



**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

**СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ:
ПРОБЛЕМЫ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
22-23 ноября 2018 г.

ЧАСТЬ 2

Рубцовск 2018

УДК 62

С 56

Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 22-23 ноября 2018 г. Часть 2 / Под ред. к.т.н., доцента В.В. Гриценко; к.т.н., доцента Г.Ю. Ястребова / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2018. –1045 с.

В сборник материалов научно-практической конференции «Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы», проходившей в Рубцовском индустриальном институте 22-23 ноября 2018 года, вошли статьи ученых, аспирантов и студентов вузов России и зарубежья, посвященные различным направлениям естественных и технических наук.

Материалы конференции могут быть интересны студентам, аспирантам, преподавателям школ, среднеспециальных и высших учебных заведений, широкому кругу читателей.

Стилистика текстов сохранена в авторской редакции.

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов.

ISBN 978-5-9907711-9-2

Научные редакторы:

Дудник Е.А. - к.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой «Прикладная математика», председатель секции «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Гриценко В.В. - к.т.н., доцент кафедры «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств», председатель секции «Прогрессивные технологические процессы и оборудование»

Ястребов Г.Ю. - к.т.н., доцент кафедры «Наземные транспортные системы», председатель секции «Наземные транспортные системы»

Михайленко О.А. - к.т.н., и.о.зав.кафедрой «Строительство и механика», председатель секции «Строительные технологии, машины, механизмы»

Гончаров С.А. - к.т.н., зав. кафедрой «Электроэнергетика и электротехника», председатель секции «Энергосбережение и повышение энергоэффективности»

Чернецкая Н.А. - к.т.н., доцент кафедры «Наземные транспортные системы», председатель секции «Проблемы экологической безопасности»

Обухова Г.А. - к.ф.-м.н., доцент кафедрой «Прикладная математика», председатель секции «Физико-математические науки»

Ремизов Д.В. - к.э.н., и.о. зав. кафедрой «Экономики и управления», председатель секции «Экономика и управление в машиностроительном производстве»

Технический секретариат:

Войнаш С.А., Гамалева М.А., Супрунова К.А.

ISBN 978-5-9907711-9-2

© Рубцовский индустриальный институт, 2018

Содержание	
Секция 4 Строительные технологии, машины, механизмы	
И.Р. Антибас, А.Г. Дьяченко, Т.П. Савостина. Сравнение динамического поведения балок с продольными и поперечными надпилами.....	13
В.С. Баев, А.Б. Виноградов. Исследование механической активации основных компонентов строительных материалов.....	18
Ю.М. Баженов, С.И. Баженова, В.А. Алексеев, М.А. Глейзер. Метод повышения долговечности бетонных конструкций наземных транспортных сооружений.....	26
Д.В. Беленец, К.П. Позынич. Многоцелевой манипулятор для строительства закрытых трубопроводов.....	31
С.В. Вакуленко, А.А. Грибанов. Перспективы развития проектирования инженерных систем общественных зданий.....	35
А.Б. Виноградов, Р.С. Сатретдинова. К вопросу применения глобоидной передачи с повышенной нагрузочной способностью в строительных транспортных системах.....	41
В.Н. Галдин. Техничко-экономическое обоснование проектирования гидроударника активного рабочего органа экскаватора.....	47
Н.С. Галдин, И.А. Семенова. Расчет объемного гидропривода мобильных машин на ЭВМ.....	52
Дуань Юехан, Н.М. Кандаурова, Г.П. Иванова. Состав рециркулируемого бетона.....	59
Т.Т. Жеребцова. Индивидуальные жилые дома.....	63
Р.К. Зарецкий, А.В. Чечина, М.А. Токмакова, Н.В. Токмаков. Применение мехатронных систем в пневматических подшипниках.....	67
А.В. Иконникова, М.А. Григорьева, Чжан Чжицян. Оценка перспектив использования новых материалов в строительной отрасли Китая.....	70
В.С. Кузьмин. Статические испытания новых узлов стеновых панелей архитектурно-строительной системы КПД 97-2015.....	75
Т.В. Куценко, Д.А. Бьядовский, А.Е. Руденко, Н.Ю. Волков. Восстановление, ремонт полов и перекрытий безподвальных зданий и сооружений по результатам обследования.....	81
Т.В. Куценко, Д.А. Бьядовский, С.А. Блинов. Технологические особенности утепления фундаментов, грунтовых оснований и стен подвалов, проводимых по анализу результатов различных обследований подземных частей зданий.....	87
Д.С. Лихачев, О.Д. Дудник, Х.Ш. Абдуллаев, И.А. Семенова. Многоцелевое оборудование для экскаватора.....	94
О.Н. Мехонин, К.Г. Пугин. Использование дополнительных выносных опор для повышения грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов.....	99
О.А. Михайленко. Некоторые конструктивные предложения по повышению сейсмостойкости деревянных зданий.....	106
О.А. Михайленко. Работа карнизных узлов трехшарнирных деревянных рам при динамических нагрузках.....	113
Н.И. Нестерова, Т.М. Рогатовских. Сравнительный анализ утеплителей наружной стены.....	118
К.А. Никитин. К вопросу модифицирования бетона, анализ имеющихся способов...	122
К.А. Никитин. К вопросу актуальности мониторинга аварий и чрезвычайных ситуаций при строительстве и эксплуатации зданий.....	125
Е.А. Остапенко, К.А. Караванцева. Влияние качества поверхностей строительных конструкций на расход штукатурных смесей.....	127
Г.А. Петров, В.Ю. Андреева, А.А. Зиновьева. Серосодержащие композиты.....	132

У.А. Пираматов, К.Г. Пугин. Проблемы конструкции современных систем спутникового позиционирования.....	135
С.В. Плотникова. Разработка энергосберегающей стены для повышения энергоэффективности и экологической безопасности многоэтажных каркасных зданий.....	139
Се Тяньюй, А.Б. Виноградов, Р.С. Сатретдинова. Исследование технологии возведения сверхвысотных зданий и сооружений в КНР с использованием стальной трубчатой конструкции.....	146
Сюй Жуй, Н.М. Кандаурова, Р.С. Сатретдинова. Особенности строительства жилых зданий в сложных стесненных условиях (на примере Китая).....	150
Н.А. Тарбеева, О.А. Рублева. Инновационная технология изготовления экологически чистой отделочной плитки на основе древесины.....	157
А.Ю. Федорова, И.П. Демитрова. Отделка искусственно состаренной древесины... ..	163
В.А. Хисматуллина. Малоэтажное жилищное строительство.....	165
В.Д. Черкасов, А.Н. Волоцкой, М.В. Тюрин. Влияние смол на свойства полимерных материалов.....	169
А.В. Чечина, Р.К. Зарецкий, Д.О. Золкин, Н.В. Токмаков, М.А. Токмакова. Применение альтернативных источников энергии в мехатронике и робототехнике... ..	172
Чжан Кай, Г.П. Иванова. Применение технологии 3D-модели для построения навесной стены.....	175
Л.С. Шевцов. Расчет оперативной надежности эксплуатируемых железобетонных балок по длине нормальных трещин.....	179
М.Н. Шутова, Ю.С. Стукалова, А.И. Шагина. Определение эффективного метода усиления железобетонных конструкций с использованием композитных материалов.....	183
Е.М. Щербань, С.А. Стельмах, М.П. Нажуев, А.К. Халюшев. Некоторые технологические аспекты регулирования структурообразования виброцентрифугированных фибробетонных строительных конструкций и изделий.....	190
Б.Н. Ягнюк. Обозначения марок алюминиевых сплавов для строительных конструкций в европейских стандартах.....	197
Ван Ян, Л.А. Немчикова. Основные тенденции развития энергоэффективных технологий в Китае и России.....	203
Секция 5 Энергосбережение и повышение энергоэффективности	
С.М.-К. Абдулаев. Распределение тока третьей гармоники в сельской электрической сети напряжением 400 В при несимметричной и нелинейной бытовой нагрузке.....	207
И.С. Абушкин, А.Н. Попов. Современные аспекты определения остаточного ресурса изоляции кабелей.....	213
А.А. Акимов, В.П. Буц, А.Н. Литвинов. Состояние и перспективы разработки вакуумных высокочастотных коммутирующих устройств для современных радиоэлектронных систем.....	216
А.С. Асочаков, А.И. Солдатов. Отказоустойчивые цифровые системы управления в энергопреобразующей аппаратуре космических аппаратов.....	223
О.П. Балашов. Прогнозирование состояния системы электроснабжения производственных объектов.....	231
К.В. Баратова, В.И. Полищук. Совершенствование качества выделения полезной информации в системе диагностики синхронной машины.....	235

Д.С. Болотов, С.К. Исхаков, А.И. Халикова. Обоснование возможных вариантов восстановления и повышения энергоэффективности осветительных установок.....	241
Т.А. Буркова, А.А. Перелыгина. Пути повышения энергоэффективности на промышленных предприятиях.....	245
О.С. Волкова, М.А. Горюнова. Оценка энергоэффективности систем естественного света зданий в Челябинской области.....	250
Я.В. Вяхирева, А.В. Пузаков. Определение эксплуатационной надежности системы электроснабжения автомобилей.....	257
И.В. Горелов, А.Н. Попов. Внедрение приборов для дистанционного тепловизионного контроля силового электрооборудования.....	262
М.Ю. Доманов, А.Н. Попов. Повышение качества электроснабжения потребителей путем установки выключателей SiemensFusesaver с сетях напряжением 10 кВ.....	265
Е.В. Драбкина. Повышение эффективности тепловых систем.....	269
Ю.Н. Дьячкова, А.Н. Попов. Система мониторинга хищений проводников и арматуры на линиях электропередачи.....	275
Н.А. Зарипова, А.К. Николаев, Е.С. Деменин. Современное состояние и перспективы совершенствования технологий транспортировки битума и тяжелой нефти по трубопроводам.....	279
А.О. Зайцев, А.А. Драгунов, Д.В. Казанков, М.В. Аполон. Оценка возможности использования ветрогенерирующей установки на большой высоте.....	286
Е.С. Капкина. Разработка и расчетно-экспериментальные исследования эффективности термостатического устройства в экстремальных температурных условиях.....	291
Д.Ф. Карпов, А.А. Синицын. Устройство для теплового контроля почвы в теплицах.....	296
Д.Ф. Карпов, М.В. Павлов, Е.Г. Касьянов, В.П. Никулин. Обзор нормативных и руководящих документов по тепловизионному обследованию зданий и сооружений.....	301
К.А. Карпов, Н.Н. Петрова. Проблема автоматизированного контроля и учета тепла: региональный аспект.....	306
Д.Е. Каширин, С.Н. Гобелев, П.А. Рябченко. Анализ энергосберегающих технологий сушки для перги.....	309
В.В. Клименко, А.Н. Попов. О необходимости оперативного определения параметров режимов электрических сетей напряжением 6-35 кВ в режиме реального времени.....	313
Н.П. Кондратьева, А.И. Батулин, Д.В. Бузмаков, Р.Г. Большин, М.Г. Краснолуцкая. Энергосберегающие световые агроинженерные электротехнологии.....	318
Н.П. Кондратьева, Р.И. Корепанов, И.Р. Ильясов. Разработка энергосберегающих ленточных RGB фитооблучательных установок для облучения меристемных растений.....	325
О.Е. Коврина, Д.И. Макаров. Влияние самовольного вмешательства в существующие системы отопления на тепловой комфорт жилых помещений.....	334
Ю.А. Кожевников, С.В. Пашкин. Технологии сверхкритической гидротермальной деструкции в решении задач энергосбережения АПК.....	337
Г.Е. Левшин, В.А. Габт, Н.В. Туляков. Об индукционных нагревателях жидкости.....	342
Лэ Ван Тхао. Моделирование компактных линий электропередачи с коаксиальным расположением проводов.....	351

Нгуен Ван Хуан. Моделирование систем электроснабжения железных дорог с установками распределенной генерации и накопителями электроэнергии.....	357
Е.А. Нескина, Ю.И. Ханин. Влияние высших гармоник тока и напряжения на погрешности счетчиков электрической энергии и измерительных трансформаторов тока и напряжения.....	363
Я.Ю. Осаулко, А.В. Пузаков. Анализ методов определения тепловых потерь выпрямителя автомобильного генератора.....	368
К.И. Пономаренко, Е.Б. Жуков, Д.Р. Таймасов, К.В. Меняев. Технология совместного сжигания кородеревесных отходов и бурого угля.....	376
Д.И. Прийма, А.Н. Попов. Применение секционирующего выключателя для электрических сетей напряжением до 1000 В.....	383
М.Ю. Пустоветов, В.В. Остроухов. Анализ влияния индуктивности сетевого дросселя на характеристики преобразователя частоты, нагруженного на трехфазный асинхронный двигатель мощностью 110 кВт.....	386
М.Ю. Пустоветов, Н.В. Индылова. Возможная причина повреждений электрическим током подшипников асинхронных тяговых электрических двигателей электропоездов «Ласточка» и способы борьбы с ней.....	393
Т.И. Рыбалкина, Е.Д. Рязанова, И.А. Иванов, М.И. Стальная. Реверсивный симисторный преобразователь для электропривода постоянного тока.....	399
Д.А. Рыбчук, О.В. Юсупова, А.В. Пузаков. Разработка алгоритма определения неисправностей автомобильных генераторов по параметрам внешнего магнитного поля.....	406
Е.Д. Рязанова, И.А. Иванов, М.И. Стальная. Бесконденсаторная система управления и регулирования скорости асинхронного однофазного двигателя.....	413
Е.Д. Рязанова, И.А. Иванов, М.И. Стальная. Симисторный редуктор, ведомый сетью однофазного переменного напряжения, для двухфазного асинхронного двигателя.....	416
Е.Д. Рязанова, И.А. Иванов, М.И. Стальная. Транзисторный реверсивный частотный преобразователь для однофазного двигателя.....	419
Е.К. Сарсембенов, В.В. Просветлюк, К.В. Меняев. Экономическая сторона проблемы внедрения циркулирующего слоя в отечественную энергетику.....	422
Р.Н. Сафиуллин, В.В. Резниченко. Системные эффекты влияния энергоинформационного поля на эксплуатационные характеристики аккумуляторных батарей.....	425
Р.Н. Сафиуллин, В.В. Резниченко, Э.Л. Хисамутдинова, Е.С. Сухих. К вопросу формирования методологического обеспечения процессов управления энергетическими ресурсами интеллектуальных технических систем зданий и сооружений.....	432
Н.А. Серебряков, С.О. Хомутов. Применение адаптивного алгоритма для повышения качества прогнозирования электрической нагрузки крупных сельхозпроизводителей в целях снижения потребления первичных энергоресурсов.....	438
А.Н. Сиротенко, С.А. Партко. Энергосбережение в пневматическом приводе рекуперацией энергии в дополнительном объеме.....	443
А.В. Скляр, Т.Е. Маринченко, В.И. Минаев, В.В. Мохов. Энергосбережение в обеспечении вентиляции в птицепроизводстве.....	449
О.В. Скрипкин, А.Н. Попов. Повышение мобильности устройств для поиска трасс кабельных линий.....	453
М.И. Стальная, С.Е. Сухинин. Компьютерное моделирование работы электрических схем в среде MATLAB Simulink.....	456

М.И. Стальная, С.Е. Сухинин. Модернизация электропривода в промышленности.....	459
М.И. Стальная, С.Е. Сухинин, И.А. Иванов. однофазный генератор синусоидального напряжения повышенной мощности для отдаленных районов.....	461
И.Э. Таджибекова. Проблемы организации, управления и планирования энергосбережения в Узбекистане.....	464
И.Э. Таджибекова. Тенденции развития методов и технических средств защиты электродвигателей.....	468
А.Н. Татарникова, Н.И. Черкасова. Повышение энергоэффективности за счет применения компенсирующих устройств в распределительных сетях 10 кВ.....	471
Н.И. Черкасова, А.Н. Татарникова. Качественные и количественные возможности определения степени опасности в электроустановках.....	476
Н.И. Черкасова, А.Н. Татарникова. Качественные экспертные методы анализов риска распределительных сетей.....	480
Ю.С. Черникова. Расчет охлаждения насыщенного влагой воздуха, когда его теплоемкость становится переменной, перед ПГУ в теплообменниках комплексного воздухоочистительного устройства.....	486
Р.Т. Усманов, А.Н. Чеснокова. Новый твердополимерный электролит для топливных элементов с протонно-обменной мембраной.....	492
Секция 6 Проблемы экологической безопасности	
А.А. Абдуллаев. Об одном методе составления оптимального маршрута перевозки мусора.....	496
М.М. Аль-Карагули. Холодное ресайклирование дорожных покрытий в республике Ирак.....	498
К.А. Андропова, О.В. Ударцева. Современное состояние экологической ситуации в России.....	502
В.В. Архипова. Опыт использования мелких грызунов в эколого-генетическом мониторинге состояния окружающей среды г. Нижний Тагил.....	504
Ю.М. Баженов, С.И. Баженова, М.А. Петров, А.А. Богданова. Экологически чистая интерьерная краска. Решение проблемы пленкообразования на поверхности краски в таре.....	508
Е.В. Башкирцева, Н.А. Лугачева, А.А. Фурман. Результат техногенного загрязнения атмосферного воздуха.....	511
А.Г. Берняцкий, Е.В. Сугак. Влияние аэродинамического сопротивления на работу фильтровальных рукавов с увеличенной площадью фильтрования.....	515
О.М. Блиникова, И.М. Новикова, Л.Г. Елисеева. Требования к производству и сертификации органической продукции.....	520
Е.А. Булгакова, О.В. Ударцева. О приоритетных направлениях деятельности по обеспечению экологической безопасности России.....	525
Н.А. Васильев, А.Я. Пономарев. Обеспечение экологической безопасности магистрального нефтепровода.....	527
Е.И. Верех-Белуосова. Исследование и оценка радиационных показателей породных отвалов угольных шахт Луганщины как сырья для производства строительных материалов.....	531
А.В. Вержиковский, Р.Т. Замалтдинов, Р.П. Якимова. Применение каталитического нейтрализатора с подачей дополнительного воздуха для снижения выбросов вредных веществ.....	536
А.С. Власов, К.Г. Пугин. Проблемы утилизации бурового шлама.....	540

А.П. Высоких. Проблемы экологического равновесия на этапе развития г. Новосибирска.....	546
А.А. Гаспарян. Экологические проблемы в России.....	549
С.К. Давлатшоев, М.М. Сафаров. Способ и устройства для геохимического мониторинга оснований плотины на водорастворимых породах.....	553
М.Н. Зверев, С.Г. Артёмова. Социально-экологические проблемы автомобилизации в городах России.....	560
Ю.П. Иванова, В.С. Маркин. О влиянии зеленых насаждений на снижение вредного воздействия автотранспорта вдоль городских магистралей.....	565
А.В. Иконникова, М.А. Григорьева, Хунфэн Чжу. Обзор факторов загрязнения водных ресурсов при строительстве в Китае и способов их снижения	567
А.В. Калайдо. Стратегия обеспечения радиационно-экологической безопасности внутренней среды помещений.....	573
Р.С. Гусейнова, А.С. Карсункина. Применение наноструктурированных сорбентов для получения газовых смесей ароматических углеводородов хромато-десорбционным способом.....	581
А.С. Клёнов, Е.С. Воропай. Экологическая безопасность.....	586
С.О. Митюхин, О.А. Ковырялова, А.В. Волокитин, С.А. Дмитриев. Культура безопасности на предприятии.....	590
А.А. Копейкина, Н.В. Грачева, И.В. Тertiшников. Оценка воздействия пыли от химических веществ на здоровье человека.....	593
Ю.В. Копец. Утилизация осадков сточных вод в производстве тяжелого бетона.....	596
Р.А. Кораблев, А.А. Штепа, В.Ю. Перегудов. Снижение акустической нагрузки в зоне регулируемого перекрестка.....	599
В.В. Краснокутский, Т.Ю. Краснокутская, А.В. Мартешева. Снижение выбросов отравляющих газов тракторных транспортных агреатов на единицу перевезенного груза.....	603
Е.Н. Кузин, Н.Е. Кручинина, С.В. Азопков, Я.В. Тяглова. Комплексные коагулянты в процессах очистки сточных вод.....	610
Е.И. Кулько. Экоцентрическое сознание как личностная ценность.....	613
О.В. Курыло. Методика преподавания экологического права: цели и задачи.....	616
С.В. Левин, В.И. Пашенко. Эколого-биологические аспекты формирования припоселковых кедровников на территории Северо-Восточного Алтая.....	618
Е.Е. Лучникова, В.И. Шаповалова, Н.В. Талдонова. Воспитание экологической культуры как путь решения Экологических проблем на территории Российской Федерации.....	629
К.Ю. Максимович, М.Л. Кочнева. Экологический мониторинг полигонов размещения отходов г. Рубцовска.....	633
В.В. Малышкина. Проблемы утилизации зол от сжигания отходов.....	637
Ю.А. Малюжич. Провалы – проблема экологической безопасности.....	640
Т.Е. Маринченко. «Зеленая экономика» как фактор устойчивого развития России.....	645
Н.В. Матц. Скрытая угроза энергосберегающих ламп.....	652
А.А. Мельберт, А.В. Машенский, К.С. Боков, Н.Ч. Хынг. Экологическая безопасность при использовании мобильных машин в складах продукции сельского хозяйства.....	655
К.А. Моисеенко, М.С. Черемискина. Мероприятия по сбору разлитой нефти на различных видах местности.....	667
В.П. Мосин. Современное состояние осушенного дна Аральского моря.....	671
В.В. Мяло, О.В. Мяло, У.К. Сабиев. Экологические аспекты создания рабочих органов почвообрабатывающих машин.....	677

Б.В. Намаконов, Э.Л. Мельников. Экологическая эффективность реновации технических изделий.....	684
М.Х. Насими. О функции распределения загрязнения мелкодисперсной пылью РМ ₁₀ в г. Кабул.....	689
В.В. Паршиков. К вопросу о переработке автомобильного пластика.....	692
К.И. Пономаренко, Е.Б. Жуков, Д.Р. Таймасов, К.В. Меняев. Технология совместного сжигания кородревесных отходов и бурого угля.....	694
Ю.О. Риккер, М.В. Кобылкин, А.Г. Батухтин. Современное состояние и перспективы десульфуризации дымовых газов морской водой.....	700
С.Е. Рудов. Пути снижения экологической нагрузки на лесные экосистемы криолитозоны при проведении лесосечных работ.....	703
А.М. Самбуров, Е.Г. Мирошникова. Методы контроля безопасности продуктов питания.....	711
А.В. Седлицкая. Влияние мусора на экологию.....	717
Ю.Я. Симкин, Е.В. Карнаухова. Переработка на активные угли древесины, подверженной воздействию лесных насекомых вредителей.....	720
В.А. Сеницын, С.П. Кулманаков, А.Г. Кузьмин, С.С. Дорофеева. Анализ уровня допускаемых температур деталей двигателя как одного из факторов, определяющих их экономические показатели.....	723
В.А. Сеницын, А.А. Балашов, К.В. Мамчур, Е.В. Журина. Снижение токсичности и теплового состояния деталей ЦПГ дизеля путем организации рабочего процесса с рециркуляцией отработавших газов.....	730
Е.В. Сугак, О.В. Бразговка. Экологическая безопасность и инвестиционная привлекательность промышленных регионов Сибири.....	734
В.С. Ткачев, А.Ю. Рогожкин, А.А. Тихонова, И.В. Владимцева. Утилизация белковых загрязнителей микроорганизмами, выделенными из сточной воды кожевенного предприятия.....	742
С.В. Фокин, О.Н. Шпортко. Практическое использование деревьев в горельниках.....	745
С.В. Фокин, О.А. Фомина. К вопросу производства энергетической древесины в условиях Западно-Сибирского экономического района.....	750
Т.Н. Халмурадов, И.Г. Горлова. Актуальные проблемы экологии в Узбекистане и сопредельных районах Средней Азии.....	755
М.В. Хрунина, С.Г. Артемова. Экологические проблемы на участке улично-дорожной сети Кировского района г. Волгограда.....	762
А.А. Цехоцкая. Экоустойчивость при развитии территорий, занятых аварийным жилым фондом на примере г. Новосибирска.....	765
Н.А. Чернецкая, М.К. Чернецкая. Об экологических особенностях строительства русского дома.....	770
В.И. Шаповалова, Е.Е. Лучникова. Мост между природой и человеком.....	777
А.Н. Шаронов, В.И. Блоцкий, Е.А. Шаронов. Технологическая схема опытно-промышленной установки по переработке твердых бытовых отходов методом пиролиза.....	780
М.С. Широбокова, М.В. Попов. Исследование использования водорода, полученного каталитическим разложением смеси пропана и бутана, в качестве энергоэффективной добавки к топливу.....	786
М.А. Шишкалова, А.Е. Свистула, Е.С. Ошкало. Уменьшение выбросов вредных веществ тракторного дизеля на эксплуатационных режимах.....	788
А.В. Эрмыш, А.А. Короткова. Безотходная технология переработки молочной сыворотки.....	793

Секция 7 Физико-математические науки	
Д.А. Абусук, Л.Ж. Никошвили. Биметаллические катализаторы селективного гидрирования левулиновой кислоты до гамма-валеролактона.....	796
М.Х. Аламинов, Д.Н. Есенгелдиев. О некоторых свойствах дифференциальных операторов в гильбертовых пространствах.....	801
С.Н. Ахкубекова, И.С. Шершова. Влияние состава сплава и внешних воздействий на формирование композиционных структур в двух- и трехкомпонентных эвтектических системах.....	803
В.И. Бахмат. Напряженность и потенциал гравитационного поля. Применение кратных интегралов для расчета исследуемых величин.....	811
А.И. Болтаев. Систематический обзор и мета-анализ научных исследований.....	814
С.В. Бондаренко. Высокочувствительный контейнер для хранения водорода.....	819
В.В. Борисовский. Напряженность электрического поля электронного облака атома водорода.....	824
И.И. Гулмадов, Е.С. Ананьева. Увеличение электропроводимости углепластики за счет применения углеродных нанодисперсий в эпоксидной смоле.....	826
М.М. Гуломов, М.М. Сафаров. Определение термодинамических характеристик наножидкостей системы диэтилового эфира и ОУНТ.....	829
Д.А. Дробот, П.Н. Дробот. Анализ температурной зависимости порогового электрического поля осциллирующего эффекта.....	831
О.В. Ефременкова. ТРИЗ – принципы решения задач математического наполнения в техническом вузе.....	834
В.Е. Ефремов, А.В. Попов. Агрегация углерода в плазменном потоке инертного неона.....	843
О.Н. Ие. Случай близких гипотез при различении процессов экспоненциальной авторегрессии.....	852
И.И. Кулешова. Элементы ТРИЗ-технологии в изучении высшей математики.....	857
Х.А. Матимова. Развитие логического мышления младших школьников на уроках математики.....	861
К.А. Никитин. К вопросу актуальности создания экспертной системы для осуществления диагностики неисправностей в автомобиле.....	864
К.Е. Нурмаханов, Г.С. Узақбергенова. Исторические и теоретические аспекты проблемы изучения интеграла в общеобразовательной школе.....	866
Г.А. Обухова. К вопросу решения обратных задач и определения неизвестного внешнего воздействия.....	870
И.П. Попов. Об одной особенности распространения электромагнитных волн.....	872
И.П. Попов. Биинертный осциллятор.....	876
М.М. Сафаров, С.Х. Мирзоев, М.А. Абдуллоев, М.М. Гуломов, К.Н. Розыков, С.Г. Ризоев, Ф. Абдужалилзода, М.М. Холиков. Седиментационный анализ нанопорошка кремниевых кислот и МУНТ в абсорбенте воды.....	880
Дж.Ф. Собиров, М.М. Сафаров. Получение эмпирических уравнений для расчета удельной теплоемкости теллурида германия в сегнефатозном состоянии при различных температурах и концентрациях носителей заряда.....	884
Е.А. Сухорукова. Исследование траектории центра окружности, движущейся вдоль плоской кривой.....	891
М.Т. Тургунбаев, М.М. Сафаров, Х.Х. Ойматова, Махмадали Курбонали, З.К. Хусейно, Ш.Р. Сафаров, Ш.Н. Зардаков. Влияние температуры и давления на теплопроводность, температуропроводность и вязкость водных растворов азрозина и диметилгидразина.....	897

Секция 8 Экономика и управление в машиностроительном производстве	
У.А. Абдуллаев. Некоторые особенности применения информационной системы в производстве и торговле.....	901
И.Р. Антибас, А.Г. Дьяченко, Т.П. Савостина. Новая методология интеграции стандарта Шесть Сигма и стандарта менеджмента качества ISO 9000 в соответствии со стандартами 13053 и способы повышения её оперативности.....	903
О.В. Асканова. Стратегические индикаторы развития сельскохозяйственного машиностроения и степень их достижения.....	907
Т.А. Буркова. Особенности разработки и внедрения плана повышения квалификации персонала на машиностроительном предприятии.....	914
Д.Ю. Винокурова. Управление инновационной деятельностью.....	918
О.В. Волкова. Мероприятия по повышению эффективности использования оборотного капитала машиностроительного предприятия на примере ОАО «Могилевский металлургический завод».....	921
О.О. Гапеева-Сергейчик, С.М. Караневич. Применение системы KPI в управлении машиностроительным.....	927
Л.М. Давиденко. Межотраслевые аспекты развития технологической интеграции: вызовы цифровой экономики.....	932
А.Б. Дайнбаева, Г.Б. Пестунова. Интернационализация высших учебных заведений в условиях глобализации.....	936
Т.Р. Зырянова, Е.А. Колос. Сравнительный анализ основных международных моделей управления высшим образованием.....	942
Е.А. Иващенко, А.С. Иващенко. Датчик освещенности с частотным выходом. Вывод на рынок и применение.....	945
Д.И. Исаев, Л.А. Климова. Классификация стратегий развития предприятия.....	952
Н.Б. Кайсанова, А.Т. Казыкешова. Методические подходы к оценке эффективности образовательных программ.....	956
Н.С. Караваева. Совершенствование методов разработки и оценки эффективности инновационного проекта в логистике.....	962
И.Л. Ковалёв. Цифровизация как важнейший драйвер инновационного развития....	973
М.В. Козлова, С.М. Кугатова. Проблемы бухгалтерского учета импортных операций в системе управления предприятий машиностроительного производства (на примере АО «Азия Авто»).....	978
В.Н. Кузьмин, А.В. Горячева. Факторы, влияющие на выбор сельскохозяйственной техники.....	982
К.М. Кусмарцев. Внедрение механизмов государственной поддержки изобретательства как условие ускоренного инновационного развития машиностроительных предприятий.....	985
А.А. Мишина. Маркетинг инноваций.....	987
К.С. Нешина, В.М. Ларецкая. Осуществление стратегии коммерциализации инновационного продукта.....	990
К.С. Нешина, В.М. Ларецкая. Суть и стратегия мультимедийной платформы в едином цифровом формате.....	992
К.А. Никитин. Теория «Bernard and Melitz» как прямая связь экспорта и инноваций в области машиностроения.....	994
К.А. Никитин. Эмиссия ценных бумаг как финансовый инструмент предприятия в области машиностроения.....	996
З.Р. Нударова. Реализация пилотного проекта по раздельному учету в научно-исследовательском институте.....	

А.А. Перельгина. Методика анализа потребности в сотрудниках машиностроительного предприятия.....	1001
А.А. Перельгина. Теоретические основы планирования потребности в человеческих ресурсах на ОАО «Курганмашзавод».....	1008
А.М. Полянский, Е.А. Смирнова. Выбор среды реализации программного комплекса по ведению архитектурной модели предприятия.....	1011
М.У. Рахимбердинова, Е.В. Шатурная. Внедрение системы управления знаниями на предприятиях.....	1015
М.С. Сембин, Ш.Ж. Суранкулов. Местный опыт проектирования и перспективы развития агро-индустриальных комплексов в региональных условиях Северного Казахстана.....	1020
М.В. Сизов. Проблемы и тенденции развития маркетинга в отечественной практике Республики Казахстан.....	1029
С.Н. Смирных. Механизмы повышения производительности труда в регионах (на примере Уральского федерального округа).....	1034
И.С. Чертоляс, Е.В. Богомолова. Финансовая устойчивость для машиностроительного предприятия.....	1042

СЕКЦИЯ 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ, МЕХАНИЗМЫ

Председатель секции: кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой «Строительство и механика» Михайленко Олег Анатольевич

СРАВНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ БАЛОК С ПРОДОЛЬНЫМИ И ПОПЕРЕЧНЫМИ НАДПИЛАМИ

И.Р. Антибас, А.Г. Дьяченко, Т.П. Савостина

Донской государственный технический университет

Аннотация Материал данной статьи посвящён сравнительному анализу влияния места расположения, формы и глубины разрезов на динамическое поведение балочных конструкций, а также определению точки возникновения опасных напряжений, оказывающих значительное влияние на их прочностные характеристики.

Ключевые слова: балка, надпил, динамическое поведение.

COMPARISON OF THE DYNAMIC BEHAVIOR OF BEAMS WITH LON- GITUDINAL AND TRANSVERSE NAPISAMI

I.R. Antibas, A.G. Dyachenko, T.P. Savostina

Don state technical University

Abstract the Material of this article is devoted to the comparative analysis of the influence of the location, shape and depth of sections on the dynamic behavior of beam structures, as well as the determination of the point of occurrence of dangerous stresses that have a significant impact on their strength characteristics.

Keywords: beam, label, dynamic behavior.

Изучение динамического поведения балок и свойств трещин, возникающих в них, имеет большое значение для машиностроения, гражданского строительства, а также авиации и промышленных структур, где могут возникать повреждения балочных конструкций, вибрационные характеристики которых вытекают из решения обратных задач [1]. При подготовке решения по их реализации необходимо знать так называемый прямой вопрос, другими словами, чтобы определить собственные частоты балок, которые связаны с изменениями, происходящими в трещинах, в зависимости от размеров, глубины и места их расположения.

Chondros и другие [2] исследователи разработали теорию вибрации, которая может быть непрерывной и считали, что надпил обеспечивает изменения в гибкости края балки, в других случаях была предложена модель распила двух частей колец, соединенных посредством ротационной пружины нулевой массы, где отношение твердости к длине надреза определялось путём механической теории рефракции. Также весьма распространены модели подчиняющиеся теории Эйлера-Бернулли и очень успешно применяются при расчёте балок с учётом различных граничных условий [3].

Целью исследования являлось изучение влияния места расположения надпила на динамическое поведение балки, представленного в виде собствен-

ных частот колебаний и вибраций, которые формируют, развивают и дополняют друг друга, изучение динамического поведения трещин и определение возникновения точки опасных напряжений надпилов в балках.

Экспериментальное исследование

Концентратором напряжений в точке может послужить нанесённый с помощью молотка удар, с последующим измерением величины ударной реакции и принятой в другой точке возбуждения с помощью датчиков чувствительного ускорения.

Получаемые от датчиков сигналы обрабатывались с помощью динамического анализатора сигналов. На рисунке 1 показана экспериментальная установка, используемая для изучения вибраций в балках, имеющих один свободный и один закреплённый конец, а на рисунке 2 - места расположения и формы продольного и поперечного надпила в передней части балки.

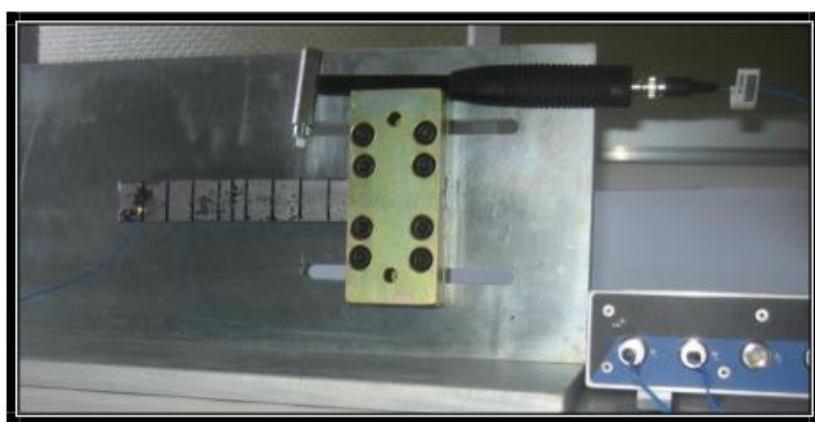


Рис. 1. Экспериментальная установка

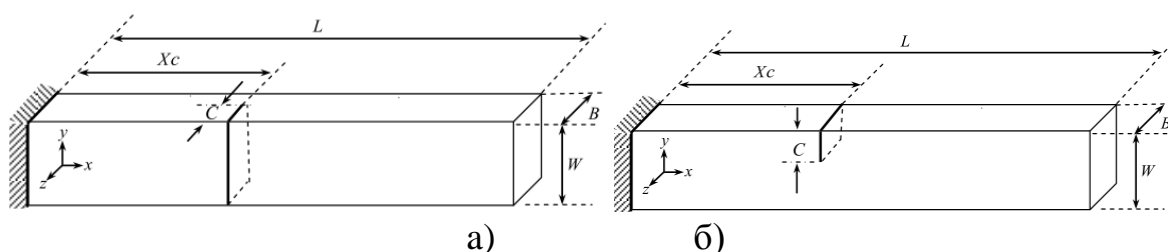


Рис. 2. а) поперечный, б) продольный надпил на балке

В начале проведения исследований установили следующее:

- выбранные точки измерения и точка удара не находятся на узле вибрации;
- измерения проводили в различных точках для убеждения в том, что не пренебрегалось никакими из характерных частот [4-5].

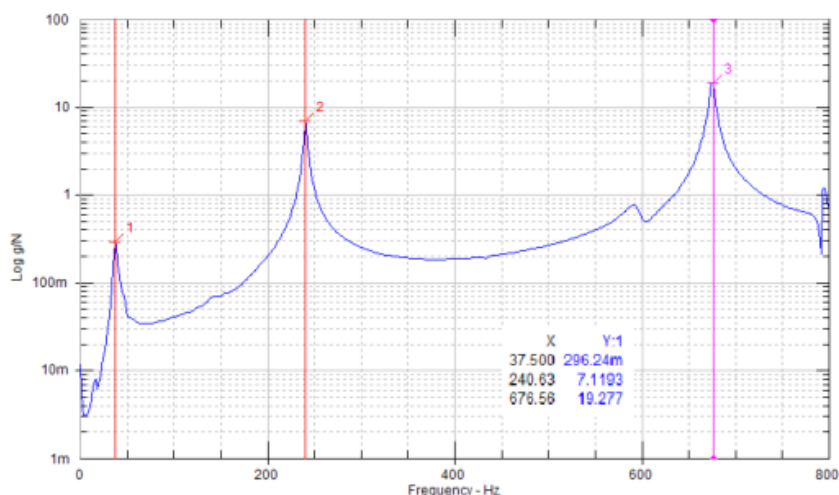


Рис. 3. Кривые зависимости отклика, отражающие значения собственных частот для поперечного надпила на балке

Моделирование балки

Шаги, используемые для цифрового решения методом конечных элементов для обоих способов надпилов, существенно не отличаются друг от друга. Отдельные нюансы появляются только лишь при разбиении балок на сетевые элементы, этот процесс может быть очень сложным и должен быть выполнен в соответствии со стандартным алгоритмом особенно в случае, когда надпил расположен на ребре и области вокруг него, для получения более точных результатов исследования. По этой причине мы имеем свободную сетевую структуру в районе, прилегающим к надпилу, как это показано на рисунке 4 [5,6,8].

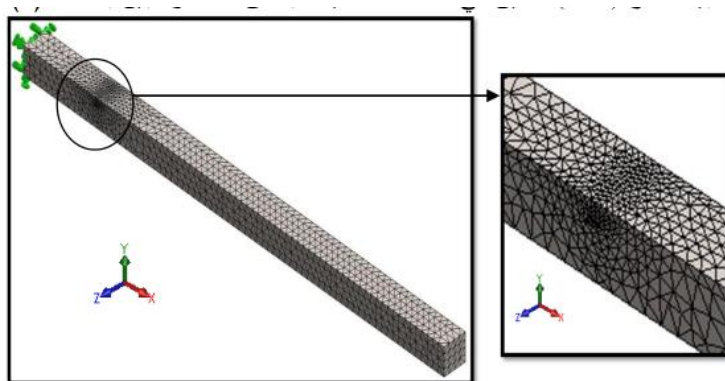


Рис.4. Участок, имеющий форму сетки в непосредственной близости от надпила

Сравнивая результаты исследования, получаем, что:

- допустимые геометрические размеры изучаемых стальных балок выглядят следующим образом: длина $L = 200-400$ мм, ширина может быть $B = 200$ мм, высота сечения $t = 20$ мм, условились, что расстояние надпила от места заделки есть величина постоянная и равна $X_c = 70$ мм.

- учитываем инженерные характеристики материала балок, выполненных из стали, в следующем виде:

- твердость сдвига: $G = 79 \times 10^9 \text{ Н/м}^2$; удельная масса: $\rho = 7860 \text{ кг/м}^3$; модуль упругости: $E = 2,07 \times 10^{11} \text{ Н/м}^2$; коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$.

Были изучены и смоделированы в цифровом виде надпиленные балки с помощью метода конечных элементов для первых четырех режимов вибрации.

Путём проведения исследований и цифрового моделирования надпиленных балок с размерами $200 \times 20 \times 20 \text{ мм}$ и $400 \times 20 \times 20 \text{ мм}$, используя метод конечных элементов, были получены значения частот собственных колебаний F (Гц) для четырех режимов вибраций с учётом утверждения того, что эффект ручного надпила оказывает влияние на частоту собственных колебаний, причём величину глубины надпила установили постоянной: $S = 5 \text{ мм}$.

По результатам исследований был выполнен рисунок 5, кривые которого отражают эффект значений частот в соответствии с направлением экспериментального надпила и в цифровой форме показывающий его влияние на каждую из четырех моделей.

- усиление влияния поперечного надпила на боковой стороне депонированы в паз и может быть связано с самой большой твердостью в области продольного надреза, и, следовательно, динамическое поведение представлено более низкими значениями частот собственных колебаний.

На рисунке 5-а) представлены первые четыре модели режима вибрации для поперечного надпила, а на рисунке 5-б) для продольного надпила, полученные при помощи МКЭ [9,11].

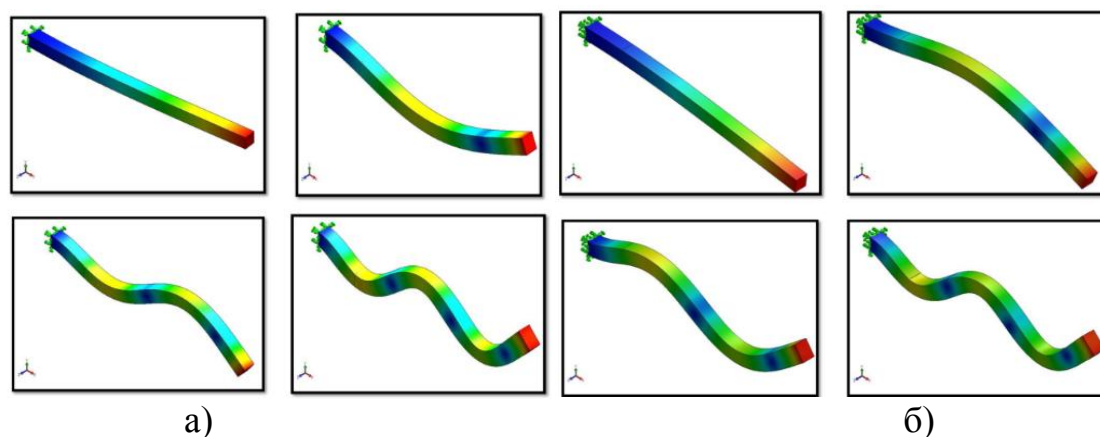


Рис. 5. Четыре модели режима вибрации для: а) - поперечного надпила, б) - продольного надпила полученные при помощи МКЭ

Исходя из анализа результатов графиков выяснили, что собственная частота колебаний балок с надпилами меньше, чем неповреждённых из-за понижения жёсткости в области надпилов.

Продольный надпил оказывает большее влияние на балку, чем поперечный, из-за понижения жёсткости в области надпила, что даёт понижение её собственной частоты колебаний.

Обсуждение и выводы:

Исходя из результатов исследований, проведенных экспериментально и численно с помощью метода конечных элементов, можно сделать следующие выводы:

- следует обратить внимание на то, что собственные частоты колебаний балок с поперечными и продольными надпилами всегда меньше, чем собственные частоты колебаний неповреждённых балок для всех моделей и причиной этого является низкая жесткость в окружающей надпил области;
- при сравнении опасности расположения надпила на динамическом поведении балки выяснили, что надпил, размещённый продольно, является более опасным, чем размещённый поперечно из-за меньшей твердости и в связи с большим воздействием вибрации на надпил.

Список литературы

1. Natarajan S., Baiz P., Ganapathi M., Kerfridn P., Bjrds S. Linear free flexural vibration of cracked functionally graded plates in thermal environment / journal of computers and structures – 2011- № 89. P. 1535-1546.
2. Chondros T.G., Dimarogonas A.D., Yao J. A continuous cracked beam vibration theory / journal of Sound and Vibration – 1998 - № 215. P. 17-34.
3. Fernandez-Saez J. Navarro C. Fundamental frequency of cracked beams: an analytical approach /Journal of Sound and Vibration -2002- 256, P. 17–3.
4. Антибас И.Р., Сиротенко А.Н. Влияние формы гофрированного картона на амортизирующие свойства упаковки / В сборнике: Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения Материалы 7-й Международной научно-практической конференции, в рамках 17-й Международной агропромышленной выставки "Интерагромаш-2014". Редакционная коллегия: Лачуга Ю.Ф., Месхи Б.Ч., Пахомов В.И., Борисова Л.В., Димитров В.П., Ермольев Ю.И., Семенюк Н.П. 2014. С. 200-202.
5. Antibas I.R., Dyachenko A.G. Evaluation of soil force of resistance to penetration with the use of new design of penetrometer's probe tip / International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Т. 11. № 18. С. 10941-10950.
6. Антибас И.Р., Дьяченко А.Г. Технические параметры модифицированной сеялки для высева зерновых культур в тяжелые по механическому составу почвы / Вестник Донского государственного технического университета. 2015. Т. 15. № 3 (82). С. 81-88.
7. Антибас И.Р., Савостина Т.П. Влияние секундной подачи на процесс обмолота тангенциально-аксиальным молотильно-сепарирующим устройством / Научное обозрение. 2017. № 3. С. 47-51.
8. Сиротенко А.Н., Дьяченко А.Г., Партко С.А. Рекуперация энергии в пневмоприводе фасовочно-упаковочного оборудования /. В сборнике: Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения Материалы 6-й Международной научно-практической конференции в рамках 16-й Международной агропромышленной выставки "Интерагромаш-2013". 2013. С. 69-71.

9. Дьяченко А.Г., Савостина Т.П. Методологические особенности использования параметризации в "КОМПАС-3D" при проектировании элементов зубчатых передач / В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании "итно-2016" Сборник научных трудов международной научно-методической конференции. Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования "Донской государственный технический университет"; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства". 2016. С. 501-505.

10. Антибас И.Р., Савостина Т.П., Саед Б.И. Влияние параметров молотильно-сепарирующего устройства на обмолот / Вестник Донского государственного технического университета. 2017. Т. 17. № 2 (89). С. 108-115.

11. Антибас И.Р., Дьяченко А.Г. Моделирование, изучение и изготовление стойки культиватора из композитных материалов/. Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 3. С. 366-378.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.С. Баев, А.Б. Виноградов

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Аннотация. Рассмотрено состояние вопроса и постановка задач в области исследования механической активации с применением дезинтеграторов и термодиспергаторов – мельниц сухого и мокрого измельчения и активации. Представлен план теоретического и экспериментального исследования процессов измельчения и активации на указанном оборудовании.

Ключевые слова: динамическое строение вещества, измельчения, механическая активация, дезинтегратор, термодиспергатор-активатор, автоклавной пенобетон.

STUDY OF MECHANICAL ACTIVATION MAIN COMPONENTS OF CONSTRUCTION MATERIALS

V.S. Baev, A.B. Vinogradov

*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering
(Sibstrin)*

Annotation. The state of the issue and the formulation of tasks in the field of the study of mechanical activation with the use of disintegrators and thermodispersing agents - melonits of dry and wet grinding and activation are considered. A plan for the theoretical and experimental study of the processes of grinding and activation on the specified equipment is presented.

Keywords: dynamic structure of matter, grinding, activation, disintegrator, thermodispersant-activator, autoclaved foam concrete.

Механическая обработка занимает заметное место в современных промышленных технологиях. Различное сырье и материалы в огромных масштабах

подвергаются механическому воздействию при производстве строительных материалов, на химических, металлургических, машиностроительных, пищевых и других предприятиях. Применение механоактивации во многих случаях является необходимым этапом подготовки вещества для осуществления последующих технологических операций. Увеличение мощности современных измельчительных машин и ростом скоростей движения ударных элементов в измельчительных устройствах позволяет эффективно вмешиваться в структуру материалов и изменять их свойства в широком диапазоне. Это позволяет получать активированные вещества с заданными свойствами по растворимости, реакционной способности и осуществлять специфические процессы. В тоже время, несмотря на большое количество работ в области механохимии, процессы активации и обработки композиционных материалов применение активационных процессов на практике недостаточно. Прогресс в указанной области возможен при проведении экспериментальных и теоретических исследований механической активации, протекающей при обработке композиционных материалов в дезинтеграторе, с привлечением самых современных понятий и методов из смежных областей: химии, физики, механики и материаловедения.

Необходимо создание новых теоретических представлений о строении вещества и его свойствах. В связи с этим, нами развивается теория Динамического строения веществ (ДСВ). Частным случаем этой теории является кинетическая теория прочности. В основу теории положена фундаментальная гипотеза о вихревом строении физических тел. Физическое тело в этой теории является пространственно-временной структурой, образованной потоком вещественных структурных единиц,двигающихся по объемной спиральной траектории. При схождении вещественных структурных единиц изменяется плотность вещества и образуется ядро физического тела. В ядре протекает структурообразующий процесс образования физического тела – фазовый переход. Продукты фазообразования выделяются в окружающую среду, что является деструктивным процессом. В целом оба процесса образуют квазиобратимый массообменный процесс из двух стадий, находящихся в подвижном равновесии. Такие представления определяют кинетический характер всех свойств вещества, в том числе и прочностных. Исходя из представлений этой теории, механическое воздействие, сопровождающееся процессами разрушения, измельчения, пластической и упругой деформациями, изменяет соотношение стадий подвижного равновесия, т.е. характер структурообразующего процесса. При этом в зависимости от величины воздействия, структурообразование протекает и обрывается на разных ступенях образования физического вещества, что и определяет характер деформационной перестройки структуры вещества и вид новой фазы.

Таким образом, с точки зрения теории ДСВ, различные типы деформации возникают потому, что в зависимости от величины интенсивности воздействия осуществляются различные пространственно-временные перестройки структурных уровней объемных спиралей-траекторий массопереноса вещества. В результате энергетического воздействия вещество частично разрушается, деформируется, активируется. За исключением процесса активации, во всех перечис-

ленных процессах механическая энергия расходуется необратимо. Под активацией мы понимаем такие последствия воздействий, при которых переданная энергия переносится от частиц непосредственно ее получивших, к другим, в том числе и к частицам окружающей среды.

Эффективность процесса измельчения и изменения физико-механических свойств материалов, а также величина их активации, определяются прочностными характеристиками измельчаемого вещества и характеристиками измельчительного устройства. Наиболее эффективным способом передачи энергии в процессах измельчения является ударное воздействие, так как именно оно позволяет концентрировать механическую энергию в определенных участках обрабатываемого тела в количествах, необходимых для его разрушения. Классическое описание воздействия удара связано с «волновым» подходом, предложенным Сен-Венаном и «локальным», предложенным Герцем. Все современные подходы являются либо развитием этих взглядов, либо их комбинацией. Применимость к процессам измельчения и механической активации «локального» подхода ограничивается скоростями соударений порядка 1-5 м/с, а использование «волнового» подхода к описанию последствий удара в частицах малых размеров затруднительно.

Механические воздействия ударного типа реализуются в большинстве конструкций современных измельчительных аппаратов: дезинтеграторах, шаровых, струйных, вибрационных, молотковых, планетарных, ударно-дисковых и др. типах мельниц. Передача механической энергии измельчаемому веществу зависит от конструкции мельницы и условий измельчения: скорости, амплитуды и частоты движения ударных элементов. Среди современных измельчительных устройств, с наиболее низкими удельными энергозатратами, являются дезинтеграторы и центробежные мельницы, в том числе мельницы самоизмельчения. Они обладают достаточно большой производительностью, до десятков тонн в час и могут быть использованы непосредственно в производстве. Вместе с тем, анализ современных работ показал, что особенности механической активации веществ в высоконагруженных машинах, например дезинтеграторах, исследованы недостаточно. Основные характеристики дезинтегратора, имеют значения скорости соударений (порядка 100-400 м/с), чем достигается высокая энергонапряженность воздействия и время обработки (порядка 0,01-0,1 секунды) – чем обеспечивается большая производительность. Изучение свойств веществ, подвергшихся обработке в таких устройствах, представляет, как практический, так и научный интерес.

Практически это позволяет прогнозировать поведение обрабатываемых компонентов композиционных материалов с целью придания им заданных свойств, а также определять пределы устойчивости и стабильности структуры веществ в условиях различных деформационных воздействий.

С научной стороны, изучение физических явлений, возникающих в результате удара, дает уникальные возможности выяснения:

– природы устойчивости кристаллической решетки по отношению к интенсивным механическим воздействиям;

- установления роли химической связи и геометрии решетки;
- определить правильность предложенных гипотез теории ДСВ, моделей образования вещества и строения физических тел.

Таким образом, теоретическое и экспериментальное исследование явления механической активации чрезвычайно важно как для рационального конструирования измельчительных устройств, так и для разработки эффективных технологий механической активации веществ, применяемых в производстве строительных материалов, в органическом и неорганическом синтезе, в процессах переработки минерального сырья, материаловедении и др.

Выводы. Исследование явления механической активации основывается на, разрабатываемой нами, теории ДСВ, и вытекающей из нее теории динамической прочности, в сочетании с электрохимической теорией окислительно-восстановительных процессов и теорией гидродинамики, поэтому экспериментальные исследования выполняются с помощью электрохимических методов исследования и другой соответствующей аппаратуры.

Для исследования явления механической активации, на базе теории ДСВ, необходимо было решить следующие задачи:

1. Разработать пространственно-временную динамическую модель композиционного материала, как системы частиц окислителя и восстановителя, находящихся в стационарном равновесии;
2. Построить математическое описание модели однокомпонентного вещества, состоящего из частиц окислителя и восстановителя, находящихся в стационарном равновесии и определить схему расчета состава;
3. Создать физическую модель многокомпонентного вещества и математическую модель расчета его окислительно-восстановительного потенциала;
4. Построить математические модели веществ основных компонентов, используемых в производстве строительных материалов;
5. Создать математическую модель вещества композиционного строительного материала с различным типом вяжущих и заполнителей;
6. Рассмотреть возможные механизмы передачи энергии при обработке кристаллических веществ в режиме свободного удара;
7. Исследовать процесс интенсивного измельчения экспериментально за счет многократной обработки различных веществ;
8. Провести анализ изменений структурных характеристик и поглощенной веществом энергии на разных этапах механической обработки;
9. Исследовать возможные корреляции структурных, термодинамических и других характеристик механически активированных материалов.

Практическое применение экспериментальных данных по механической активации веществ осуществляется при разработке технологии получения пенобетона в модульной установке, включающей оригинальные устройства – дезинтегратор и термодиспергатор.

Исследованию механохимических процессов посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых: Б.В. Авакумова, В.В. Болдырева, П.Ю. Бутягина, Б.В. Дерягина, П.А. Ребиндера, Г.С. Ходакова, Г. Хайнике, П.С. Гил-

мана и Ю.С. Бенджамина, Т. Кубо, П.Г. Фокса и многих других.

Механохимической активацией называется механическая обработка твердых тел, приводящих к коренному преобразованию структуры, с возможным изменением состава и химических свойств. При механохимических воздействиях важную роль играют физические процессы, происходящие на контакте трущихся твердых тел - возникновение температуры и давления. Как показали последние исследования ученых - второе является решающим в активации. В результате высоких давлений и давлений со сдвигом в определенных областях твердого вещества создается поле напряжений, релаксация которого происходит по разным каналам: выделение тепла, образование новой поверхности и короткоживущих активных центров, образование пластических волн, взаимодействие которых приводит к формированию в структуре метастабильных состояний и различного рода дефектов. Это могут быть дефекты, локализующиеся в пределах микроструктуры (смещенные из положения равновесия атомы, напряженные и деформированные связи, точечные дефекты и т. д.), или дислокации и макроскопические дефекты типа микротрещин и границ раздела между элементами структуры (одномерные и двумерные дефекты). Типично двумерными дефектами являются области несогласованности в местах соприкосновения соседних зерен.

Для осуществления глубоких механохимических превращений необходимо передать твердым реагентам дозу энергии, соизмеримую с энергией кристаллической решетки. Для этой цели использовали сконструированные дезинтеграторы (защищены авторскими свидетельствами), в которых реализуется ударный режим измельчения (Рис. 1).

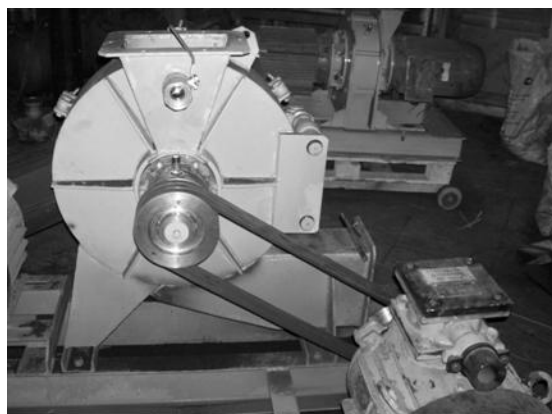


Рис. 1. Промышленные дезинтеграторы производительностью до 6 т/час

Ударный режим характеризуется скоростью вращения дисков и величиной загрузки. В этом случае происходит преимущественно воздействие на материал в виде удара и удара со сдвигом.

На рис. 2 схематично представлена последовательность физико - химических превращений в порошкообразных смесях веществ в условиях обработки в аппаратах ударного действия.

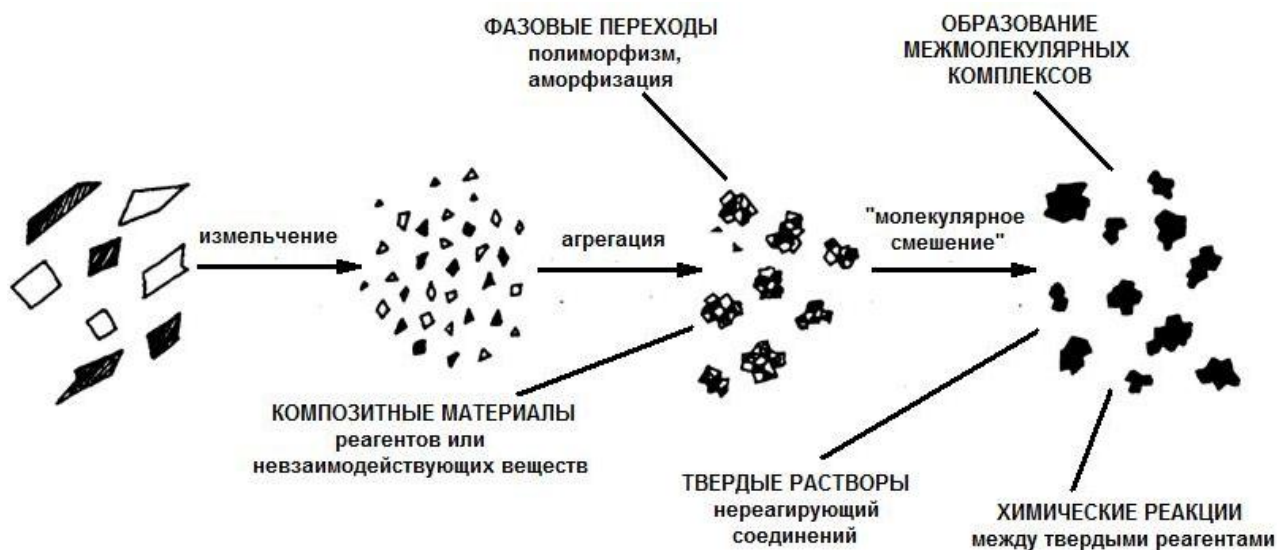


Рис. 2. Последовательность физико- химических превращений веществ

В результате механической обработки смеси твердых веществ образуется четыре вида продуктов:

1. Композитные материалы (агрегаты частиц);
2. «Твердые растворы» химически не взаимодействующих компонентов;
3. Химическое взаимодействие между твердыми реагентами с образованием продуктов реакции;
4. Кристаллические фазы с высокой концентрацией дефектов, повышение их реакционной способности в последующих взаимодействиях.

Интенсивные ударные и ударные со сдвигом воздействия приводят на первом этапе к диспергированию частиц. Затем, при продолжении механического воздействия имеет место агрегация измельченных частиц. Эти дисперсные системы твердых реагентов обладают повышенной реакционной способностью и представляют подготовленную к взаимодействию систему. Дальнейшая механическая обработка может вызвать различные физико-химические превращения от фазовых переходов до химических реакций между веществами. Использование предварительной механической обработки продуктов позволяет интенсифицировать последующие стадии (химическое взаимодействие, спекание и пр.) технологических процессов. Для практического решения задач механоактивации веществ в твердом и жидком состояниях нами разработаны два типа мельниц термодиспергатор-активатор – инструмент современных технологий производства композиционных материалов, эмульсий и пенобетонов.

Измельчение, диспергирование материалов, активацию и смешение компонентов с получением эмульсий и суспензий осуществляется с помощью гидродинамических термодиспергаторов-активаторов (ТДА). В этих устройствах энергия течения жидкой среды преобразуется, с помощью явления кавитации, в процессы физико-химического и теплового воздействия на компоненты и жидкую среду. Для осуществления процесса, гидродинамического преобразования

энергии, нами разработаны конструкции пассивных и активных ТДА (Рис. 3).

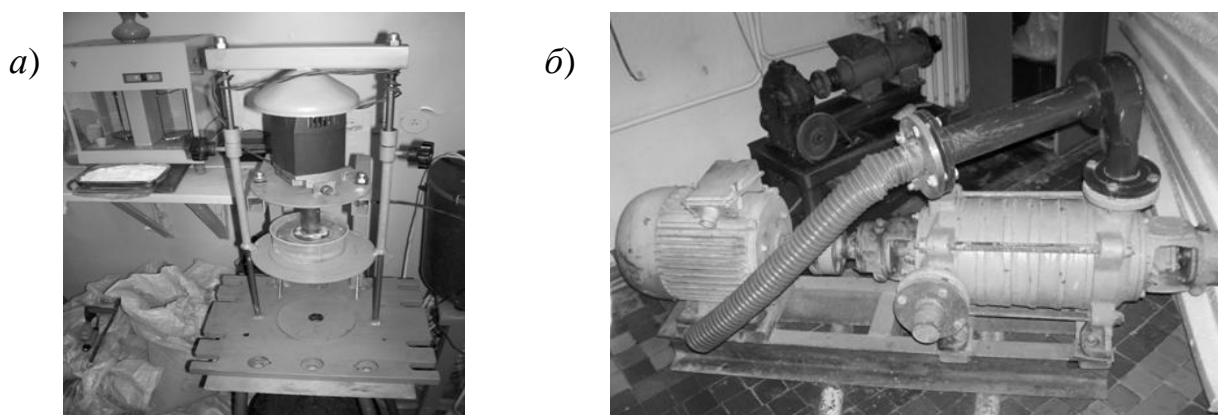


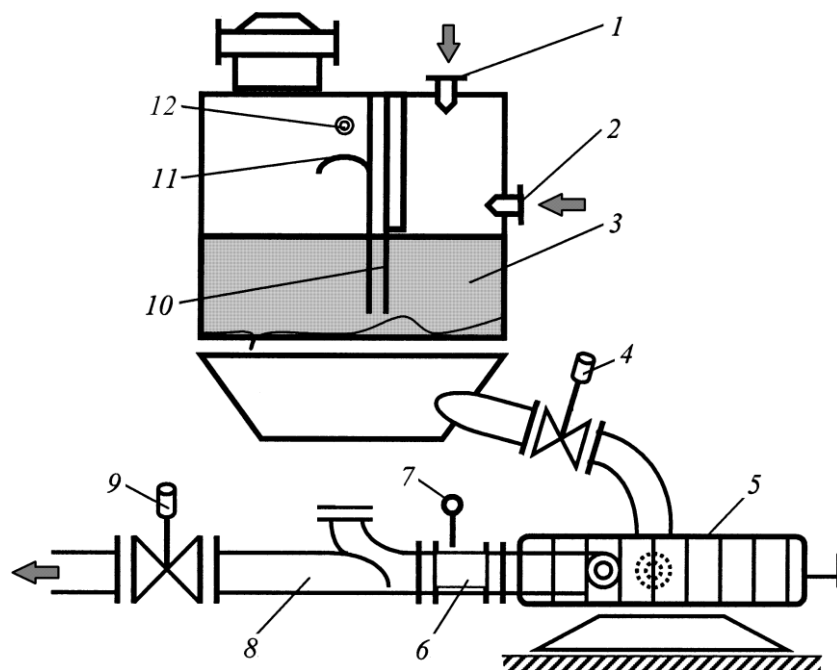
Рис. 3. Вид пассивного (а) ТДА и активного (б) в комбинации с пассивным

В аппарате пассивного воздействия, для осуществления гидродинамического воздействия, используется энергия механического насоса. Активный термодиспергатор-активатор осуществляет операции механического воздействия, активации, нагрева компонентов и жидкой среды, а также осуществляет насосную функцию. На основе ТДА (защищены авторскими свидетельствами) разработаны:

1. Схема и установка гидродинамической активации водоцементной смеси, позволяет образовывать однородные суспензии, диспергировать компоненты суспензий (песок, цемент) и кроме того повышает активность цемента и песка. Обработка водно-цементной смеси и песочной суспензии позволяет сократить расход цемента на 25-30 %.

2. Разработан технологический процесс приготовления битумных эмульсий классов ЭБК-1÷ЭБК-3 с одновременным введением, при необходимости добавок полимеров и пластификаторов, а также получения минеральных смесей обработанных битумной эмульсией. Принципиальная технологическая схема может быть реализована на установке п.1 и исполнена в стационарном или мобильном вариантах на любую заданную производительность с регулируемым составом компонентов эмульсии и минеральной смеси. Приготовление битумной эмульсии производится в термодиспергаторе-активаторе при одновременном смешении, диспергации и усреднении, активации компонентов битумной эмульсии. В результате процесса активации частиц достигается высокая адгезия битумной эмульсии, что снижает ее расход до 20% без снижения качества обработки.

3. Устройство гидродинамической активации цементного раствора или известкового молока (Рис. 4).



- 1 – вход воды; 2 – вход для цемента; 3 – циркуляционная ёмкость;
 4 – регулятор расхода; 5 – гидродинамический диспергатор-активатор;
 6 – вставка супер-кавитатора; 7 – датчик шума; 8 – выход раствора или извест-
 ковой смеси; 9 – регулятор расхода; 10 – разделительная пластина;
 11 – отражатель брызг; 12 – вход от вакуумного регулятора

Рис. 4. Схема гидродинамической активации цементного раствора или известкового молока

В технологии используются оригинальные установки для совместного сухого помола всех компонентов вяжущего и мокрого помола основного наполнителя. В качестве основного наполнителя могут быть использованы песок, сухая зола уноса ТЭЦ и т.п. Технологические характеристики узла диспергации и активации (позиция 5): производительность – 2-18 м³/час; установленная мощность – 18-22 квт; удельные энергозатраты – 0,65 квт на час/тонну сухого материала.

4. Создание теплого жилого фонда, особенно актуальна в современное время для всей нашей «северной» страны, и потребность в дешевом, негорючем и долговечном утеплителе привела к решению использовать для этих целей великолепные теплофизические качества ячеистого бетона. Совершенствование свойств и способов производства ячеистых бетонов идет постоянно. Следует отметить, что в России, на сегодняшний день, увеличивается число предприятий, отдающих предпочтение неавтоклавным пенобетонам. Этот путь, имеет трудно контролируемый технологический процесс и дает низкокачественный пенобетон, и по нашему мнению, не имеет перспективы дальнейшего развития. Несмотря на кажущуюся дешевизну изготовления, получаемый продукт намного уступает автоклавному пенобетону по качественным показателям, а заводы –

по производительности. Экономическая целесообразность развития производства ячеистого бетона автоклавного твердения по ударной технологии доказана многолетним опытом, а достигнутые в массовом производстве показатели продукции соответствуют мировому уровню. В качестве образца, приведем пример производства и использования автоклавного пенобетона в республике Беларусь. Сейчас практически на всех предприятиях производится ячеистый бетон по средней плотности $500-600 \text{ кг/м}^3$, по морозостойкости F35. Белорусские ученые разработали технологию производства теплоизоляционных плит из ячеистого бетона малой плотности – D150-250. Для снижения величины расчетной теплопроводности и увеличения термического сопротивления в них использованы химические добавки СПК 200-400. Благодаря уникальному сочетанию физико-технических свойств утеплитель из плит может успешно применяться для утепления наружных стен и перекрытий, ограждающих конструкций мансард жилых и общественных зданий при их строительстве и реконструкции. Производство автоклавного пенобетона позволит снизить марочную плотность утеплителя до 100 кг/м^3 и выпускать блоки высокой точности, исключая наличие в стенах «мостиков холода» и повышающие теплотехнические свойства стеновых конструкции, что дает существенные экономические выгоды. Но на отечественных заводах достичь такого качества во многом не позволяет устаревшее оборудование и поэтому необходима его коренная модернизация.

С использованием двух типов ТДА создана установка для непрерывного производства ячеистого бетона, в которой независимо от вида сырья, осуществляются высокоэффективные технологические операции:

- измельчения и дробления;
- смешивание и эмульгирование компонентов;
- активации сырья и его диспергирования;
- нагрев обрабатываемой среды;
- обеззараживания и дезинфекция (не термическая).

Осуществление всех этих операций в одном машинном агрегате определяет универсальность разработанной установки. Ожидаемые технико - экономические характеристики такие, как себестоимость продукции, занимаемая площадь, ниже не менее чем в два раза, производительность выше не менее чем в три раза относительно существующих технологий.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ю.М. Баженов, С.И. Баженова, В.А. Алексеев, М.А. Глейзер
*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет*

Аннотация. В работе рассмотрены актуальные способы повышения долговечности бетона для строительства транспортных сооружений: мостов и тоннелей, путем стабилизации однородности структуры цементного камня на макро- и микроуровне. Рассмотрены способы повышенной водо- и паронепроницаемости, морозостойкости и химической устойчивости, которые на прямую зависят от вида, количества и качества пористости бетона. Уделено вни-

вание введению тонкодисперсных и качественно диспергированных микронаполнителей в состав вяжущего, в том числе микронаполнителей, обладающих самостоятельной гидравлической активностью.

Ключевые слова: мост, тоннель, бетон, композиционное вяжущее вещество, микронаполнитель, активная минеральная добавка, долговечность, пористость, структурообразование.

A METHOD OF INCREASING THE DURABILITY OF CONCRETE STRUCTURES FOR SURFACE TRANSPORT WORKS

Yu.M. Bazhenov, S.I. Bazhenova, V.A. Alekseev, M.A. Gleyzer
Moscow State University Of Civil Engineering (National Research University)

Abstract. The paper deals with the current ways to increase the durability of concrete for construction of bridges and tunnels, by stabilizing the uniformity of the structure of cement stone on the macro- and microlevel. The methods of increasing the water tightness, steam tightness, freeze thaw resistance and chemical resistance that depend on the type, quantity and quality of the concrete porosity are considered. Attention is paid to the adding of fine and qualitatively dispersed micro-fillers in the binder, including micro-fillers with independent hydraulicity.

Keywords: bridge, tunnel, concrete, composite binder, micro-filler, active mineral admixture, durability, porosity, structuring

Транспортные сооружения, сооружаемые, а далее эксплуатируемые в Российской Федерации, в основном представляют собой железобетонные конструкции, в которых используется бетон на местных заполнителях. Требования экономической эффективности, предъявляемые к строительным объектам в условиях рыночной экономики, диктуют требования использования бетона. Он же, среди прочего, должен характеризоваться высокими показателями долговечности с целью более продолжительного безаварийного эксплуатационного срока службы, снижения издержек и реализации более короткого цикла капитального ремонта конструкций. Строительство транспортных сооружений ведется с коэффициентами запаса, определяемые действующими нормативными документами, которые регламентируют сроки эксплуатации с учетом действующих нагрузок и особенностей климатических условий региона строительства.

К сожалению, фактическая ситуация, в настоящий момент, в транспортной отрасли такова, что в ряде случаев сооружения подвергаются деструкции, имеют тенденцию к разрушению и требует ремонта до наступления его расчетного срока. В большинстве случаев это связано с непроектными факторами и низкими показателями долговечности бетона, зачастую сопровождающимися обширными очагами коррозии конструкций, что особенно опасно для эксплуатируемых транспортных сооружений, т.к. могут привести к аварийным ситуациям и человеческим жертвам, что является недопустимым фактором и требует немедленного устранения.

Долговечность бетонных конструкций определяется как свойствами и качеством уложенного бетона, так и его способностью противодействовать негативному внешнему воздействию различного рода: нагрузке, температурным

воздействиям в том числе и деформациям, влажностному режиму, химической коррозии, сейсмическим условиям и т.п.

Многочисленные проводимые исследования на кафедре ТВВиБ НИУ МГСУ определили в качестве основного фактора повышенной долговечности бетона такие показатели как стабильная гомогенная структура на макро- и микроуровне, повышенная непроницаемость, морозостойкость и химическая устойчивость, которые в свою очередь зависят от общей пористости и её качественных показателей.

Повышенная плотность структуры бетона, максимально полная степень заполнения порового пространства цементного камня объектами гидратации, как и сама степень гидратации, превалирующее количество замкнутых пор и пониженная капиллярная пористость – всё это способствует высокой долговечности бетона. Кроме того, продукты гидратации цемента, заполняя поровое пространство цементного камня, уменьшают средний радиус капилляров.

Также для повышенной морозостойкости важно наличие в микроструктуре бетона «резервных пор», не заполняемых водой, которые являются резервным объемом для части дополнительного объема воды при процессе замораживания и дополнительном давлении, возникающем при росте кристаллов льда. Благодаря современным методам исследований доказано, что благоприятная микроструктура бетона и оптимальная пористость, способствующая повышенной долговечности, образуется при пониженных значениях В/Ц и ускоренном формировании «каркаса» бетонного камня. Известно, что более быстрые темпы образования такой жесткой микроструктуры в бетоне происходит при оптимальных соотношениях компонентов бетонной смеси, использовании химических и органоминеральных добавок, способствующих повышенной кинетике и качественному росту новообразований цементного камня в процессе твердения.

Особенно перспективно введение тонкодисперсных и качественно диспергированных микронаполнителей в состав вяжущих, что позволяет существенно повысить технические характеристики и долговечность бетона, а соответственно повысить сроки жизненного цикла транспортных сооружений.

В настоящий момент на рынке РФ известно множество минеральных наполнителей. Среди них можно отметить некоторые, особо улучшающих качество бетонной смеси и бетона, такие как микросиликатная пыль, тонкодисперсная карбонатная мука и микроцемент, обладающий способностью к самостоятельному гидравлическому твердению. Наличие вышеуказанных микронаполнителей в состав бетонной смеси позволяет обеспечить качественное заполнение межзерновых пустот цементной матрицы, а также существенно улучшить контактную зону между цементным камнем и наполнителем. [1]

В случае добавления микронаполнителей, обладающих самостоятельной гидравлической активностью, производится дополнительное насыщение дисперсным микронаполнителем межзернового пространства крупных частиц вяжущего, а соответственно повышение плотности и прочности цементного камня за счет дополнительного количества центров кристаллизации и гидратных новообразований.

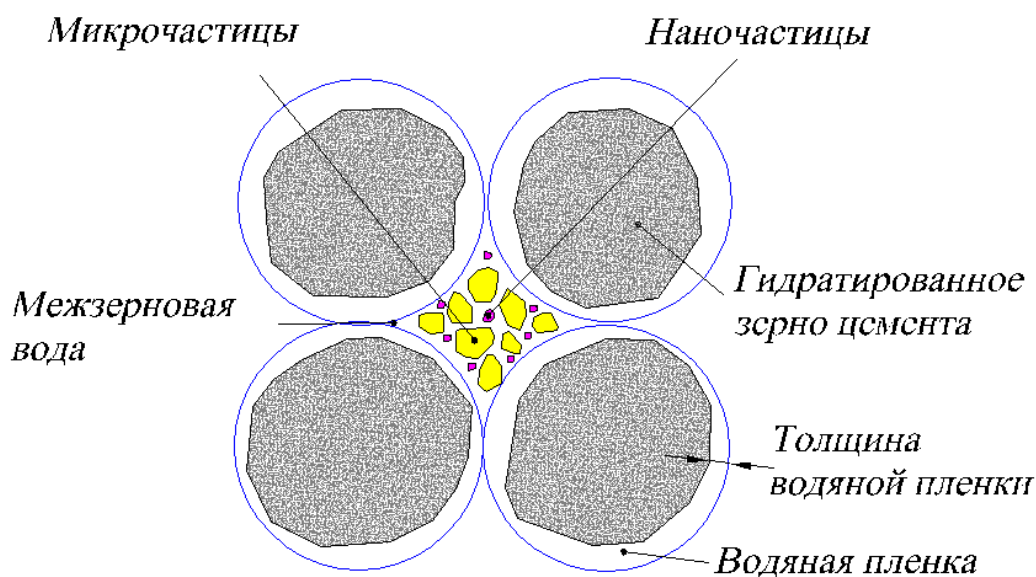


Рис.1. Заполнение межзернового пространства базового цемента микронаполнителями

Данная концепция формирования микроструктуры мелкозернистого бетона за счет оптимизации не только компонентов заполнителя, но и гранулометрического состава, вяжущего позволяет получать высокоподвижные песчаные (безщебёночные) бетоны как на качественном мелком заполнителе, а также на песке, зерновой состав которого выходит за границы, установленные ГОСТ 8736-2014, т.е. даже на некондиционном молоком заполнителе в ряде случаев, что особенно важно при строительстве транспортной инфраструктуры в регионах, не имеющих запасов высококачественных заполнителей. [2-7]

В рамках лабораторных исследований на кафедре ТВВиБ для оптимизации свойств вяжущего вещества в бетонную смесь вводились микронаполнители с различной степенью дисперсности и минеральным составом [3,4,7]. В качестве гидравлически активного микронаполнителя использовались различные марки тонкодисперсного микронаполнителя МСГТ, обладающего способностью к самостоятельному гидравлическому твердению. МСГТ имеет постоянный и плавно изменяющийся гранулометрический состав, стабильный химико-минералогический состав. Таким образом, отличительной особенностью МСГТ является высокая гидравлическая активность (в т.ч. способность образовывать гидросиликаты кальция при реакции с водой без наличия гидроксида кальция в водной фазе), полностью минеральный состав без использования полимеров, оптимизированный состав.

В результате экспериментальных исследований экспериментов, установлена зависимость В/Ц от вида и количества микронаполнителя в составе композиционного вяжущего (Рис.2).



Рис.2. Влияние микронаполнителя на В/Вяз при равной подвижности смеси.

Как видно из рис. 2, бетонные смеси на основе композиционных вяжущих различного состава имеют существенно более низкое водосодержание по сравнению со смесями на базовом портландцементе. Учитывая присутствие в составе композиционных вяжущих минерального микронаполнителя, обладающего высокой гидравлической активностью, бетоны на его основе характеризуются интенсивным набором прочности, который достигает 70% марочной прочности в период до 3 сут., а также соответственно повышенной долговечностью. [7,8]

Выводы.

Проведенные лабораторные исследования показали, что добавление в бетонную смесь микронаполнителя способствует снижению водовязущего отношения в бетонной смеси, а соответственно повышает долговечность бетона на его основе.

Список литературы

1. Астафьев Я.В. Технология получения и основные свойства бетонов из самоуплотняющихся смесей на основе напрягающего цемента: Автореф. Диссертации канд. техн. наук. Брест – 2006. 23с.
2. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны / Научное издание.- М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 368с.
3. Пшеничный Г.Н., Галкин Ю.Ю. О механизме действия высокодисперсных минеральных добавок // Технологии бетонов. 2014. № 11 (100). С. 41–45.

4. Дятлов А.К., Харченко А.И., Баженов М.И., Харченко И.Я. Композиционное вяжущее для мелкозернистых самоуплотняющихся бетонов // Технологии бетонов. 2013. № 3 (80). С. 40–4

5. Алексеев В.А., Харченко А.И., Соловьев В.Г., Никоноров Р.Н. Набрызгбетон в шахтном строительстве// Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 7 (106). С. 780-787.

6. Несветаев Г.В. О методологии оценки эффективности добавок для самоуплотняющихся бетонов // Дни современного бетона: Материалы X Международной научн.- практ. конф. 28-30 мая. Запорожье, 2008. С. 111-118.

7. Алексеев В.А. Баженова С.И., Баженов Ю.М., Баженова О.Ю., Головащенко Н.А., Мирончук Н.С. Модифицированное вяжущее для набрызгбетона // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 5 (1005). С. 18-19.

8. Алексеев В.А. Баженова С.И., Баженов Ю.М., Баженова О.Ю., Мирончук Н.С. Бисембаев Р.С. Добавки с самостоятельной гидравлической активностью для набрызгбетона. // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 8 (1008). С. 61-63.

МНОГОЦЕЛЕВОЙ МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАКРЫТЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Д.В. Беленец, К.П. Позынич

Тихоокеанский государственный университет

Аннотация. С увеличением объема гидромелиоративного строительства, в котором используются в основном тяжеловесные железобетонные изделия как для сооружения оросительных систем, так и для осушения переувлажненных и заболоченных земель, возрастает и объем погрузочно-разгрузочных работ. Значительная трудоемкость погрузочно-разгрузочных работ требует максимальной механизации этих процессов, создания здоровых и безопасных условий труда для предотвращения аварий и несчастных случаев на водохозяйственном строительстве.

Ключевые слова: *манипулятор, трубы, траншея, укладка, стыковка, навесное оборудование.*

MULTIPURPOSE MANIPULATOR FOR THE CONSTRUCTION OF A CLOSED PIPELINE

D.V. Belenets, K.P. Pozynich

Pacific national University

Abstract. With the increase in the volume of irrigation and drainage construction, which uses mainly heavy concrete products for the construction of irrigation systems, and for the drainage of wetlands and wetlands, and increases the volume of loading and unloading. Significant labor intensity of loading and unloading operations requires maximum mechanization of these processes, creation of healthy and safe working conditions to prevent accidents and accidents in water construction.

Keywords: *manipulator, pipes, trench, laying, docking, attachments.*

Современное состояние технологии строительства делает необходимым поэтапное решение проблемы интенсификации строительства. На первом этапе, в

условиях, когда производство работ не предусматривает использование роботов, целесообразно широкое применение машин с многоцелевым рабочим оборудованием и специализированных манипуляторов с автоматизированным управлением оператором. На втором этапе, когда технология строительного производства трансформируется в технологию, полностью учитывающую возможности роботизации, целесообразно широкое и эффективное использование роботов.

На современном этапе многоцелевые машины и строительные манипуляторы с ручным или автоматизированным управлением позволяют успешно решить ряд актуальных производственных задач. Машины такого типа существенно проще в конструкции, значительно дешевле роботов, позволяют решать все первоочередные задачи сегодняшнего дня: повысить производительность труда, существенно сократить материальные, энергетические и трудовые затраты, сократить травматизм, снять людей с выполнения утомительных, трудоёмких и не престижных ручных операций.

Целью данной работы является исследование возможностей применения манипулятора для подачи, укладки и стыковки труб, который входит в комплект машин и приспособлений для строительства закрытых дренажных систем, оросительных систем, напорных магистралей и т.д. и может применяться для разгрузки труб из транспортных средств и их складирования, подачи в траншею, укладки, стыковки и расстыковки.

Наиболее приемлемы для подачи труб в траншею поворотные краны на базе гусеничных тракторов и другие подъёмно-транспортные машины, имеющие хорошую проходимость, манёвренность и достаточную грузоподъёмность, а также гидравлические погрузчики-экскаваторы, которые могут одновременно отрывать приямки для раструбных или муфтовых соединений труб.

Проведённый нами анализ показал, что для подачи труб используют специальные стропы («полотенца»), крюки захваты, траверсы, манипуляторы (рис.1). «Полотенца» и захваты, фиксирующие трубу за оба конца, менее удобны, чем используемые для подачи относительно коротких труб крюки или клещевые захваты либо используемые для подачи длинных труб траверсы с двумя клещевыми захватами. Клещевые захваты могут быть регулируемы на разные диаметры труб и иметь дистанционное управление. Управляемые клещевые захваты, поворачиваемые в вертикальной и горизонтальной плоскостях (манипуляторы), позволяют производить подачу труб без помощи стропальщика.

Поданные в траншею трубы стыкуются. При стыковке трубы поджимают друг к другу; стык уплотняют просмоленным пеньковым жгутом или резиновым кольцом и цементной обмазкой либо с помощью ленточного бандажа; проводят контроль и рихтовку положения труб; приямки и пазухи у нижней части труб заполняют грунтом и уплотняют.

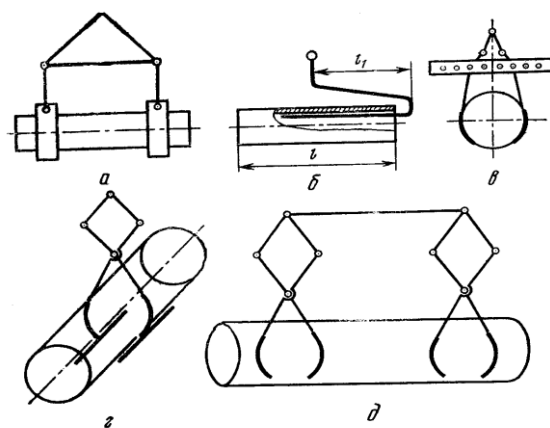


Рис. 1. Приспособления для подъёма труб: а – траверса с двумя «полотенцами»;
 б – крюк, $l_1 \geq \frac{l}{2}$; в, г, д – клещевые захваты.

Типовые схемы стыковки труб раструбного типа безнапорных трубопроводов после подачи их в траншею, а также натяжные устройства для торцевого поджима труб приведены на рис. 2.

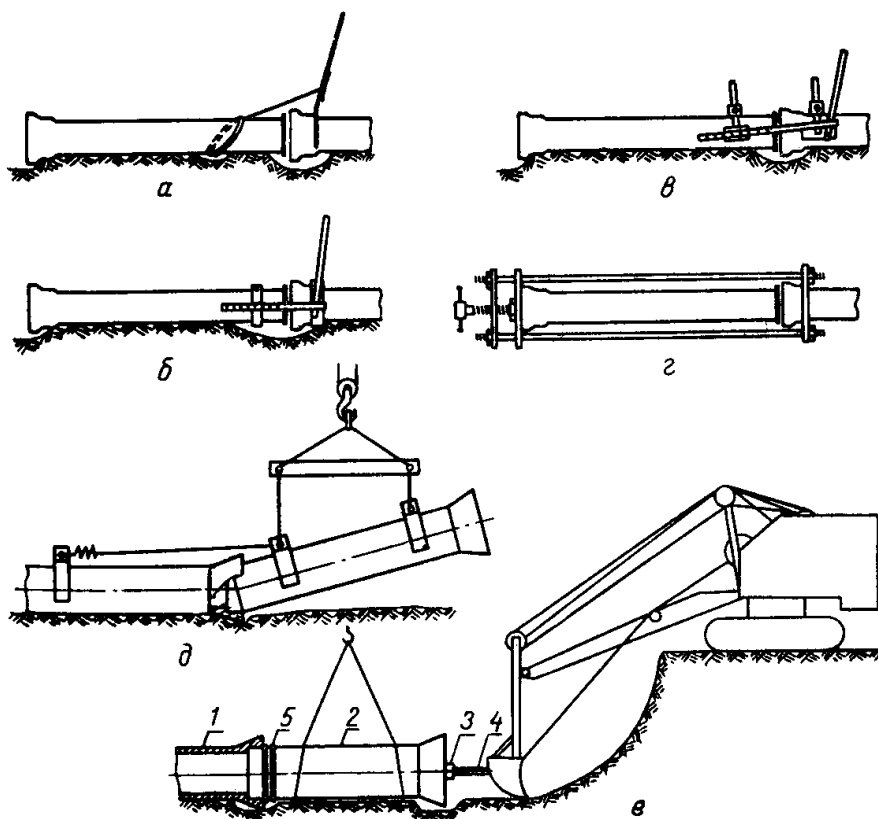


Рис. 2. Схемы стыковки труб: а – рычажно-тросовая; б, в – рычажно-реечная; г – винтовая; д – с применением специальной траверсы и упругой тяги; е – при помощи ковша экскаватора; 1 – уложенная труба; 2 – укладываемая труба; 3 – деревянный брус; 4 – реечный домкрат; 5 – резиновое кольцо

Погрузку и выгрузку труб, укладку их на дно траншеи и стыковку предлагается выполнять с помощью оборудования к серийно выпускаемому экскаватору (рис. 3), состоящего из навесного оборудования, гидросистемы и противовеса.

Характеристики манипулятора:

Техническая часовая производительность, м /ч	50
Укладываемые трубы	чугунные ГОСТ 21053-75
Условный проход трубы, мм	150-326
Длина трубы, м	4-6
Глубина укладки труб, м	до 2,6
Вылет трубы от оси вращения экскаватора, м	6,5
Масса оборудования, кг	800
Обслуживающий персонал, человек	3

Навесное оборудование манипулятора служит разгрузки труб из транспортных средств и их складирования, подачи в траншею, укладки, стыковки и расстыковки.

Конструкция навесного оборудования (рис. 4) представляет собой верхнюю траверсу состоящую из механизма поворота рабочего оборудования и нижнюю траверсу с двумя захватами, причём один захват установлен на конце консоли траверсы неподвижно, а второй смонтирован на ползуне, перемещающемся по наружной поверхности траверсы посредством гидроцилиндра.

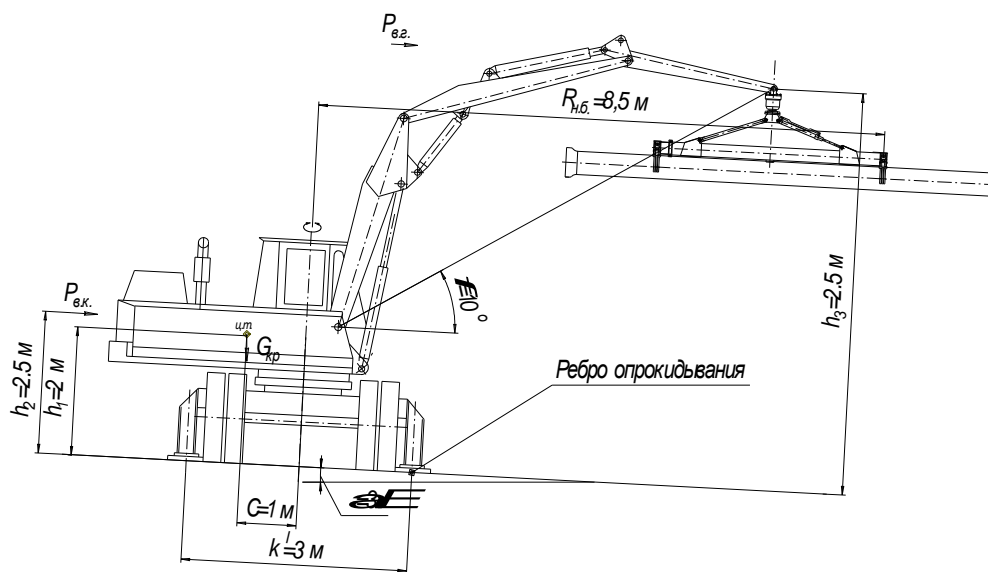


Рис.3. Общий вид и параметры многоцелевого манипулятора (в рабочем положении)

Нижняя траверса представляет собой телескопическую раму, на обоих концах которой жёстко прикреплены клещевые захваты, с помощью которых осуществляется захват, стыковка и расстыковка труб. Перемещением подвижно-

го захвата и производится стыковка (расстыковка) труб. Захват последних осуществляется посредством двух гидроцилиндров.

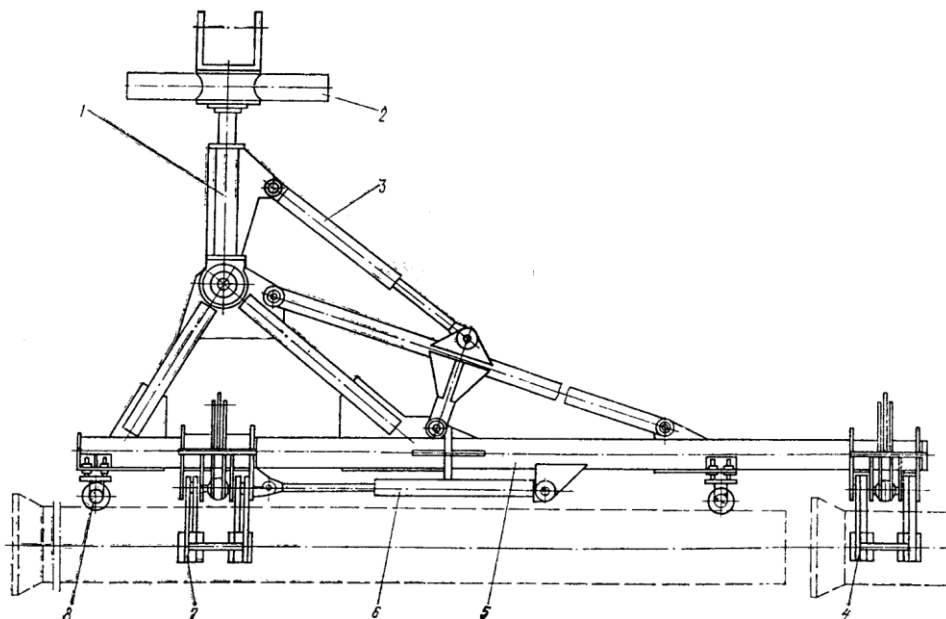


Рис. 4. Навесное оборудование для подачи, укладки и стыковки труб: 1 – амортизатор; 2 – поворотная головка; 3 – гидроцилиндр перекоса траверсы; 4 – неподвижный захват; 5 – траверса; 6 – гидроцилиндр механизма стыковки; 7 – подвижный захват; 8 – ограничивающие ролики

Особенностью данной конструкции является расположение нижней траверсы симметрично относительно верхней траверсы, что позволяет практически исключить воздействие крутящих моментов на рукоять и стрелу экскаватора, обеспечив, таким образом, полноповоротную работу манипулятора.

Параметры многоцелевого манипулятора, включая выбор базовой машины, назначены нами по результатам проверки его грузовой устойчивости. Грузовая устойчивость рассчитывается при работе экскаватора с грузом на максимальном вылете при стреле, перпендикулярной ребру опрокидывания (продольной оси экскаватора, рис. 3). При этом уклон местности и ветровая нагрузка рабочего состояния способствует опрокидыванию экскаватора. Учитывается возможность совмещения операций подъема или опускания груза с поворотом экскаватора.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

С.В. Вакуленко, А.А. Грибанов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. Проектирование инженерных систем общественных зданий – это важный и ответственный этап «жизни» объекта. От того как детально, продуманно и качественно будет выполнен проект зависит не только качество дальнейшего строительства/реконструкции, но и надежность дальнейшей эксплуатации и обслуживания.

Говоря о проектировании инженерных систем, необходимо уточнить о какой именно идет речь. Далее пойдет речь о системе электроснабжения, а также ее возможные взаимодействия с другими и интеграция в объект.

С точки зрения применения САПР для проектирования инженерных систем за последнее время уже был сделан серьезный шаг. Таковым можно считать создание и внедрение в проектные организации таких программ как NanoCAD Electro и Revit. Но применение даже такого современного программного обеспечения (далее ПО) не дает того результата, который может быть достигнут с использованием технологий, которые уже существуют на сегодняшний день. Современная технология (технологический процесс) проектирования – несовершенен и в ближайшем будущем его качество может быть улучшено на порядок при применении современных технологий. О том, какие технологии возможно применить и как это сделать и пойдет речь далее.

Ключевые слова: *проектирование инженерных систем, технологический процесс, облака точек, виртуальная реальность, дополненная реальность.*

PROSPECTS OF PUBLIC BUILDINGS ENGINEERING SYSTEMS PROJECT ENGINEERING DEVELOPMENT

S.V. Vakulenko, A.A. Gribanov

Polzunov Altai State Technical University

Annotation: Public buildings engineering systems project engineering is a very important and responsible phase of building “life”. The quality of project influences not only on the quality of further building or reconstruction of the object but also the safety of the future building and exploitation depends on project quality.

When we speak about engineering systems we should specify about what exact system we are talking. My article is about the power supply system and its interactions between other systems and integration into building.

Nowadays a serious step has been taken in using of CAD systems. I mean that NanoCAD Electro and Revit programs has been created and integrated in the technological process in project organizations. But using also such high-technological programs doesn't give the highest result that can be reached today using actual technologies.

Present technological process of project engineering is imperfect and its quality can be improved using actual technologies. In this article I will speak about these technologies and how we can use them in process of engineering systems project engineering.

Keywords: *engineering systems project engineering, technological process, cloud of points, virtual reality, augmented reality.*

1 Технологии

Технологии, которые возможно применить для оптимизации процесса проектирования инженерных систем общественных зданий:

- Облака точек;
- 3D-сканирование;
- Технология виртуальной реальности (VR);
- Технология дополненной реальности (AR);
- Режим совместной работы при проектировании.

1.1 Облака точек

Облако точек — набор вершин в трёхмерной системе координат. Эти вершины, как правило, определяются координатами X, Y и Z и, как правило, предназначены для представления внешней поверхности объекта.

Облака точек создаются 3D-сканерами и фотограмметрическими методами обработки изображений. 3D-сканеры в автоматическом режиме замеряют большое количество точек на поверхности сканируемого объекта и зачастую генерируют на выходе облако точек в виде цифрового файла данных. Таким образом, облако точек представляет собой множество точек, полученных в результате 3D-сканирования объекта.

В результате процесса трёхмерного сканирования облака точек используются для многих целей, в том числе для создания трёхмерных CAD-моделей. Это позволяет перенести отсканированную архитектуру здания в трёхмерную CAD-модель [1].

1.2 3D-сканирование

3D-сканер — периферийное устройство, анализирующее форму предмета и на основе полученных данных создающее его 3D-модель.

3D-сканеры делятся на два типа по методу сканирования:

– Контактный, такой метод основывается на непосредственном контакте сканера с исследуемым объектом;

– Бесконтактный;

– Активные сканеры: излучают на объект некоторые направленные волны и обнаруживают его отражение для анализа: чаще всего используется светодиодный или лазерный луч, реже — рентгеновские лучи, инфракрасное излучение или ультразвук;

– Пассивные сканеры: не излучают ничего на объект, а полагаются на обнаружение отражённого окружающего излучения. Большинство сканеров такого типа обнаруживает видимый свет — легкодоступное окружающее излучение.

Полученные методом сканирования 3D-модели в дальнейшем могут быть обработаны средствами САПР и, в дальнейшем, могут использоваться для разработки технологии изготовления (CAM) и инженерных расчётов (CAE) [2].

1.3 Технология виртуальной реальности (VR)

Виртуальная реальность (VR) — искусственная среда, воспринимаемая органами чувств человека, в которой визуальная, аудиальная, тактильная, вкусовая или обонятельная информация генерируется компьютером в реальном времени и заменяет информацию из материальной реальности. VR обычно характеризуется визуальной или звуковой изоляцией пользователя от его реального окружения [3].

1.4 Технология дополненной реальности (AR)

Дополненная реальность (AR) — воспринимаемая органами чувств человека среда, в которой визуальная, аудиальная, тактильная, вкусовая или обонятельная информация от физических объектов и явлений дополнена привязанными к ним цифровыми данными, генерируемыми компьютером в реальном

времени. Чаще всего под дополненной реальностью понимается среда, в которой на физические объекты в поле зрения человека наложена компьютерная графика в виде двухмерных и трёхмерных моделей, выделения объектов любым графическим способом или буквенно-цифровыми подписями. Дополненная реальность воспринимается с помощью технических средств, таких как смартфоны, смарт-очки, шлемы, наушники, проекционные системы [3].

1.5 Режим совместной работы при проектировании

1.5.1 Режим совместной работы в Revit

Процедура организации совместного доступа включает в себя создание на основе существующей модели главного файла проекта, называемого моделью из хранилища.

Модель из хранилища хранит всю текущую информацию о владельцах всех элементов в проекте и служит центром распределения всех изменений, внесенных в модель. Все пользователи должны сохранять собственные локальные копии модели из хранилища, редактировать их в рабочем пространстве на своих локальных компьютерах, а затем выполнять операцию синхронизации с файлом хранилища для публикации своих изменений в модели из хранилища, чтобы другие пользователи могли видеть их работу [4].

1.5.2 BIMcloud – Teamwork для архитекторов

GRAPHISOFT BIMcloud включает в себя один централизованный Менеджер BIMcloud, любое количество BIMcloud Серверов и любое количество Клиентов BIMcloud (ARCHICAD, BIMx и т.д.), подключающихся через Менеджер BIMcloud. BIMcloud можно развернуть как локально (на основе любых публичных или частных сетей), так и путем интеграции с централизованными ИТ-системами организаций (например, "Активными Директориями").

Менеджер BIMcloud - это центральный компонент Решения GRAPHISOFT BIMcloud, отвечающий за подключение всех остальных компонентов независимо от мест их расположения. Непосредственно в Менеджере BIMcloud не размещаются никакие BIM-данные. Он содержит только единый интегрированный список всех BIMcloud Серверов, Проектов BIMcloud и Пользователей BIMcloud с настроенными для них ролями и правами доступа.

На BIMcloud Серверах размещаются BIM-проекты, доступные для клиентов (ARCHICAD или BIMx).

BIM-проекты можно свободно перемещать между BIMcloud Серверами, подключенными к одному Менеджеру BIMcloud.

Аппаратное обеспечение BIMcloud Сервера можно быстро заменить без риска возникновения каких-либо сбоев в рабочем процессе.

Данные BIM-проектов хранятся и обрабатываются только на том BIMcloud Сервере, на котором располагается проект.

Клиенты BIMcloud могут подключаться к размещенным на BIMcloud Серверах проектам и редактировать их данные через интерфейс Менеджера BIMcloud. В роли Клиентов BIMcloud могут выступать настольные и портативные компьютеры, а также мобильные устройства (планшеты или смартфоны), находящиеся в любой точке мира [5].

2 Объединение технологий для создания оптимального технологического процесса проектирования инженерных систем

В качестве подтверждения тезиса статьи необходимо описать технологию/технологический процесс, который наиболее рационально применял доступные технологии.

Разберем два варианта: реконструкция здания или строительство нового.

В первом случае технологический процесс выглядел бы следующим образом:

1. Анализ и сканирование здания при помощи 3D сканера;
2. Создание облака точек;
3. Интегрирование его в САД среду;
4. Проектирование инженерных систем в режиме виртуальной реальности (в том числе совместная работа инженеров смежных систем);
5. Анализ в виртуальной реальности на предмет ошибок ответственным инженером;
6. Перенос элементов виртуальной реальности в среду дополненной реальности;
7. На объекте с помощью технологии дополненной реальности: инженер проверяет на технологические ошибки, Заказчик проверяет на соответствие проекта всем условиям договора.

В случае строительства нового объекта видоизменяются только первые этапы, в следствие чего получаем следующий алгоритм:

1. Анализ и отрисовка объемных планировок архитекторами;
2. Интегрирование планов в САД среду;
3. Проектирование инженерных систем в режиме виртуальной реальности (в том числе совместная работа инженеров смежных систем);
4. Анализ в виртуальной реальности на предмет ошибок ответственным инженером;
5. Перенос элементов виртуальной реальности в среду дополненной реальности;
6. На объекте с помощью технологии дополненной реальности: инженер проверяет на технологические ошибки, Заказчик проверяет на соответствие проекта всем условиям договора (в случае, если объект к моменту завершения проектирования еще не достроен, то последний пункт также выполняется в VR-среде).

Необходимо подробнее остановиться на пункте о совместном проектировании в VR-среде. Для этого необходимо, как минимум, переработанное под VR программное обеспечение, такое как: Revit или NanoCAD.

Процесс проектирования при этом выглядит таким образом:

– проект и архитектурная подоснова проекта размещена на главном сервере организации;

– проектировщик или инженер (в зависимости от прав, выделенных ему) подключается к проекту с помощью своего клиента (клиенты имеют строгую

специализацию, например Электро, СКС, ОПС и т.д.; просмотр смежных систем доступен всем в режиме реального времени);

- проектировщик перемещает камеру в свободном режиме или режиме следования по помещениям здания, размещает оборудование своих систем с помощью инструментов, доступных для конкретного ПО;

- организует взаимодействие оборудования, прикрепленного (интегрированного) в архитектуре здания (посредством соединения линиями, проработкой узлов);

- так как одновременно на одной архитектуре могут работать специалисты разных систем, то может быть доступна функция отображения/неотображения других пользователей, что позволит контролируемо взаимодействовать со смежными системами, что, в свою очередь, поможет определить ошибки взаимодействия на ранних этапах проектирования;

- также при наличии проработанной библиотеки оборудования, будет доступен программный анализ режимов работ и состояния оборудования при различных режимах, что поможет скорректировать параметры оборудования и избежать проблем в будущем.

3 Актуальность технологического процесса и условия его внедрения

Описанный технологический процесс должен иметь определенный смысл для реализации, так как капиталовложения на разработку и внедрение его колоссальны по нынешним меркам.

Технологический процесс, описанный в данном тезисе, необходим для:

- повышения уровня надежности инженерных систем;
- анализа и прогнозирования оборудования здания;
- экономии ресурсов, как денежных, так и материалов – при данном проектировании минимизируется вероятность ошибки (в том числе если считать отсутствие резерва на перспективное развитие здания за ошибку);

- повышения детализации проработки проектов, что делает быстрее последующий этап согласования, монтажа, пуско-наладки, содержания объекта.

Условия, необходимые для появления данной технологии:

- появление спроса на детализированные проекты, на экономию ресурсов;
- проекты, разработанные по данной технологии, требуют квалифицированности специалистов и больших временных затрат;
- переобучение специалистов;
- для рационального использования размеры объекта должны быть весомами.

Вывод

Подводя итоги, необходимо отметить, что мною предложен не утопический технологический процесс, а наиболее оптимальный сценарий применения технологий, существующий на сегодняшний день. Есть ряд глобальных препятствий на пути внедрения данной технологии, но, если внедрить ее в проектные и монтажные организации, то это однозначно выведет проектирование на новейший уровень проектирования.

Список литературы

1. Облако точек. Материал и Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс] : интернет-ресурс. – Москва, 2018. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. 3D-сканер. Материал и Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс] : интернет-ресурс. – Москва, 2018. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki>
3. Голографика. Дополненная и виртуальная реальность в умных городах: как это может быть [Электронный ресурс] : интернет-ресурс. – Москва, 2018. – Режим доступа : <https://holographica.space/articles/ar-vr-smart-cities-11731>
4. Autodesk knowledge network. Продукты Revit. Разрешение совместной работы [Электронный ресурс] : интернет-ресурс. – Москва, 2018. – Режим доступа : <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/RUS/Revit-Collaborate/files/GUID-3896288A-0729-4C41-A67D-4FA970DF3E43-htm.html>
5. GRAPHISOFT. BIMcloud – Teamwork для архитекторов [Электронный ресурс] : интернет-ресурс. – Москва, 2018. – Режим доступа : <https://www.graphisoft.ru/bimcloud/overview/>

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛОБОИДНОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПОВЫШЕННОЙ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

А.Б. Виноградов, Р.С. Сатретдинова

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Аннотация. Приводим результаты исследований глобоидной передачи с повышенной нагрузочной способностью. Поверхность витков червяка в таком зацеплении формообразуется плоскостью абразивного круга при номинальных станочных наладках. Угол наклона оси круга по отношению к оси вращения стола станка постоянен. Колесо нарезается глобоидной фрезой с производящей поверхностью, идентичной боковой поверхности витков червяка. Передача имеет криволинейный выпукло-вогнутый контакт на одной половине зуба и прямолинейный, копирующий станочное зацепление, на другой.

Ключевые слова: *глобоидная передача, две зоны зацепления, термический метод локализации, нагрузочная способность.*

TO THE QUESTION OF THE APPLICATION OF THE GLOBOUS TRANSMISSION WITH IMPROVED LOADING CAPACITY IN CONSTRUCTION TRANSPORT SYSTEMS

A.B. Vinogradov, R.S. Satretdinova

*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering
(Sibstrin)*

Annotation. We present the results of studies of globoid transmission with increased load capacity. The surface of the turns of the worm in such an engagement is formed by the plane of the abrasive wheel at the nominal machine adjustments. The angle of the circle axis with respect to the

axis of rotation of the machine table is constant. The wheel is cut by a globoid cutter with a producing surface identical to the lateral surface of the turns of the worm. The transfer has a curved, convex-concave contact on one half of the tooth and a straight-line, copying machine tool gearing, on the other.

Keywords: *globoid transfer, two zones of entanglement, thermal localization method, load capacity.*

Значительная часть используемой энергии в машиностроении преобразуется в механическую работу с использованием зубчатых передач, применяемых в приводах. Выбор типа привода, его рациональная компоновка и проектирование в значительной степени определяют возможность получения оптимальных технико-экономических и эксплуатационных характеристик будущей машины. К числу наиболее важных показателей соответствующих требованиям сбережения энергоресурсов относят металлоемкость и габариты машин и их элементов, виброакустическую активность, безотказность и долговечность, точность передачи преобразуемых параметров, возможность широкомасштабного применения способов изготовления, стоимость. Поэтому совершенствование зубчатых передач в машиностроении является одной из важнейших народнохозяйственных задач.

В настоящее время в механизмах и машинах доминирующее положение среди глобоидных зацеплений занимают классическая и модифицированная передачи. Однако они не соответствуют предъявляемым к глобоидным передачам основным требованиям из-за неудовлетворительной геометрии зацепления и технологии изготовления звеньев передач. В таких передачах вместо требуемого рабочего участка зуба 100 % площади его боковой поверхности, она составляет только 40-50 %. Это указывает на существование резерва нагрузочной способности.

На кафедре «Технология и организация строительства» Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета проведены теоретические и экспериментальные исследования по применению глобоидной передачи с повышенной нагрузочной способностью в строительных транспортных системах. Передача составлена из закаленного и прошлифованного плоскостью червяка и сопряженного с ним колеса с номинальными станочными наладками.

В такой передаче реализуется двойное поле зацепления, обеспечивающее благоприятные условия для гидродинамической смазки рабочих поверхностей зубьев и рациональный по теплопередаче силовой контакт. Передача имеет высокие показатели, перечисленные выше.

Испытание редуктора производилось в два этапа. На первом этапе осуществлялась приработка передачи, начиная с нагрузки 1000 Нм. Величина нагрузки последующей ступени увеличивалась на 15-20 % от первоначальной. После стабилизации температуры смазки и КПД осуществлялся переход к следующей ступени. Приработка на ступени заканчивалась либо после достижения стабильных КПД и температуры, либо после регистрации увеличения КПД. Процесс приработки прекращался при нагрузке, лимитируемой максимально допустимой температурой смазки в условиях охлаждения редуктора. Снижение

КПД в этом случае не наблюдалось. Отмечено, что, несмотря на достижение температурного предела смазки, процесс заедания рабочих поверхностей зубьев не развивался. Визуальный контроль также подтверждал неизменное состояние зоны контакта. Очевидно, высокая нагрузочная способность в условиях повышенной температуры масла это уникальное свойство глобоидной передачи со шлифованным червяком. В целом первый этап длился 83 часа. На рис. 1 приведена картина пятна контакта, зафиксированного на одной из контрольных ступеней.



Рис. 1. Пятно контакта после 34 часов приработки

Второй этап испытаний производился в той же последовательности, что и первый. Разница заключалась в том, что после стабилизации температуры масла на каждой ступени нагружения, время работы передачи увеличивалось до 4–6 часов (рис. 2).

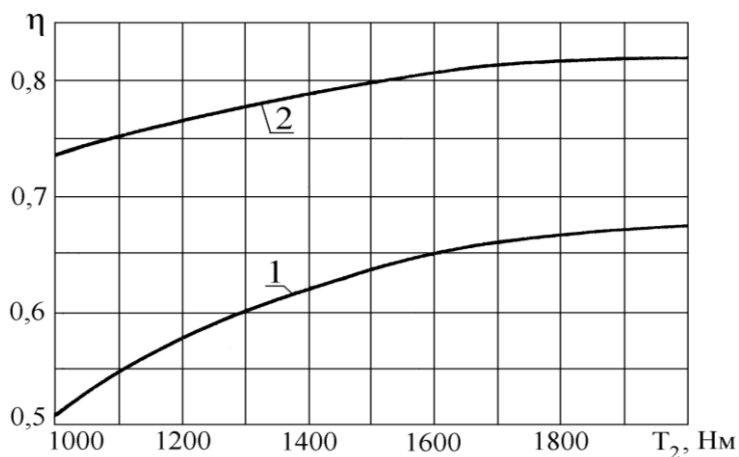


Рис. 2. Коэффициент полезного действия:
1 – в период приработки; 2 – в период основных испытаний

Результаты испытаний свидетельствуют, что КПД опытной передачи при номинальном нагружении выше КПД модифицированной стандартной переда-

чи на 12 %; крутящий момент на валу колеса после приработки превышал номинальное значение в 1,7 раза; дополнительные испытания на перегрузку показали отсутствие следов задиров и «заеданий» рабочих поверхностей звеньев передачи.

Превышение КПД и нагрузочной способности в значительной мере обусловлены благоприятными геометро-кинематическими условиями контакта рассмотренной глобоидной передачи. Одновременное наличие двух полей контактных линий (зоны контакта $\Phi 1$ и $\Phi 2$ рис. 3, а), распространенных на всю ширину зуба колеса, является благоприятным фактором с точки зрения отвода тепла, возникающего от трения в зацеплении. Встречное движение двух кинематически благоприятно ориентированных контактных линий по зубу колеса от его торцевых кромок к середине (рис. 3, а, б) создает замкнутый объем смазки с повышенным гидродинамическим давлением, что способствует минимизации сухого и полусухого трения. Поскольку изгибная жесткость участков зуба колеса, расположенных у торцов меньше жесткости средней части зуба, то контактные линии в момент прохождения горловинной зоны червяка воспринимают большую долю нагрузки передачи. Так как приведенная кривизна в точках контакта горловины имеет наименьшие значения (рис. 3, в), то сопряженность средней части поля зацепления имеет исключительно большое значение. Обеспечение «преимущественного» контакта в горловинной зоне поля зацепления аналогично преднамеренному смещению пятна контакта для «затягивания» смазки к выходу витка из зацепления в цилиндрической червячной передаче, как это практикует известная фирма «Харлойд».

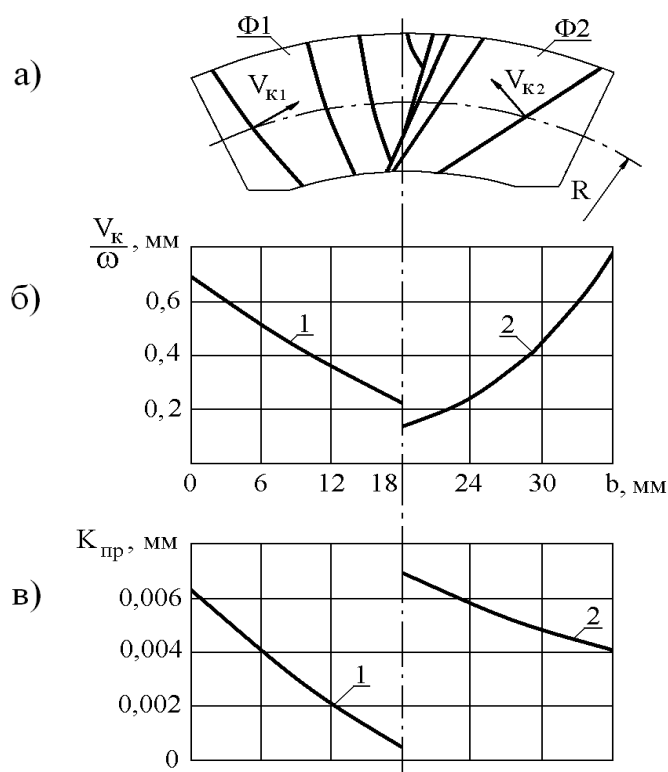


Рис. 3. Геометро - кинематические характеристики зацепления

Для уменьшения вредного влияния погрешностей изготовления и сборки, а также ускорения прирабатываемости рабочих поверхностей зубьев применен новый, термический метод локализации зацепления по длине червяка в зоне его горловины. Поставленная цель достигается тем, что при обработке зубчатого колеса используется червячная фреза, торец которой, соответствует входу в зацепление. Нагревается и одновременно охлаждается другой торец. При обработке витков сопряженного червяка производится нагрев торца, соответствующего выходу из зацепления, и одновременно охлаждается другой торец. Данный способ обеспечивает в передаче различное положение и разную степень локализации контакта по длине червяка, в зависимости от интенсивности нагрева и охлаждения торцов червяка и фрезы. В результате точечное зацепление становится управляемым.

В качестве примера образования передачи по предложенному способу взята глобоидная пара с межосевым расстоянием 160 мм. Колесо передачи нарезается червячной фрезой, производящая поверхность которой образуется при одних и тех же станочных наладках, что и рабочая поверхность витков червяка.

Результаты механической обработки поверхностей витков червяка и фрезы при температурном воздействии на торцы витков для предельного варианта температур, а также оптимального варианта сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Технологические параметры обработки фрезы и звеньев глобоидных передач

Наименование	Параметр	Варианты образования глобоидной передачи					
		1		2		3	
		Вход	Выход	Вход	Выход	Вход	Выход
Фреза	t, °C	330	-215	330	-215	330	-16
	Δ, мм	0,10	0,07	0,10	0,07	0,16	0
Червяк	t, °C	-	-	-215	330	-16	330
	Δ, мм	-	-	0,04	0,13	0	0,17
Передача	Δ, мм	0,10	0,07	0,14	0,20	0,16	0,17
	l, мм	53		37		44	

При образовании глобоидной передачи по варианту 1 обрабатывается только фреза. Величина и положение точки контакта в передаче определены температурными деформациями витков фрезы.

Вариант 2 демонстрирует максимальную локализацию с червяком и фрезой, обработанными с предельными значениями температур (рис. 4).

Вариант 3 показывает возможность получения пятна контакта в горловине червяка (l = 44 мм) при замене криогенного охлаждения, охлаждением водой с температурой + 4 °C (рис. 5).

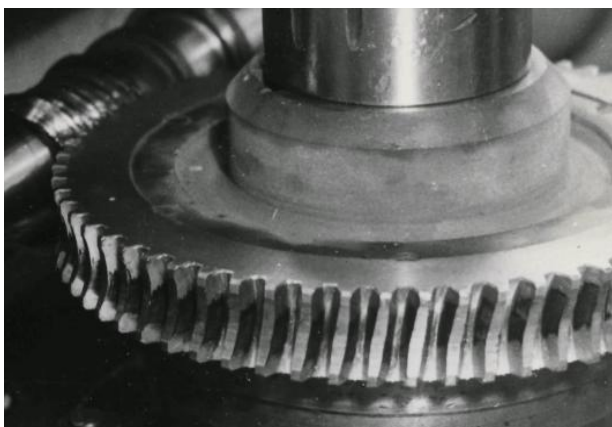


Рис. 4. Проверка качества изготовления элементов зацепления на “краску”

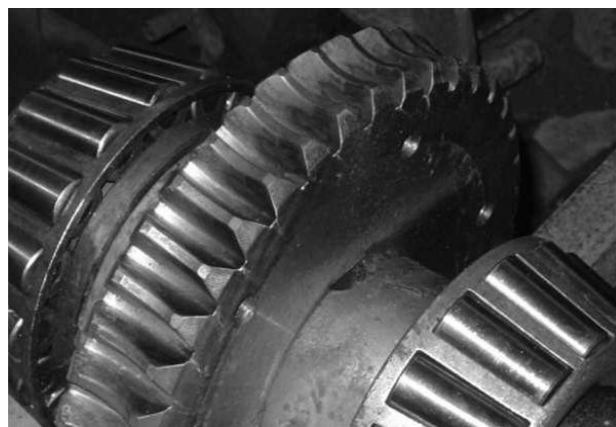


Рис. 5. Пятно контакта на зубе колеса передачи после минутной работы лифтового редуктора

Использование термического метода локализации позволяет из касания по винтовой линии производящего червяка с витками рабочего червяка фактически иметь одну точку, расположенную в средней или другой зоне поля зацепления, что обеспечивает локализацию контакта по длине зуба колеса. Глобоидная передача, составленная из данного рабочего червяка и колеса, нарезанного данной фрезой, не чувствительна к монтажным погрешностям. Это гарантирует высокую нагрузочную способность и КПД.

Полученные результаты свидетельствуют, что технический уровень редукторов, изготовленных на базе исследованной передачи, высший по сравнению со стандартными (таблица 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка технического уровня глобоидных редукторов

Вид глобоидной передачи	Критерий γ , кг/(Нм)	Качественная оценка технического уровня редуктора (ГОСТ16162 «Редукторы зубчатые. Общие технические условия»)
Классическая	$> 0,2$	Низкий; редуктор морально устарел (0,1...0,2)
Модифицированная	0,17	Средний; в большинстве случаев производство экономически неоправданно (0,06...0,1)
Исследованная	0,055	Высший; редуктор соответствует рекордным образцам ($< 0,06$)

В настоящее время, апробация исследованной глобоидной передачи производится в редукторах грузовых лифтов и башенных кранах. Километраж пробега редукторов превысил вдвое среднестатистический пробег для стандартных редукторов типа ЛГ 160-50. Состояние глобоидных пар хорошее и они продолжают эксплуатироваться.

УДК 681.5:621.22+625.76

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОУДАРНИКА АКТИВНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ЭКСКАВАТОРА

В.Н. Галдин

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)*

Аннотация. Технико-экономическое обоснование гидроударных устройств осуществляется путем сравнения их показателей и характеристик с аналогичными достижениями в мировой и отечественной практике. Важное значение для повышения эффективности работы гидроударных устройств имеет формирование их основных параметров в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемой среды. Приведены формулы для определения затрат на проектирование новой техники, себестоимости, годовой производительности нового устройства.

Ключевые слова: проектирование, гидроударное устройство, гидромолот, производительность.

THE FEASIBILITY REPORT ON ENGINEERING OF THE THE HYDROIMPACT DEVICE OF THE ACTIVE TOOL OF THE EXCAVATOR

V.N.Galdin

*The Siberian state auto-road university
(SibADI)*

Abstract. The Feasibility report on hydroimpact devices is carried out by comparison of their parameters and performances with analogous achievements in world and domestic practice. The great value for raise of overall performance of hydroimpact devices has forming of their key parameters depending on physicomachanical properties of the developed medium. Formulas for definition of expenses for engineering of new engineering, the cost price, annual production rate of the new device are resulted.

Keywords: engineering, the hydroimpact device, a hydromolot, output.

Для разрушения мерзлых, прочных, скальных грунтов, бетонных оснований и дорожных покрытий, в том числе в стесненных местах, в условиях городской застройки, а также при реконструкции различных производственных объектов широко применяются навесные гидравлические машины ударного действия к экскаваторам с гидроприводом [5, 6, 8, 9].

В настоящее время выпускается широкая гамма различных типов и видов гидравлических машин ударного действия (гидромолотов), разработанных зарубежными фирмами JCB, KRUPP, Atlas Copco, RAMMER, Montabert, Furukawa, Nippon Pneumatic (NPK), Caterpillar, Soosan, Hanwoo, Bobcat, Komatsu и другими.

В России производят гидромолоты Саранский экскаваторный завод (ГПМ-120), ООО «Златоустовский экскаваторный завод «Златэкс», Тверской экскаваторный завод, ПТФ «НТ Парк ГМ», ООО Компания «Традиция-К», Тверской машзавод «Гидромолот» (ОАО "Тверьтехоснастка") и другие.

На всех стадиях проектирования новой техники, гидроударных устройств, гидромолотов в частности, проводится анализ её научно-технического и техни-

ко-экономического уровня, определения эффективности и областей эффективного применения [6].

Цель технико-экономических обоснований при проектировании новой техники (гидроударных устройств) – выбор наиболее эффективного варианта новой конструкции.

Оценка научно-технического уровня нового гидромолота осуществлялась путем сравнения его показателей и характеристик с аналогичным.

Государственным стандартом устанавливаются следующие стадии разработки новой техники:

- техническое задание;
- техническое предложение;
- эскизное проектирование;
- техническое проектирование;
- разработка рабочей документации опытного образца.

Расчет годового экономического эффекта от применения новой техники (гидроударного устройства) производится в следующем порядке:

- определяется назначение и область применения гидроударного устройства;
- определяется базисное (базовое) техническое решение (БТ);
- собираются и систематизируются исходные данные, необходимые для выполнения расчета (данные по удельным показателям стоимости гидроударного устройства и его устройств и другие);
- определяется годовая эксплуатационная производительность для БТ и НТ;
- рассчитываются капитальные затраты;
- рассчитывается себестоимость изготовления НТ (текущие затраты и другие).

Выбор БТ зависит от назначения НТ, области ее применения, условий ее использования.

Существует несколько методик определения затрат на проектирование новой техники [1, 2, 3, 4, 7].

Укрупнено затраты на проектирование новой техники можно рассчитать по формуле [4]:

$$Z_{np} = T_1 + T_2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{ij} \cdot T_{ij} \cdot \gamma, \quad (1)$$

где Z_{np} – затраты на проектирование новой техники; T_1 – затраты на разработку технического задания; T_2 – затраты на разработку технического предложения; T_{ij} – нормированная трудоёмкость j – го вида работ при разработке проектно-конструкторской документации, приходящейся на i -ое наименование деталей (узлов), входящих в проектируемое устройство; N_{ij} – количество листов чертежей (текстовой документации, схем) определенного формата i – ой детали при j – ом виде работ; $j = 1 \dots m$ – виды проектно-конструкторских, расчетных работ при разработке документации на новую технику; $i = 1 \dots n$ – количество де-

талей; γ – средняя стоимость трудоёмкости проектно-конструкторских, расчетных работ.

В качестве основного метода оценки лучшего варианта из ряда проектных решений экономическая наука предлагает оценку по минимуму приведенных затрат.

Величину приведенных затрат Z_i по i -му варианту определяют по формуле

$$Z_i = C_i + E_n K_i, \quad (2)$$

где C_i – себестоимость изготовления гидроударника по i -му варианту, руб.; K_i – капитальные вложения по i -му варианту, руб.; E_n – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,15$ для строительно-дорожных машин.

Эффективный вариант конструкции гидроударного устройства определяется по минимальному уровню приведенных затрат, т.е. из выражения:

$$(C_i + E_n K_i)_{min} < (C_i + E_n K_i)_{1,2,\dots,n}, \quad (3)$$

где $(C_i + E_n K_i)_{min}$ – минимальный уровень приведенных затрат, оценивающих данное техническое решение.

Разность приведенных затрат для базисной (БТ) и i -го варианта новой техники (НТ) характеризует величину годового экономического эффекта [3, 4, 7] и определяется выражением:

$$\mathcal{E} = Z_{БТ} - Z_{НТi}, \quad (4)$$

где \mathcal{E} – годовой экономический эффект на одну машину новой техники, руб.; $Z_{БТ}$ – годовые приведенные затраты БТ, руб.; $Z_{НТi}$ – годовые приведенные затраты i -го варианта НТ, руб.

Или, с учетом годовой эксплуатационной производительности годовой экономический эффект определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \Pi_{Г} (Z_{y\partial БТ} - Z_{y\partial НТ}), \quad (5)$$

где $\Pi_{Г}$ – годовая эксплуатационная производительность новой техники (гидроударного устройства) (т); $Z_{y\partial БТ}$, $Z_{y\partial НТ}$ – удельные приведенные затраты для БТ и НТ.

Оценка эффективности машин производится при помощи критерия оптимальности. Наиболее общим и полным критерием эффективности для данного класса машин является критерий удельных приведенных затрат $Z_{y\partial}$ [4].

Целевая функция в этом случае имеет вид:

$$Z_{y\partial} = Z / \Pi_{Г} \rightarrow \min \quad (6)$$

где Z – годовые приведенные затраты, руб, $\Pi_{Г}$ – годовая эксплуатационная производительность гидроударного устройства ($\text{м}^3/\text{год}$).

Годовая эксплуатационная производительность гидроударного устройства определяется по формуле:

$$\Pi_{Г} = \Pi \cdot T_{\Phi}, \quad (7)$$

где Π – эксплуатационная среднечасовая производительность гидромолота, $\text{м}^3/\text{ч}$; T_{Φ} – годовая фактическая загрузка гидроударного устройства в году, час.

Эксплуатационная среднечасовая производительность гидромолота с ударным рабочим органом для разрушения грунта находится из выражения [6]

$$\Pi = V_P f k_B, \quad (8)$$

где V_P – объем разрушенной зоны грунта, м^3 ; f – частота ударов гидромолота; k_B – коэффициент использования машинного времени.

Объем разрушенной зоны грунта V_P (м^3) определяется выражением [6]:

$$V_P = \frac{2Tk_\alpha}{k_D} = \frac{2Tk_\alpha E}{k_S C^2}. \quad (9)$$

где T – энергия единичного удара; E – динамический модуль упругости грунта; k_α – безразмерный коэффициент, учитывающий угол заострения инструмента, $k_\alpha \geq 1,0$; V_I – скорость удара инструмента (бойка) о грунт; k_S – коэффициент, $k_S = k_0^2 k_C^2 k_\mu$, здесь k_0 – безразмерный коэффициент, $k_0 = 1,36 \dots 1,60$; k_C – коэффициент, предложенный проф. И.А. Недорезовым, $k_C = 10^6/30$; k_μ – безразмерный коэффициент, $k_\mu = 1 - 2\mu/(1 - \mu)$, здесь μ – коэффициент поперечной упругости грунта (Пуассона); C – число ударов плотномера ДорНИИ.

Объем разрушенной зоны грунта, как видно из уравнения (9), зависит от энергии единичного удара гидромолота, конструкции инструмента, физико-механических свойств грунта.

На рис. 1 представлена графическая зависимость эксплуатационной среднечасовой производительности гидромолота с ударным рабочим органом для разрушения грунта.

Из графика (рис. 1) видно, что с увеличением энергии удара увеличивается среднечасовая производительность гидромолота. Эксплуатационная среднечасовая производительность гидромолота при энергии удара 3500 Дж увеличивается примерно в 4 раза (от 4 $\text{м}^3/\text{час}$ до 16 $\text{м}^3/\text{час}$) при изменении числа ударов плотномера ДорНИИ C от 300 до 160 при разработке различных грунтов.

В качестве базисного варианта можно принять гидравлический экскаватор типа ЕК на пневмоколесном ходу с гидромолотом Delta [8, 9].

Годовая эксплуатационная производительность активного рабочего органа на основе гидроударника определяется по формуле:

$$\Pi_\Gamma = \Pi \cdot T_\Phi, \quad (7)$$

где Π – эксплуатационная среднечасовая производительность гидромолота, $\text{м}^3/\text{час}$; T_Φ – годовая фактическая загрузка гидроударного устройства в году, час.

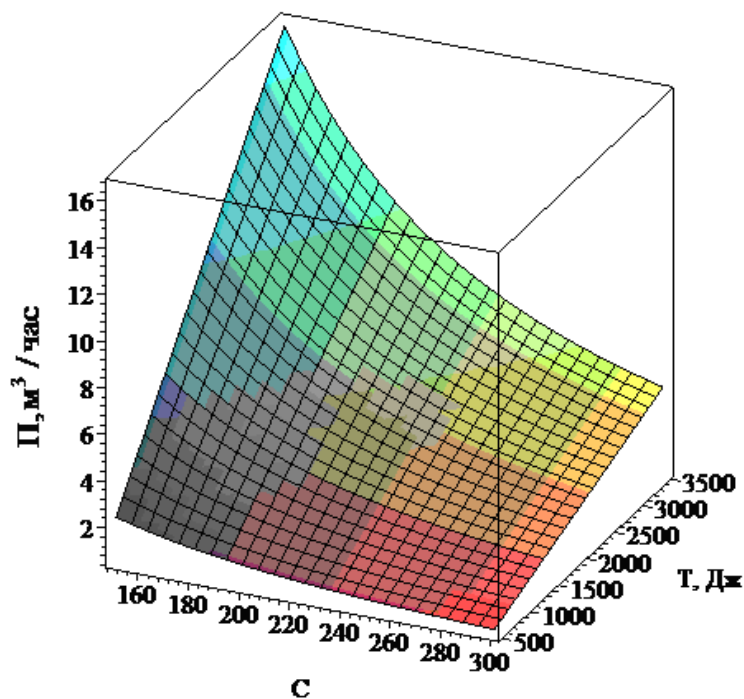


Рис. 1 Зависимость эксплуатационной среднечасовой производительности гидромолота от числа ударов плотномера ДорНИИ С и энергии единичного удара Т

Эксплуатационная среднечасовая производительность разрабатываемого гидромолота (новой техники – НТ) определяется по формуле

$$P_{HT} = P_{BT} \cdot \beta_n, \quad (10)$$

где P_{HT} – эксплуатационная среднечасовая производительность разрабатываемого гидромолота (НТ), м³/час; P_{BT} – эксплуатационная среднечасовая производительность базового гидромолота (БТ), м³/час; β_n – коэффициент, учитывающий изменение показателей, входящих в формулу эксплуатационной среднечасовой производительности базовой техники.

В формулу эксплуатационной среднечасовой производительности новой техники входят два показателя, изменяющиеся у новой техники по сравнению с базовой: частота ударов гидромолота и энергия удара, тогда коэффициент β_n определяется выражением [3]:

$$\beta_n = \frac{\beta_{HT} \cdot T_{HT}}{\beta_{BT} \cdot T_{BT}}, \quad (11)$$

где β_{HT} – частота ударов разрабатываемого гидромолота, Гц; β_{BT} – частота ударов базового гидромолота Гц; T_{HT} – энергия ударов разрабатываемого гидромолота, Дж; T_{BT} – энергия удара базового гидромолота Дж.

Выводы

Цель технико-экономических обоснований при проектировании новой техники (гидроударного устройства) – выбор наиболее эффективного варианта новой конструкции. Трудозатраты на разработку технического задания, техни-

ческого предложения, эскизного, технического проектов, рабочей документации гидроударного устройства зависят от конструктивной сложности и новизны проектируемого устройства. В качестве основного метода оценки лучшего варианта из ряда проектных решений предлагается оценка по минимуму приведенных затрат.

Список литературы

1. Галдин Н.С., Абдулаева О.В., Ерёмина С.В. Техничко-экономическое обоснование проектирования мостовых кранов // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2015. – № 5 (45). – С. 17 – 21.

2. Киевский В.Г. Экономическая эффективность новой техники в строительстве / В.Г. Киевский. – М.: Стройиздат, 1991. – 143 с.

3. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломных проектов /А. Н. Витушкин, В. Е. Калугин, В. П. Шаронов. – Омск, СибАДИ, 1991. – 60 с.

4. Расчёты экономической эффективности новой техники: Справочник/ Под общ. ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448с.

5. Система моделирования гидравлического ударного устройства активного рабочего органа экскаватора [Электронный ресурс] : монография / В.С. Щербаков, В.Н. Галдин, Н.С. Галдин. – Омск: СибАДИ, 2017. – 172 с. № госрегистрации 0321702203.

6. Семенова И.А. Применение гидроударных устройств в качестве рабочих органов дорожно-строительных машин // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2016. - № 1 (47). С. 17-22.

7. Экономика и организация производства в дипломных проектах: Учеб. пособие для машиностроительных вузов /Под общ. ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1986. – 285 с.

8. Экскаваторы ЕК [Электронный ресурс]. – URL: <http://traktorbook.com/ekskavator-ek-12/#i-7>. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 15.01.2018).

9. Гидромолоты Delta [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gidromolota.ru/hammer/gidromolot-na-ekskavator/gidromolot-dlya-ekskavatora-caterpillar/gidromolot-delta-f10-1>. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 15.01.2018).

УДК 626.226

РАСЧЕТ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА МОБИЛЬНЫХ МАШИН НА ЭВМ

Н.С. Галдин, И.А. Семенова

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)*

Аннотация. Приводится описание методики расчета гидропривода мобильных машин на ЭВМ. Расчет объемного гидропривода машины представляет собой сложный многостадийный процесс, который связан с обоснованием номинального давления гидросистемы,

разработкой принципиальной гидравлической схемы, выбором основных элементов гидропривода.

Ключевые слова: *мобильные машины, гидропривод, алгоритм, методика расчета.*

CALCULATION OF THE VOLUME HYDRAULIC DRIVE MOBILE CARS ON THE COMPUTER

N.S. Galdin, I.A. Semenova

The Siberian state auto-road university (SibADI)

The abstract. The description of a design procedure of the hydraulic drive of mobile cars on the computer is resulted. Calculation of the volume hydraulic drive of the car represents difficult multiphasic process which is connected with a substantiation of nominal pressure of hydrosystem, working out of the basic hydraulic circuit design, sampling of basic elements of the hydraulic drive.

Keywords: *mobile cars, the hydraulic drive, algorithm, a design procedure.*

Алгоритм и программное обеспечение позволяют рассчитать основные параметры объемного гидропривода мобильных машин (полезную мощность гидродвигателя; насоса; внутренние диаметры гидролиний (всасывающей, напорной, сливной); скорости движения жидкости в гидролиниях; производит гидравлический расчет трубопроводов, расчет гидродвигателей (гидроцилиндров или гидромоторов)).

Программное обеспечение расчета объемного гидропривода мобильных машин разработано с использованием языка программирования FORTRAN.

Широкое применение гидропривода на различных мобильных машинах, таких как строительная, дорожная, сельскохозяйственная и транспортная техника происходит благодаря его существенным преимуществам перед другими типами приводов и прежде всего возможностью получения больших усилий и мощностей при ограниченных размерах гидродвигателей.

Гидроприводы отличаются высокой энергоемкостью, компактностью, небольшой инерционностью, удобством и легкостью управления, возможностью обеспечения рациональной компоновки, больших передаточных отношений и др. [1 – 13]. Объемный гидропривод позволяет перейти к созданию новых машин с высоким уровнем автоматизации, робототехнических систем, гидроимпульсной и другой перспективной техники.

Проектирование гидроприводов разнообразных по конструкции и назначению машин и механизмов возможно с использованием типовых, унифицированных и стандартных узлов и элементов, к которым относятся насосы, гидродвигатели различного назначения и другие элементы гидропривода. Использование типовых, унифицированных и стандартных узлов позволяет сократить сроки проектирования и изготовления гидропривода и машины в целом, упрощается обслуживание и ремонт.

Расчет объемного гидропривода машины в общем случае представляет собой сложный многостадийный процесс, который связан с обоснованием номинального давления гидросистемы, разработкой принципиальной гидравличе-

ской схемы. При этом необходим учет основных требований (по надежности, стоимости, стандартизации, унификации и т.д.), директивных рекомендаций, нормативных документов, патентных источников, результатов выполненных научных исследований по выбору параметров и расчету гидропривода и его элементов.

Статический расчет объемного гидропривода является одним из этапов проектирования гидропривода и выполняется обычно в два этапа: предварительный расчет и основной расчет.

Целью предварительного расчета является определение параметров гидропривода, типоразмеров и номенклатуры применяемого гидрооборудования. Основным расчетом уточняются параметры гидропривода, определяется степень расхождения между полученными и заданными выходными параметрами гидропривода.

Принципиальная схема объемного гидропривода показана на рис. 1.

Для расчета гидропривода необходимы следующие основные исходные данные:

- а) номинальное давление в гидросистеме;
- б) принципиальная гидравлическая схема;
- в) выходные параметры гидродвигателей исполнительного механизма (величины крутящих моментов и угловых скоростей (частот) вращения вала – для гидроприводов вращательного действия; величины усилий на штоках и скоростей перемещения штоков – для гидроприводов поступательного действия);
- г) техническая характеристика машины;
- д) режим работы, циклограмма работы гидропривода;
- е) граничные температуры окружающего воздуха.

Значения крутящих моментов на валу гидромоторов и усилий на штоках гидроцилиндров определяются в результате силового расчета рабочего оборудования, механизмов поворота, ходового оборудования и других исполнительных механизмов машин.

Значения скоростей перемещения штоков гидроцилиндров и угловых скоростей (частот) вращения вала гидромоторов принимаются исходя из кинематического расчета машин. При этом необходимо учитывать опыт проектирования и эксплуатации машин аналогичного назначения.

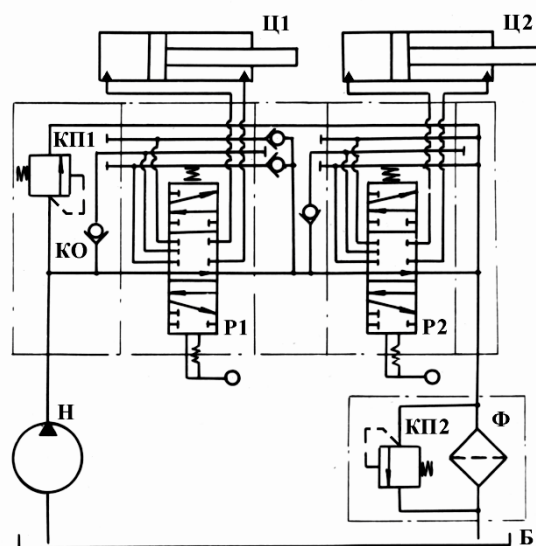


Рис. 1. Принципиальная гидравлическая схема
объемного гидропривода
возвратно-поступательного движения

Для расчета гидропривода задаются следующие основные исходные данные:

- усилие на штоке гидроцилиндра F (крутящий момент на валу гидромотора M);
- скорость движения штока V (частота вращения вала гидромотора n_M);
- номинальное давление гидропривода $p_{ном}$;
- длины гидролиний (всасывающей $l_{вс}$, напорной $l_{нап}$, исполнительной $l_{исп}$ и сливной $l_{сл}$);
- вид и количество местных сопротивлений в гидролиниях;
- температура окружающей среды;

Расчет гидропривода производят в следующей последовательности:

- определяют полезную мощность гидродвигателя;
- определяют полезную мощность насоса;
- выбирают насос по технической литературе [2, 4, 8]., вычисляют действительную подачу насоса;
- определяют внутренние диаметры гидролиний (всасывающей, напорной, сливной);
- выбирают трубопроводы, уточняют скорости движения жидкости в них;
- выбирают гидроаппаратуру, кондиционеры рабочей жидкости;
- выбирают рабочую жидкость;
- производят гидравлический расчет трубопроводов (определяют режимы движения жидкости, потери давления по длине трубопроводов, в местных сопротивлениях, суммарные потери давления);
- производят расчет гидродвигателей (гидроцилиндров или гидромоторов);
- выполняют тепловой расчет гидропривода.

Алгоритм расчета объемного гидропривода представлен на рис. 2. Пример расчета объемного гидропривода на ЭВМ представлен на рис. 3.

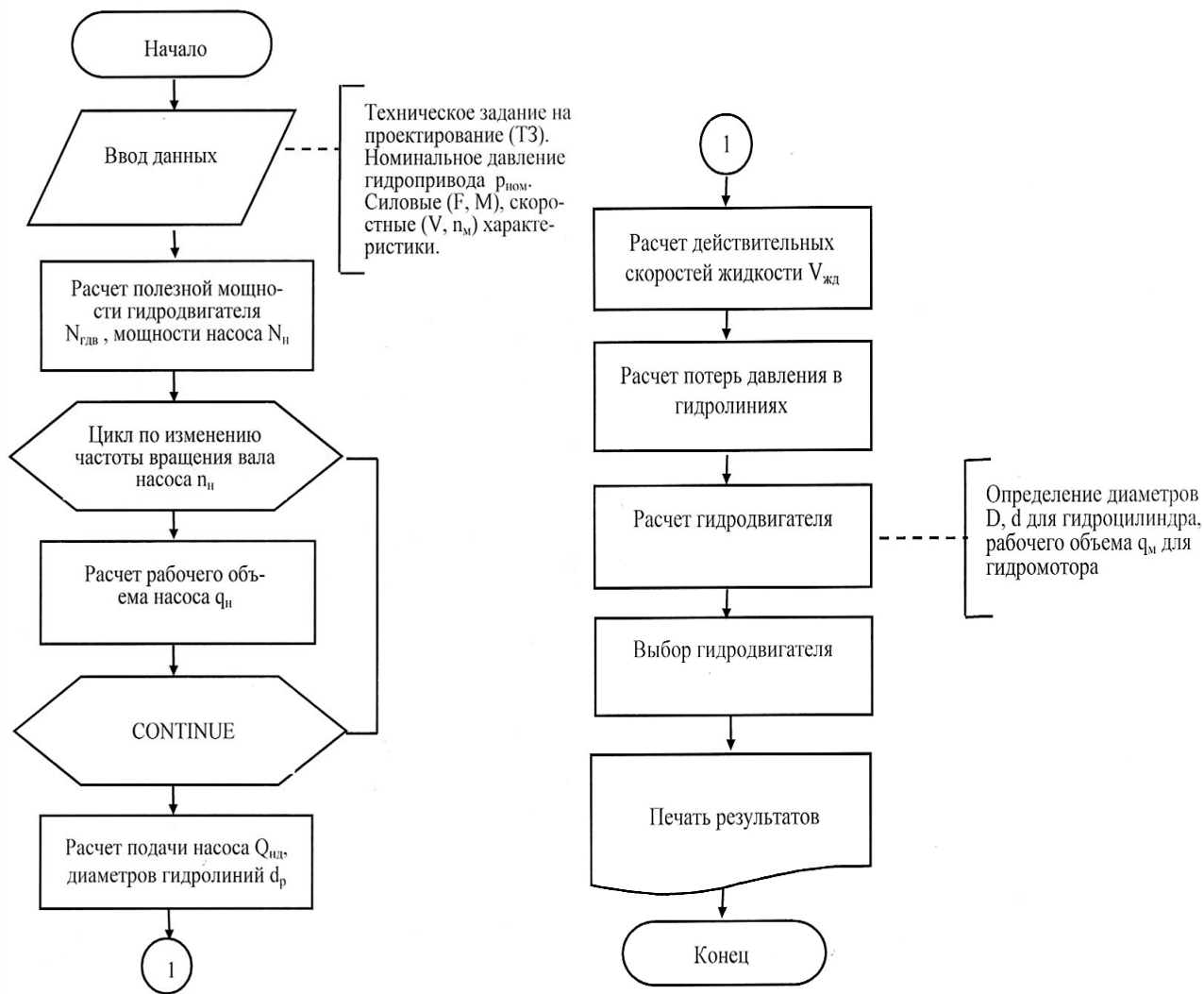


Рис. 2. Алгоритм расчета объемного гидропривода

```

просмотр IVANOV - Far
D:\...ет гидропривода (к.р.) - ЦД0\ - Программа расчета гидропривода на ЭВМ -\IVANOU DOS 4689 Кол 0 07
*****
НОМИНАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ P= 25.00 МПА
ГИДРОЦИЛИНДР
УСИЛИЕ НА ШТОКЕ F= 150.00 КН, СКОРОСТЬ ШТОКА U= .200 М/С
ПОЛЕЗНАЯ МОЩНОСТЬ ГИДРОЦИЛИНДРА НГЦ= 30.000 КВТ
КОЭФФИЦИЕНТ КЗУ= 1.20 , КЗС= 1.30
МОЩНОСТЬ НАСОСА НН= 46.800 КВТ
=====
ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ВАЛА N, ↑ РАБОЧИЙ ОБЪЕМ НАСОСА G,
ОБ/С (ОБ/МИН) ↓ ДМ.КУБ (СМ.КУБ)
=====
11.667 ( 700 ) .1605 ( 160.5 )
13.333 ( 800 ) .1404 ( 140.4 )
15.000 ( 900 ) .1248 ( 124.8 )
16.667 ( 1000 ) .1123 ( 112.3 )
18.333 ( 1100 ) .1021 ( 102.1 )
20.000 ( 1200 ) .0936 ( 93.6 )
21.667 ( 1300 ) .0864 ( 86.4 )
23.333 ( 1400 ) .0802 ( 80.2 )
25.000 ( 1500 ) .0749 ( 74.9 )
26.667 ( 1600 ) .0702 ( 70.2 )
28.333 ( 1700 ) .0661 ( 66.1 )
30.000 ( 1800 ) .0624 ( 62.4 )
=====
РАБОЧИЙ ОБЪЕМ НАСОСА GN= .1070 ДМ.КУБ
ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ННД= 20.000 ОБ/С
ОБЪЕМНЫЙ КПД НАСОСА НОБ= .95
ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ ПОДАЧА НАСОСА ОНД= 2.033 ДМ.КУБ/С
ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ЖИДКОСТИ: ДИАМЕТРЫ ГИДРОЛИНИЙ:
ВО ВСАСЫВАЮЩЕЙ ЛИНИИ УВС= 1.20 М/С ВСАСЫВАЮЩЕЙ ДВС= 46.4 ММ
В НАПОРНОЙ ЛИНИИ УНП= 6.20 М/С НАПОРНОЙ ДНП= 20.4 ММ
В СЛИВНОЙ ЛИНИИ УСЛ= 2.00 М/С СЛИВНОЙ ДСЛ= 36.0 ММ
ДИАМЕТРЫ ГИДРОЛИНИЙ ПО ГОСТУ 8734-75: ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
СКОРОСТЕЙ ЖИДКОСТИ:
ВСАСЫВАЮЩЕЙ D1= 46.0 ММ ВО ВСАСЫВАЮЩЕЙ ЛИНИИ U1= 1.22 М/С
НАПОРНОЙ D2= 20.0 ММ В НАПОРНОЙ ЛИНИИ U2= 6.47 М/С
СЛИВНОЙ D3= 36.0 ММ В СЛИВНОЙ ЛИНИИ U3= 2.00 М/С
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Познц 11 12
Пуск Рабочая область ... просмотр IVAN... Расчет гидроприв... Программа расч...
15:33

```

```

просмотр IVANOV - Far
D:\...ет гидропривода (к.р.) - ЦД0\ - Программа расчета гидропривода на ЭВМ -\IVANOU DOS 4689 Кол 0 468
ПЛОТНОСТЬ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ RG= 885.0 КГ/М.КУБ
КИНЕМАТИЧЕСКИЙ КОЭФ-Т ВЯЗКОСТИ N0= 30.0 ССТ
ЧИСЛО РЕЙНОЛЬДСА RE1= 1875.7 КОЭФ-Т ДАРСИ L1= .040
RE2= 4314.1 L2= .039
RE3= 2396.7 L3= .045
ДЛИНЫ ГИДРОЛИНИЙ :
ВСАСЫВАЮЩЕЙ LBC= .90 М
НАПОРНОЙ LNP= 5.60 М
СЛИВНОЙ LCP= 6.50 М
ПОТЕРИ ПО ДЛИНЕ ГИДРОЛИНИЙ:
ВСАСЫВАЮЩЕЙ PLBC= 513.0 ПА
НАПОРНОЙ PLNP= 202561.5 ПА
СЛИВНОЙ PLCP= 14412.4 ПА
КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ :
НАПОРНОЙ ГИДРОЛИНИИ - 9.80
СЛИВНОЙ ГИДРОЛИНИИ - 9.80
ПОТЕРИ В МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯХ :
НАПОРНОЙ ГИДРОЛИНИИ РМНП= 131598.5 ПА
СЛИВНОЙ ГИДРОЛИНИИ РМСЛ= 17299.0 ПА
СУММАРНЫЕ ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В НАПОРНОЙ ЛИНИИ РНП= 384160.1 ПА
СУММАРНЫЕ ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В СЛИВНОЙ ЛИНИИ РСЛ= 31711.5 ПА
ШТОК РАБОТАЕТ НА ВЫТАЛКИВАНИЕ
=====
ММ
FT-ШТ/ОП DP1 DШТ1 DP2 DШТ2 ДПСР
=====
.20 88.14 17.63 113.76 22.75 100.95
.30 88.13 26.44 113.76 34.13 100.95
.40 88.13 35.25 113.76 45.51 100.95
.50 88.13 44.06 113.76 56.88 100.95
.60 88.12 52.87 113.76 68.26 100.94
.70 88.11 61.68 113.76 79.64 100.94
.80 88.10 70.48 113.76 91.01 100.93
=====
ПРИМЕЧАНИЕ :
DP1 - ЗНАЧЕНИЕ ДИАМЕТРА ПОРШНЯ, ОПРЕДЕЛЕННОЕ ИЗ УСЛОВИЯ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОГО УСИЛИЯ F:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Познц 11 12
Пуск Рабочая область ... просмотр IVAN... Расчет гидроприв... Программа расч...
15:34

```

Рис. 3. Пример расчета объемного гидропривода на ЭВМ

Настоящий алгоритм и программное обеспечение являются основой программно-имитационного комплекса проектирования объемного гидропривода

мобильных машин. Программное обеспечение позволяет определять основные параметры объемного гидропривода в зависимости от номинального давления гидропривода, типа гидродвигателя (гидроцилиндра, гидромотора), выходных параметров гидродвигателя (силовых и скоростных), определяет режимы движения жидкости, потери давления по длине трубопроводов, в местных сопротивлениях, суммарные потери давления.

Список литературы

1. Галдин, Н.С. Автоматизированное моделирование гидроударного оборудования для экскаваторов: монография / Н.С. Галдин, И.А. Семенова. – Омск: СибАДИ, 2008. – 101 с.

2. Галдин, Н.С. Гидравлические схемы мобильных машин: учеб. пособие / Н.С. Галдин, И.А. Семенова. – Омск : СибАДИ, 2013. – 203 с.

3. Галдин, Н.С. Анализ влияния конструктивных параметров гидропневмоударников на энергетические показатели гидравлических импульсных систем строительных машин / Н.С. Галдин, В.Н. Галдин // Омский научный Вестник. Серия «Приборы, машины, технологии». – Омск: ОмГТУ, 2016. - № 5 (149). С. 11-14.

4. Галдин, Н.С. Гидравлические схемы мобильных машин : учебное пособие / Н.С. Галдин, И.А. Семенова. – Омск : СибАДИ, 2010. – 203 с.

5. Галдин, Н.С. Оптимизационный синтез основных параметров гидравлических импульсных систем строительных машин / Н.С. Галдин, В.Н. Галдин, Н.Н. Егорова // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 6 (34). – С. 73–78.

6. Галдин, Н.С. Исследование и моделирование гидропневмоударных механизмов, применяемых при разрушении мерзлых и скальных грунтов горными и строительными машинами / Н.С. Галдин, И.А. Семенова // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2017. – № 3 (55). – С. 12 – 16

7. Галдин, Н.С. Определение энергетических показателей гидроимпульсных средств механизации / Н.С. Галдин, В.Н. Галдин // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 24-25 ноября 2016 г, посвященной 70-летию Рубцовского индустриального института. / Под ред. к.т.н. О.А. Михайленко; к.ф.-м.н., доцента Г.А. Обуховой / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2016. – С 163 – 168.

8. Галдин, Н.С. Элементы объемных гидроприводов мобильных машин. Справочные материалы : учебное пособие / Н.С. Галдин. – 2-е изд., стер. – Омск : СибАДИ, 2008. – 128 с.

9. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для вузов / Т. М. Башта и др. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.

10. Щербаков, В.С. Система моделирования гидравлического ударного устройства активного рабочего органа экскаватора [Электронный ресурс]: монография / В.С. Щербаков, В.Н. Галдин, Н.С. Галдин. – Омск: СибАДИ, 2017. – 172 с.

11. Analysis of the effect of the ratio of discharge pressure to suction pressure on the characteristics of a piston hybrid power machine with gas suction capacity / V.E. Shcherba, V.S. Shcherbakov, N.S. Galdin, A.V. Grigorev, D.A. Trukhanova // Chemical and Petroleum Engineering. 2018. Т. 54. № 1-2. P. 100-106.

12. The impact analysis of jacket-space geometric parameters on the characteristics of a reciprocating processor with cooling system using gas pressure fluctuations in the suction line / V.E. Shcherba, A.V. Grigoriev, V.P. Vedruchenko, N.S. Galdin, A.T. Rybak, D.A. Trukhanova // AIP Conference Proceedings. 2017. P. 020033.

13. The impact analysis of the connecting pipe length and diameter on the operation of a piston hybrid power machine of positive displacement with gas suction capacity / V.E. Shcherba, A.V. Grigoriev, G.S. Averyanov, V.I. Surikov, V.P. Vedruchenko, N.S. Galdin, D.A. Trukhanova // AIP Conference Proceedings 2017. P. 020032.

СОСТАВ РЕЦИРКУЛИРУЕМОГО БЕТОНА

Дуань Юехан, Н.М. Кандаурова, Г.П. Иванова

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Аннотация. В статье рассматриваются состав и основные свойства рециркулируемого бетона с использованием различных скоростей замещения крупного заполнителя. Приводятся экспериментальные результаты по обрабатываемости рециркулируемого бетона.

Ключевые слова: *строительные отходы; переработанный заполнитель; переработанный бетон.*

COMPOSITION OF RECYCLED CONCRETE

Duan Yuehang, N.M. Kandaurova, G.P. Ivanova,

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Annotation. The article deals with the composition and basic properties of recycled concrete using different rates of substitution of large aggregate. Experimental results on the workability of recycled concrete are presented.

Keywords: *construction waste; recovered aggregate; recycled concrete.*

Технология переработки бетона может коренным образом решить проблему утилизации разрушенного бетона, снизить загрязнение окружающей среды, сохранить природные ресурсы и энергию.

Переработанным называется бетон, в котором вместо природного заполнителя используется измельченный, раздробленный бетон из строительных отходов. Доля рециркулируемого заполнителя вместо природного называется коэффициентом замещения вторичного заполнителя. Был проведён эксперимент, в котором основные свойства переработанного бетона изучались с использованием различных скоростей замещения крупного заполнителя. Экспериментальный метод проводился в соответствии со стандартным методом испытаний механических свойств обычного бетона.[1]

Сырье

(1) Естественный крупный заполнитель представляет собой гравий, а максимальный размер частиц составляет 31,5 мм.

(2) Переработанный крупный заполнитель: камень, используемый в эксперименте, представляет собой отработанные бетонные блоки (куски), которые искусственно измельчаются, просеиваются для получения рециркулированного заполнителя.

(3) Мелкий заполнитель: желтый речной песок, модуль чистоты 2,6, средний размер частиц 0,5-0,35 мм.

(4) Вода для смешивания: водопроводная вода.

(5) Цемент: P032.5 обыкновенный портландцемент.

Технология смешивания

Для решения проблемы флуктуации прочности переработанного бетона, вызванного большим водопоглощением рециркулируемого заполнителя, содержание воды в бетоносмесителе делится на две части: одна часть - вода, полностью поглощаемая заполнителем, и эта часть воды не может играть существенной роли в смеси. Она смягчает, улучшает текучесть и называется дополнительной водой, это расход воды, когда заполнитель поглощает воду на насыщаемую поверхность, а другая часть - это вода для смешивания, которая распределяется в цементном растворе для улучшения смеси. Скорость, и когда бетон затвердевает конденсатом, эта часть воды частично участвует в выпаривании, а остальная часть участвует в реакции гидратации цемента.

Конкретные шаги

(1) Отправным возьмём коэффициент прочности C25 обычного бетона.

(2) Определим коэффициент замещения переработанного заполнителя (r) в 0, 30, 50, 70, 100%.

(3) Возьмём скорость измерения водопоглощения вторичного заполнителя 6.0% для определения дополнительного использования воды.

NC обозначает обычный бетон, а RC – более стойкий для рециркулированного бетона, за которым следует количество рециркулированной степени замещения крупнозернистого заполнителя (%), а соотношение вода-цемент является эффективным соотношением вода-цемент (количество смеси воды / цемента).

Таблица 1

Проектирование состава бетонной смеси

Номер	Коэффициент замещения переработанного заполнителя (%)	Отношение количества воды, используемой в бетоне, к количеству используемого цемента	вода (kg)		Потребление цемента (kg)	Крупный заполнитель (kg)		Мелкий заполнитель (kg)
			Смешивание воды	Дополнительная вода		Натуральный агрегат	Переработанный агрегат	
NCO-1	0	0.40	185	0	462	1227	0	525
NCO-2		0.45	185	0	411	1264	0	540
NCO-3		0.50	185	0	370	1290	0	555
NCO-4		0.55	185	0	336	1314	0	565
RC30-1	30	0.40	185	22	462	860	368	525
RC30-2		0.45	185	23	411	884	380	540
RC30-3		0.50	185	24	370	903	387	555
RC30-4		0.55	185	25	336	920	394	565
RC50-1	50	0.40	185	37	462	614	614	525
RC50-2		0.45	185	38	411	632	632	540
RC50-3		0.50	185	39	370	645	645	555
RC50-4		0.55	185	39	336	657	657	565
RC70-1	70	0.40	185	52	462	368	860	525
RC70-2		0.45	185	53	411	379	885	540
RC70-3		0.50	185	54	370	387	903	555
RC70-4		0.55	185	55	336	394	920	565
RC100-1	100	0.40	185	74	462	0	1227	525
RC100-2		0.45	185	76	411	0	1264	540
RC100-3		0.50	185	77	370	0	1290	555
RC100-4		0.55	185	79	336	0	1314	565

Результаты эксперимента по обрабатываемости рециркулируемого бетона и природного заполнителя бетона представлены в таблице 2 и на рисунке 1[2].

Таблица 2

Экспериментальные результаты

Номер	Соотношение воды и цемента	Уровень замещения (%)	Обрабатываемость бетона	Когезионная способность	Удержание воды
N1	0.40	0	40	лучше	лучше
N3	0.50	0	45	лучше	лучше
RC30-1	0.40	30	35	лучше	лучше
RC30-2	0.45	30	35	лучше	лучше
RC30-3	0.50	30	40	лучше	лучше
RC30-4	0.55	30	40	лучше	лучше

Номер	Соотношение воды и цемента	Уровень замещения (%)	Обрабатываемость бетона	Когезионная способность	Удержание воды
RC50-1	0.40	50	30	хорошо	хорошо
RC50-2	0.45	50	30	хорошо	хорошо
RC50-3	0.50	50	35	хорошо	хорошо
RC50-4	0.55	50	35	хорошо	хорошо
RC70-1	0.40	70	30	хорошо	хорошо
RC70-2	0.45	70	30	хорошо	хорошо
RC70-3	0.50	70	30	хорошо	хорошо
RC70-4	0.55	70	30	хорошо	хорошо
RC100-1	0.40	100	20	хорошо	хорошо
RC100-2	0.45	100	20	хорошо	хорошо
RC100-3	0.50	100	25	хорошо	хорошо
RC100-4	0.55	100	25	хорошо	хорошо

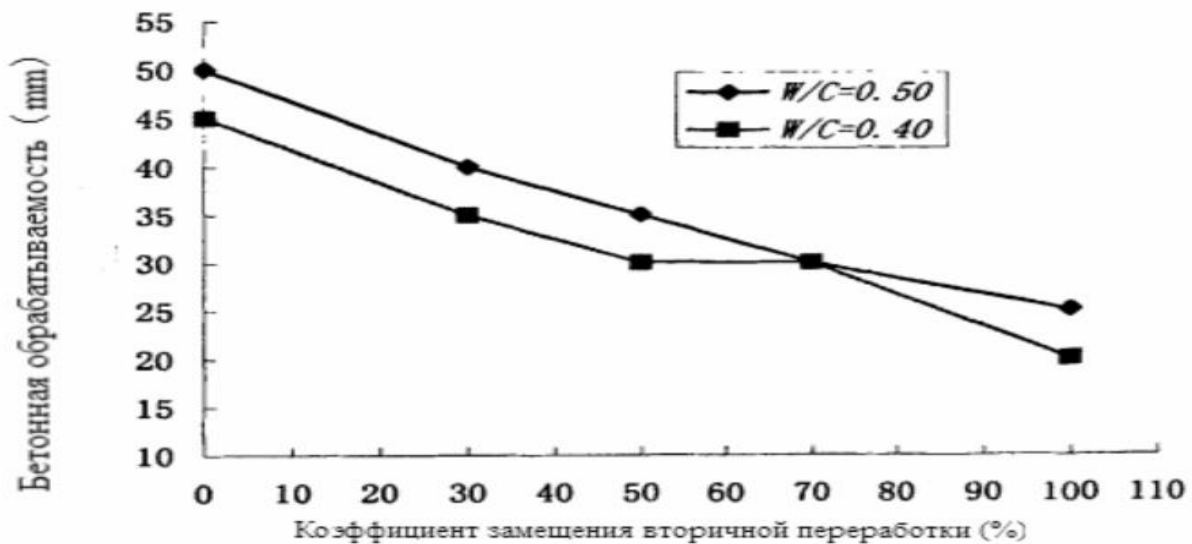


Рисунок 1. Влияние коэффициента замещения рециркулируемого заполнителя на бетонную усадку при $W / C = 0,4$ и $0,5$

Результаты эксперимента показывают, что при одном и том же отношении смешивания, при увеличении скорости замены рециркулируемого заполнителя, текучесть переработанного бетона меньше, чем текучесть обычного бетона, но сцепление и удержание воды лучше, что обусловлено рециклированным заполнителем. Он имеет большую скорость поглощения воды, а также эффект грубой формы зерна и угловой эффект заполнителя.

Рециркулированный агрегатный бетон уменьшается с увеличением скорости замены переработанного заполнителя. Это связано с тем, что переработанный заполнитель имеет больше пустот, чем природный агрегат, и имеет большую скорость поглощения воды. Поэтому чем выше скорость замещения рециркулируемого заполнителя при том же соотношении вода-цемент, тем ниже усадка переработанного заполнителя. В то же время его поверхность грубая

и имеет множество углов, что увеличивает трение смеси во время смешивания и заливки и уменьшает бетонную осадку рециркулируемого заполнителя.

Усадка рециркулируемого агрегатного бетона повышается с увеличением водоцементного отношения, что согласуется с обычным бетоном, поэтому для того, чтобы соответствовать требованиям производительности переработанного бетона на основе заполнителя, необходимо повысить W / C переработанного бетона. Это увеличивает количество воды, используемой заполнителем в переработанном бетоне, что отрицательно сказывается на увеличении прочности бетона. В настоящее время эксперименты в Китае показали, что проблема осаждения рециркулированного заполнителя бетона может быть решена путем добавления соответствующего количества пылевидного угля или суперпластификатора к переработанному заполнителю бетона. [3]

Список литературы

1. Массовый цементный журнал –
<http://www.ccement.com/news/content/1150823.html>.
2. Экспериментальное исследование переработанного заполнителя и переработанного бетона –
http://bbs.zhulong.com/102010_group_200521/detail20690458.
3. Фахратов, М. А. Вторичное использование бетонов в строительстве / М. А. Фахратов // Стройпрофиль. 2013. № 104. <http://stroyprofile.com/archive/5033>

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЖИЛЫЕ ДОМА

Т.Т. Жеребцова

Камский строительный колледж имени Е.Н. Батенчука

Аннотация. Наша привычная городская среда имеет плотности, немыслимые для природных популяций. Опираясь на высокие достижения науки, техники и новые технологии в строительстве, архитектурная среда может быть расширена в некоторых пределах.

Ключевые слова: *индивидуальные жилые дома, жилищный кризис, модернизация жилища, придомовое пространство.*

INDIVIDUAL HOUSE

T.T. Zherebtsova

Kama construction college named after Batenchuck, Russia

Abstract. our usual urban environment has densities unthinkable for natural populations. Based on the high achievements of science, technology and new technologies in construction, the architectural environment can be expanded to some extent.

Keywords: *individual residential houses, the housing crisis, modernization of the home and adjoining space.*

Границы архитектурной среды в современной науке не определены, вследствие чего происходит ухудшение экологического баланса, возрастание социальной и политической напряженности. Динамичный образ жизни людей и по-

стоянная интенсивная миграция большего количества населения требует разработки совершенно новых типов жилища, отвечающего современным условиям, требованиям и принципам экологичности и ресурсосбережения.

В современной России в условиях глобальных изменений в политических и социально-экономических отношениях, обозначенных переходом нашего общества от распределительной, централизованной модели, чтобы управлять экономикой в децентрализованной, рыночной системе, здесь проблема обеспечения граждан страны современным жильем открывает новые широкие возможности.

Характерной чертой современного образа жизни для человека является наращивание темпов развития научно-технического прогресса, кардинальный прирост численности всего населения мира, глобализация и все связанное с этими внешними факторами, при которых увеличивающееся давление на внешнюю окружающую природную среду, приводящее к нестабильному балансу общества.

Назревший жилищный кризис, который значительно проявился в нашей стране в недостатке количества жилья для российских граждан, а также в качестве, которое отстает от требований и условий различных социальных групп населения. Устаревшие виды, типы и нормы жилья, которые предлагаются современной строительной промышленностью, не соответствуют социальной, демографической, экологической и экономической структуре нашего современного общества.

В малых городах основным видом жилищного городского строительства, примерно начиная с начала 1970 года и до конца 1990 года, было внедрено индустриальное панельное многоэтажное домостроение, возводимое по типовым стандартным проектам. В малых городах было создано мощное строительное производство – домостроительные комбинаты (ДСК) и небольшие вспомогательные предприятия, которые обеспечивали работу ДСК [2].

Индивидуальный жилой дом в малых городах – это особое явление культуры и архитектуры. Жилой дом как материальный объект служит человеку защитой от внешних сил природы и олицетворяет его мир. Вместе с тем он является средством выражения духовной жизни человека, поскольку с понятием «дом» соотносятся все важнейшие категории картины мира [3].

В настоящее время большой интерес у населения вызывает строительство индивидуального жилья в малом городе с его развитой полной инфраструктурой. Такие жилые дома совмещают в себе обычные для горожанина привычные функции городской квартиры, усадьбы, гаража и дачи. Строительство усадебного индивидуального жилья получило широкое распространение в развитии застройки малых городов, ближайших пригородных зон городов, а также это дополнение к многоэтажной застройке. В наше время в малых городах в пригородной зоне возводится большое количество индивидуального жилья. Уровень комфорта в таких жилых домах на порядок выше, чем в обычных городских квартирах. Все это в первую очередь обозначено, связью с природной средой – природными парками, зонами. (Доля частной индивидуальной застройки со-

ставляет 65-75% общего объема жилищного строительства по данным 2013 года, Росстат). Индивидуальное жилье усадебного типа позволяет выполнить комфортное жилище, которое отвечает потребностям и вкусам семьи, учитывая материальные возможности, удобное для проживания человека, оно может приблизить его к окружающей природе. Индивидуальное жилище способствует организации семейного отдыха, трудовому воспитанию детей, укрепляет связи между поколениями в одной большой семье, дополнительному производству аграрной продукции (это домашние животные и птица, фрукты и овощи, рыба).

Общую проблему жилья в малых городах не получается решить только за счет средств госбюджета, также как и во всех странах мира. В малых городах решение проблемы жилья чаще всего переносят на плечи самих граждан. Несмотря на это, жилищная политика остается важнейшей задачей, так как обеспеченность современным жильем населения страны – одна из главных проблем социальной стабильности нашего общества.

На протяжении многих десятилетий XX века, как в самих малых городах расширялось строительство индивидуального жилья, так и вокруг всех городов страны возводилось временное жилище крупными районами – это садово-огородные и дачные поселки, все это возводилось самодеятельным образом. В 80-е и 90-е годы XX века эти территории быстро увеличивались. Все это производилось из-за роста существующих городских районов индивидуальной застройки в условиях самодеятельного строительства, так называемого «частного сектора», а так же и поселков в пригороде, благодаря выделенным земельным участкам в пригородной зоне для садово-огородного и дачного строительства.

Существующие строения индивидуальной застройки, как временные, так и капитальные постройки городских районов, постоянно модернизируются, изменяются (в них делают утепления, пристройки, надстройки, и т.д.). Такие изменения активно проводятся самими застройщиками где-то с конца 70-х годов XX века, то есть, производятся в условиях самодеятельного строительства, без участия профессиональных архитекторов и дизайнеров.

Модернизация жилища и юридическая возможность развития и изменения статуса дачного строения закреплена в законе Российской Федерации «Об основах федеральной жилищной политики» от 24.12.1992 - № 4219-1 [54]. Данное преобразование совместно с применением других мер модернизации будет способствовать увеличению рынка жилья и в дальнейшем уменьшению спроса на него, а так же постепенному снижению социальной напряженности в направлении приобретения жилья в малых городах.

Постоянная реконструкция, проходящая стихийно в условиях самодеятельного строительства в пригороде в дачных районах малых городов, аналогична процессам, происходящим в городских районах – индивидуальном жилом секторе («частном секторе»). Основываясь на накопленном многолетнем опыте, необходимо говорить, что для получения каких-то положительных результатов в улучшении индивидуального жилья необходима комплексная разработка общей концепции, синтеза методов и приемов развития и становления индивидуального жилья в городских районах и пригороде [1].

Все больше количество людей увеличивается, желающих проживать в городском жилище усадебного типа, а также в пригородных зонах, где строятся коттеджные поселки и комплексы коттеджной застройки.

Вся структура, мелко расчлененная придомового пространства, которая создается малоэтажной и среднеэтажной застройками, позволяет создать соразмерную для человека природную среду. Эта среда, обладая своей определенностью и состоящая из небольших размеров, легко осваивается жителями близлежащих жилых домов и признается «своей территорией», выступающая в виде «публичного пространства», «мягкой границей» между домом и улицей. Если жители дома воспринимают территорию двора, относящуюся к себе (как свою), то они начинают заботиться о благоустройстве и защищать ее. Поэтому у них возникают чувства ответственности и необходимости неформального контроля территории, что, приводит к снижению проявления антисоциальных проступков. Естественное явление всего этого есть чувство безопасности и привязанность к конкретному месту, к своему дому [3].

В придомовом пространстве важнейшим фактором есть его размер, но также и его социальная емкость – люди, составляющие соседское сообщество. Большинство исследователей считают, что соседское сообщество определяется числом 50-300 человек. Специалисты ЦНИИЭП жилища определились с оптимальным размером соседского сообщества – 20-25 семей, или 60-80 человек [1]. Высказывание специалистов говорит, что небольшие величины соседских сообществ создают достаточных и разнообразных условий для активности и деятельности каждого жителя дома, приобщение к социализации детей, приобщение к соседской солидарности.

В таком образе, становится понятно, что в силу своих особенностей многоэтажный тип дома, а также характер создаваемой такими домами жилую среду и многоэтажная жилая застройка не могут обеспечить нормальные условия для проживания большинства городских жителей, это все ведет к проявлению нежелательных социальных последствий, к бесхозяйственности при использовании территорий. Факты многократно подтвержденные, отдающие предпочтения малоэтажного и односемейного жилища другим типам жилья, а так же высокая удовлетворенность жителей этого жилища, объясняется соответствием такого типа жилья образу, соответствующему жизни семей, психологическим факторам этих жителей и более комфортные условия их проживания, которые могут быть организованы в жилище такого типа.

Список литературы

1. Коршаков Ф. Н. Индивидуальное жилищное строительство в городе (на примере Волгограда) / Ф. Н. Коршаков // Электронный журнал АМІТ. – 2011. – № 3(16). – С. 11.
2. Петрова З. К., Бочаров Ю. П. Концепция создания малоэтажных жизнеобеспечивающих и комфортных поселений в проектно-строительной практике // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2013. Вып.

31(50). Ч. 1. Города России. Проблемы проектирования и реализации. С. 148-154.

3. Тимохов Г. Ф. Модернизация жилых зданий / Г. Ф. Тимохов. – М.: Стройиздат, 1986. – 192 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ В ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКАХ

Р.К. Зарецкий, А.В. Чечина, М.А. Токмакова, Н.В. Токмаков
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Аннотация. В статье приведены достоинства, указаны недостатки пневматических подшипников. Описываются изобретения, позволяющие снизить влияние недостатков связанных с пневматическими подшипниками. Приведен пример использования мехатронной системы в пневматических подшипниках.

Ключевые слова: *пневматический, лепестковый, газодинамический, мехатронный, подшипник.*

APPLICATION OF MECHATRONIC SYSTEMS IN PNEUMATIC BEARINGS

R.K. Zaretsky, A.V. Chechina, M.A. Tokmakova, N.V. Tokmakov
Orel state university named after I.S. Turgenev

Abstract. The article shows the advantages, the shortcomings of pneumatic bearings are indicated. Describes inventions that reduce the impact of the disadvantages associated with pneumatic bearings. An example of using the mechatronic system in pneumatic bearings is given.

Keywords: *pneumatic, petal, gas-dynamic, mechatronic, bearing.*

Развитие машиностроения тесно связано с повышением скорости вращения роторов, поскольку это приводит к увеличению производительности машин, снижению их массы и габаритов. Но это также ведет и к росту виброактивности машин [1]. Снижение виброактивности и повышение надежности машин является актуальной задачей. Эта задача может быть решена за счет эффективного использования подшипников с газовой смазкой. Особое внимание уделяется подшипниковым узлам небольших машин.

Пневматические подшипники используются в турбомашинах, различных станках, установках атомной энергетики, приборах, и прочих изделиях. Особенно актуально использование пневматических подшипников в низкотемпературном машиностроении. Это связано с очевидными преимуществами пневматических подшипников в сравнении с другими типами подшипников [2]. Это такие преимущества как: низкий коэффициент трения, работоспособность при значительных перепадах температур, низкий уровень шума для замкнутых систем смазки газом, высокая точность движения вала.

Однако, при режимах пуска и остановки пневматический подшипник имеет повышенный износ, вследствие неустойчивости на этих режимах ротора и наличия контакта, а также более высокой требуемой несущей способности.

Существуют изобретения, на пневматические подшипники, позволяющие снизить влияние их основных недостатков.

Известен радиальный лепестковый газодинамический подшипник [3], изображен на рисунке 1.

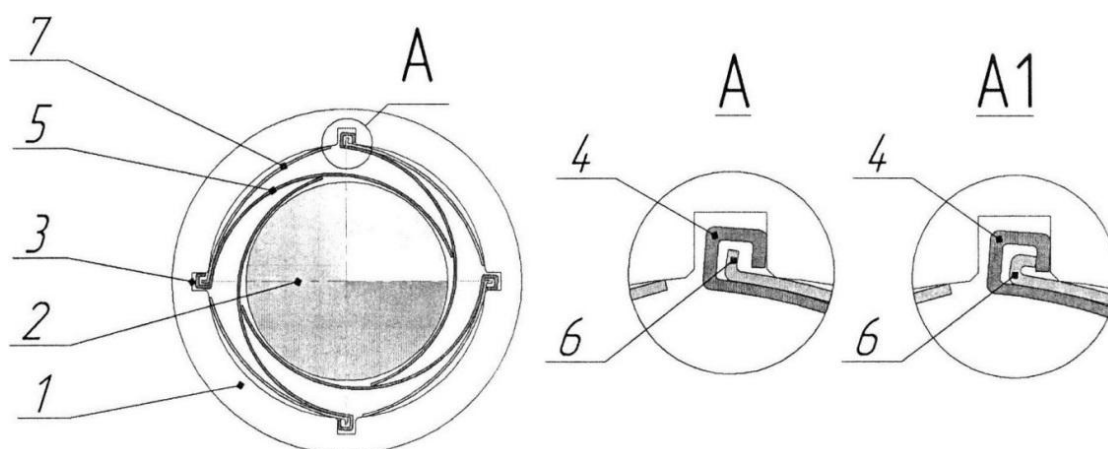


Рисунок 1. - Радиальный лепестковый газодинамический подшипник

Принцип работы данного подшипника состоит в следующем. Лепестки 5, расположенные внахлест друг другу, образуют непрерывающийся ряд клиновых поверхностей. При режимах пуска и остановки, лепестки 5 зацепляют цапфу вала 2 стремясь центрировать её в подшипнике. При высоких скоростях вращения вала воздух начинает стремиться перетечь из зоны с большей толщиной воздушного зазора в зону с меньшей толщиной. При этом в данном зазоре начинает расти давление. После достижения определенной частоты вращения валом, давления воздуха становится достаточно для того, чтобы лепестки 5 отделились от цапфы вала 2. Между лепестками 5 и цапфой вала 2 образуется несущий газовый слой, воспринимающий нагрузку, исходящую от вала.

Дополнительные лепестки 7 позволяют увеличить демпфирующую способность подшипника, установлены между лепестками 5 и корпусом подшипника 1. Дополнительные лепестки позволяют гасить колебания вала, так как они образуют дополнительные зоны трения контактирующих поверхностей.

Изобретение все еще находится на стадии опытно-промышленных испытаний.

Существует лепестковый газодинамический подшипник с активным управлением [4,5], представлен на рисунке 2. Указанный подшипник работает следующим образом. После подачи напряжения на провода пьезоактуаторов 3, пьезоэлементы 6 начинают увеличиваться в размерах, при этом подвижные элементы 9 перемещаются под гофры кругового гофрированного элемента 10. При вращении вала подвижные элементы 9 начинают воспринимать нагрузки, которые действуют на гофры кругового гофрированного элемента 10, и передают их через штифты 7 на пьезоэлементы 6, которые под действием нагрузки выдают ток в сеть. Прогибы гофрированных элементов 10 зависят от изменения величины силы тока в цепи, это позволяет отмечать прогибы, а также путем ре-

гуляции подводимого тока регулировать жесткость кругового гофрированного элемента 10. Когда сила тока в цепи отсутствует, данный подшипник работает как обычный лепестковый газодинамический подшипник.

Данное изобретение также находится на стадии испытаний.

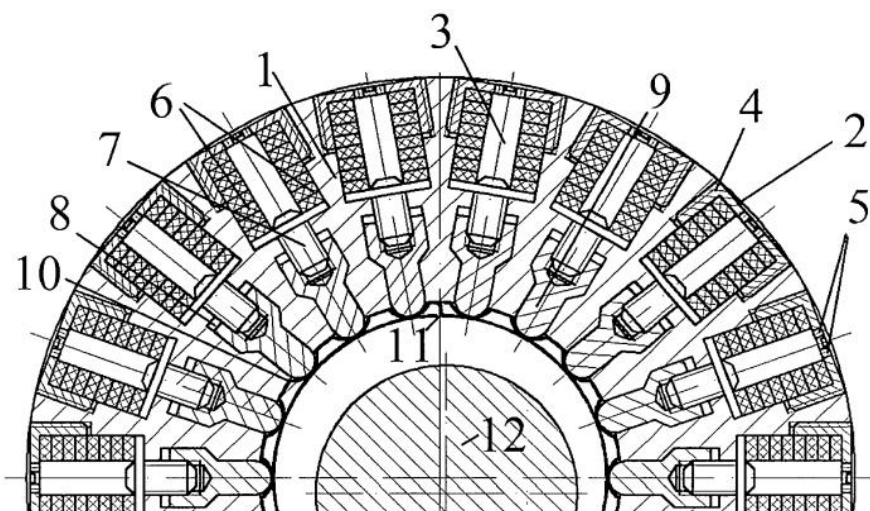


Рисунок 2. - Лепестковый газодинамический подшипник с активным управлением

Таким образом, на основе вышеприведенного материала, можно сделать следующие выводы:

1. Лепестковые подшипники имеют ряд неоспоримых преимуществ перед другими типами подшипников;
2. Наиболее эффективное использование лепестковых подшипников наблюдается в мехатронных системах;
3. Необходимо создать математический аппарат для проектирования газодинамических лепестковых подшипников.

Список литературы

1. Чернавский С.А., Курсовое проектирование деталей машин. – М: Машиностроение, 1988.
2. Чернавский С.А. Подшипники скольжения, Москва, Государственное научно-техническое издательство, 1963. 239 с.
3. Пат. 2231694 Российская Федерация, МПК F16C 19/02 (2000.01), F16C 17/00 (2000.01). Опора скольжения / Савин Л.А., Алехин А.В., Соломин О.В., Панченко А.И., Керсновский О.В.; заявитель и патентообладатель: Орловский государственный технический университет. – № 2003110901/11; заявл: 16, 04.2003; опубл: 27.06.20042.
4. Пат. 2658260 Российская Федерация, МПК F16C 17/02 (2006.01), F16C 27/02 (2006.01), F16C 32/06 (2006.01). Радиальный лепестковый газодинамический подшипник / Сигачев С.И.; заявитель и патентообладатель: Сигачев С.И. – № 2015103661; заявл: 27.08.2016 Бюл. № 24; опубл: 19.06.2018 Бюл. № 17

5. Пат. 2568005 Российская Федерация, МПК F16C 27/02, F16C 32/02 (2015 г.), Лепестковый газодинамический подшипник с активным управлением / Савин Л.А. (РФ), Сытин А.В. (РФ), Тюрин В.О. (РФ), Шутин Д.В.; заявитель и патентообладатель: Орловский государственный технический университет. – № 2003110901/11; заявл: 16, 04.2015; опубл: 27.06.2017

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КИТАЯ

А.В. Иконникова, М.А. Григорьева, Чжан Чжицян

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Аннотация. в статье даётся оценка перспектив использования новых строительных материалов в строительной отрасли Китая, описываются немецкая технология возведения зданий, а также такие нанотехнологии, как «эффект лотоса», эффект «термоса».

Ключевые слова: *Китай, строительство, новые строительные материалы, нанотехнологии.*

ASSESSMENT OF THE PROSPECTS OF USING NEW MATERIALS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY OF CHINA

A.V. Ikonnikova, M.A. Grigorieva, Zhang Zhiqiang

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Annotation: the article assesses the prospects of the use of new building materials in the construction industry in China, and describes the German technology on the construction of buildings, as well as nanotechnologies as the “lotus effect” and the “thermos” effect.

Keywords: *China, construction, new building materials, nanotechnology.*

В современную эпоху промышленность Китая развивается быстрыми темпами. Анализируя состояние рынка строительных услуг в мире, можно выделить несколько ведущих стран, таких как Китай, США, Турция, страны ЕС. Об этом свидетельствует положительная динамика доли строительного сектора в ВВП в этих странах (рис. 1).

Доля строительного сектора от ВВП в странах мира на 2016 год., в %. [1; 104].

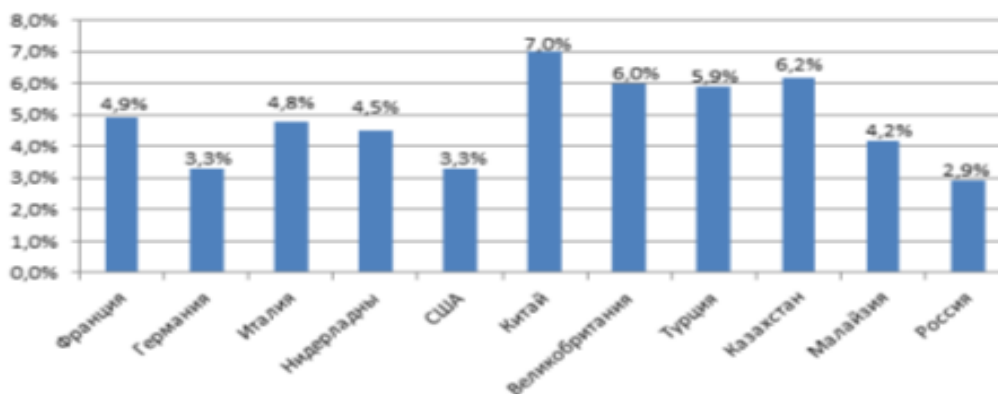


Рис. 1. - Динамика доли строительного сектора в ВВП

В КНР строятся новые автодороги, аэропорты, железные дороги и, конечно же, жильё. За последние два года в КНР произведено больше бетона, чем в любой другой стране. Большое количество произведенного в Китае бетона говорит об огромных объёмах строительства. Сейчас в КНР активно строятся культурные, правительственные, образовательные учреждения, промышленные объекты и, конечно, жильё – это и небоскрёбы, и малоэтажные дома. А такое масштабное строительство жилья нуждается в использовании новых материалов и усовершенствованной строительной технике.

Китай – это одна из немногих стран, которая ведёт строительство целыми городами. Зачастую, населённые пункты возводятся в соответствии с государственным планом возле недавно обнаруженных месторождений полезных ископаемых или в перспективных промышленных районах. Сейчас в Китае уже 220 городов с населением больше 1 миллиона. В Пекине и Шанхае проживает более чем 10 миллионов человек [2].

В современном Китае всё больше и больше простых граждан могут позволить себе собственную квартиру. Считается, что её может приобрести в кредит каждая семья в Китае со стабильным заработком, ведь цены на недвижимость – небольшие, а получить заём – относительно несложно. Это обусловлено невиданно высокими темпами строительства в КНР.

В современном Китае в настоящее время активно применяется немецкая технология изготовления сборных конструкций. Немецкую технологию индустриального строительства можно разделить на три основные системы:

- сборная бетонная строительная система;
- система сборки сборных стальных конструкций;
- система сборки сборных деревянных конструкций.

Преимущество промышленной технологии сборных конструкций заключается в том, что на заводе может быть проведено большое количество строительных работ, на которые не влияет погода. Период монтажа и строительства на месте значительно сокращается, что очень подходит для суровых холодных районов Китая, где время для монтажа наружной конструкции может быть коротким. С другой стороны, преимущество данной технологии состоит в том, что большинство строительных компонентов обрабатываются и производятся на заводе, обрабатываются механическим оборудованием с высокой эффективностью работы, точностью и качеством.

К недостаткам промышленного изготовления сборных конструкций относятся, во-первых, высокая стоимость сборных конструкций.

Первоначально стоимость сборных промышленных строительных конструкций в Китае была ниже стоимости строительства по традиционной технологии. Сегодня же стоимость жилых и офисных зданий, построенных в виде сборных железобетонных плит, обычно выше, а причина состоит в том, что железобетонные стены дороже каменных стен. Если используется изолированная конструкция сэндвич-панелей, узлы более сложны, и уплотнение больших панельных зазоров приводят к дополнительным расходам. Транспортировка

большого количества сборных панелей приводит к увеличению транспортных расходов.

Во-вторых, отсутствие персонализации. Недостатком технологии промышленного изготовления является то, что любой строительный проект, включая строительное оборудование, трубопроводы, электроустановки и встроенные детали, должен быть заранее спроектированы и предварительно установлены в бетонных плитах на заводе, а это подходит только для большого количества повторяющихся стандартных единиц. Этот недостаток можно решить за счёт применения современных экологически чистых, красивых, практичных и прочных комплексных технических решений для удовлетворения потребностей пользователей. Благодаря усовершенствованному дизайну и модульной конструкции на заводе можно обрабатывать большое количество строительных деталей. Техническая система постоянно оптимизируется, например, технология переработки вторсырья, технология соединения, сборные лестницы и многое другое.

Современный Китай в настоящее время стремится сделать жильё красивым, прочным и удобным. Рассмотрим нанотехнологии, которые используются в строительной отрасли Китая.

Первое технология – это «эффект лотоса». Данная технология в Китае используется при строительстве специальное покрытие для стройматериалов, которое способно противостоять загрязняющему воздействию водных и нефтяных капель. В итоге достигается так называемый «эффект лотоса»: капли, как шарики ртути, скатываются с поверхности листа, сохраняя его всегда чистым и сухим, смывая одновременно всю грязь и никогда не оставляя следов [3].

В Пекине с использованием «эффект лотоса» был построен Большой национальный театр. На постройку его прозрачного полушария было потрачено около \$588,24 млн. Покрытие стеклянной поверхности составляет 6000 м². Этот купол построен с использованием нанотехнологий и хотя первоначально в проекте строительства такая возможность не рассматривалась, создателям пришлось обратиться за помощью к специалистам Пекинского промышленного парка Чжунгуаньцунь (известного как Китайская силиконовая долина), где и была предложена и внедрена технология применения наночастиц в покрытии стеклянного материала. Лист лотоса никогда не намокает, всегда остается чистым за счет особого строения листа, капельки воды и грязи скатываются с него, не оставляя никаких следов.

Следующая нанотехнология – это использование солнечного аккумулятора – это использование наноматериалов, накапливающих солнечную энергию. Технология была изобретена в Шанхайском центре науки и нанотехнологий (Shanghai Nano Science and Technology Center). Такая модель может использоваться на лестницах зданий при отсутствии электрического освещения, а также в качестве аварийной иллюминации на случай эвакуации (указывает путь к выходу). Технология используется, например, в развлекательных заведениях. Всё большую популярность приобретает использование такой технологии для домашнего применения не только как эксклюзивный декор, но и как энергосберегающий источник света. В качестве «солнечных батарей» могут использоваться

окна помещения. Главное преимущество этой технологии – более низкая цена по сравнению с дорогостоящими традиционными солнечными батареями.

Ещё одной новой нанотехнологией является эффект «термоса» – это использование нанопористого покрытия для стен, позволяющего сохранять тепло в помещении зимой и кондиционерную прохладу летом. Устройство представляет собой полупрозрачную пленку, обладающую высокими изоляционными свойствами и способную обеспечить так называемый «эффект термоса». Такое изобретение можно использовать в крупномасштабном строительстве. Так, например, подобным материалом покрыты стены Шанхайского музея науки и технологии, площадь которого составляет 3000 кв. м. Планируется также использовать эти методики в выставочном зале Немецкого национального павильона.

Специалисты считают, что уже в самом ближайшем будущем nanoизоляционные покрытия «придут» в жилые районы, обеспечивая дополнительную экономию энергии и защиту окружающей среды [3].

Нанотехнологии уже нашли применение в строительстве объектов для Олимпийских игр в Пекине. В пекинском дворце спорта Capital Gymnasium наночастицы были использованы для покрытия потолков, что обеспечило звукоизолирующую функцию помещений, а также способность более сильного противостояния деформации. Использование наноматериалов в покрытии стен защищает их от грязи и воды.

Нанопластиковые двери, окна и трубы становятся более износостойкими и устойчивыми к коррозии. Нанометодики в современном Китае уже нашли широкое применение в спортивном оборудовании и инвентаре: их используют в производстве лыжных палок, трамплинов для прыжков, теннисных ракеток и т.п. Например, нанотехнологии позволяют сделать поверхность пятиметрового трамплина шириной всего полметра нескользкой, что даёт возможность прыгну в воду сосредоточиться и максимально сконцентрироваться. В ракетках для бадминтона и тенниса такие характеристики, как легкость и прочность, достигаются за счёт увеличения плотности углеродных материалов.

Сегодня 80% исследований, проводимых в Китае, в области нанотехнологий касаются металлов и неорганической химии. Кроме того, большое внимание также уделяется полимерам и синтетическим материалам. В таких областях, как электроника, биомедицина, применение нанотехнологий пока ограничено.

Согласно ряду отчётов исследовательских компаний, в ближайшие пять лет спрос на строительные материалы, изготовленные с применением нанотехнологий, увеличится на 44%. Это будет достигнуто за счёт самоочищающегося покрытия. Хотя на сегодняшний день область применения нанотехнологий в строительстве пока не достаточно широка, тем не менее учёные доказали, что использование новых методик в таких веществах, как бетон, краска, стекло, клей, делает строительные материалы гораздо более эффективными по своему назначению. Наибольшим спросом в строительной отрасли в ближайшем будущем начнут пользоваться такие материалы с нанотехнологиями, как фасадные водо-

непроницаемые краски. Уже к 2020 году на рынке красок им будет принадлежать доля в 60%.

Различные нанодобавки, которые добавлены в раствор для кирпичной кладки для повышения прочности на сжатие и обрабатываемости, могут экономить строительные материалы и снижать затраты. Тем не менее, их разработка и применение в Китае находится пока на невысоком уровне, а объём их применения в развитых странах достигает от 80% до 100%.

Некоторые развитые страны также предложили высокоэффективный бетон, который представляет собой новую концепцию с превосходной прочностью, высокой обрабатываемостью и т. п., по сравнению с традиционным бетоном. Он использовался в дорожных и мостовых проектах в Китае в последние годы.

Но, к сожалению, наука и технологии в Китае пока ещё находится на недостаточно высоком уровне и применение новых строительных материалов не особо распространено.

По сравнению с другими промышленно развитыми странами, объём производства строительных материалов нового поколения, используемых в Китае, невелик. Во многих населённых пунктах Китая технологическое оборудование отсталое, технические возможности плохие, а осведомлённость об охране окружающей среды и энергосбережении недостаточно сильна.

Крах джиуцзянской дороги, шоссе Кунлу в провинции Юньнань был разрушено всего за 18 дней, а скоростная автомагистраль Шэньси в провинции Ляонин из-за частичного разрушения покрытия моста. Это вызвало разрушения, гибель людей и автомобильные катастрофы. Это связано с тем, что строительные организации Китая не соблюдали требования законодательства и произвели работы не надлежащего качества с целью заработать больше денег и прибыли, некоторые недобросовестные архитекторы небрежно занимались строительными проектами, «меняли материалы и конструкцию здания» и использовали некачественные строительные материалы, в результате было много аварий.

В целом, уровень науки и техники в Китае всё еще невелик, и необходимо постоянно изучать передовые зарубежные технологии и внедрять передовое зарубежное производственное оборудование. Сегодня индустриализация, модернизация и урбанизация Китая быстро развиваются, а рынок недвижимости быстро расширяется, но в то же время общий объём ресурсов ограничен.

В современном Китае важными сегодня являются проблемы охраны окружающей среды. Для эффективного решения этой проблемы необходимо внедрять новые типы строительных материалов. В Китае необходимо ликвидировать строительные материалы с высоким энергопотреблением и неуклонно реализовывать инновации в области новых энергосберегающих, низкоуглеродных и экологически чистых строительных материалов. В настоящее время правительство Китая поддерживает это устойчивое развитие, а правительственные ведомства также обеспечивают эффективный надзор и помощь строительным организациям.

Список литературы:

1. Белоглазова М. С. Анализ и проблемы строительной отрасли // Молодой ученый. – 2018. – №4. – С. 104-107. – URL <https://moluch.ru/archive/190/48032/>
2. Развитие транспортной инфраструктуры и активное строительство Китая – URL <http://ru.shanghaimetal.com/index.php?ac=article&at=read&did=7014>
3. Нанотехнологии в строительстве, строительные наноматериалы – опыт Китая – URL http://elport.ru/articles/nanotehnologii_v_stroitelstve_stroitelnyie_nanomaterialyi_-_opyit_kitaya.

СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ НОВЫХ УЗЛОВ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КЖД 97-2015

В.С. Кузьмин

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Россия

Аннотация. В статье приводятся результаты расчетов и испытаний новых узлов сопряжения стеновых панелей проекта КЖД 97-2015. Испытания узлов сопряжения натуральных стеновых панелей проводились по 8 схемам с различной вариацией внешней статической нагрузки. В результате получены схемы трещинообразования и разрушения узлов, разрушающие нагрузки, характеристики податливости узлов сопряжения, которые использованы при выполнении расчетов пространственно конечно элементной модели здания.

Ключевые слова: панельное здание; узел сопряжения; соединительная пластина; статическое испытание; податливость стыков.

STATIC TESTING OF NEW ASSEMBLIES OF WALL PANELS AND ARCHITECTURAL BUILDING SYSTEMS EFFICIENCY 97-2015

V.S. Kuzmin

Tomsk state University of architecture and civil engineering, Tomsk, Russia

Abstract. The article presents the results of calculations and tests of new interfaces of wall panels of the project efficiency 97-2015. Tests of the interfaces of full-scale wall panels were carried out according to 8 schemes with different variations of external static load. As a result, the schemes of cracking and destruction of nodes, breaking loads, characteristics of compliance of interfaces, which are used in the calculations of spatially finite element model of the building.

Keywords: prefabricated building; a node; an adapter plate; a static test; flexibility of joints.

В гражданском строительстве широко применяется возведение крупнопанельных зданий, которое позволяет существенно повысить степень индустриализации строительства и производительность труда, снизить стоимость строительства и сократить сроки возведения зданий. Цель работы – испытания новых узлов соединения стеновых панелей с трапециевидной соединительной пластиной при различных схемах приложения статических нагрузок.

В результате выполнения работы разработаны методики испытаний узлов сопряжения стеновых панелей при действии статических нагрузок. Проведены

испытания узлов соединения стеновых панелей с трапециевидной соединительной пластиной, в результате которых получены разрушающие нагрузки и схемы разрушения узлов, характеристики податливости стыковых соединений, определена несущая способность испытанных узлов сопряжения.

Согласно проекта серии КПД 97-2015 для соединения стеновых панелей между собой предложен новый узел с трапециевидной соединительной пластиной. В стеновых панелях предусмотрены закладные детали с анкерами, где в одной панели закладная деталь устраивается в плоскости панели, а в другой под углом 45° . При монтаже здания устанавливается соединительная трапецеидальная пластина под углом 30° к горизонтальной плоскости, которая приваривается к закладным деталям панелей [1]. Размеры соединительной трапецеидальной пластины составляют, верхняя сторона 90 мм, нижняя 125 мм, высота 125 мм, толщина – 8 мм. Затем стык заделывается цементно-песчаным раствором. Однако для испытаний принят наиболее неблагоприятный вариант работы стыка – без заполнения цементно-песчаным раствором, за исключением испытания одного из узлов испытываемого на сжатие.

Общий вид углового стыка стеновых панелей показан на рис. 1.

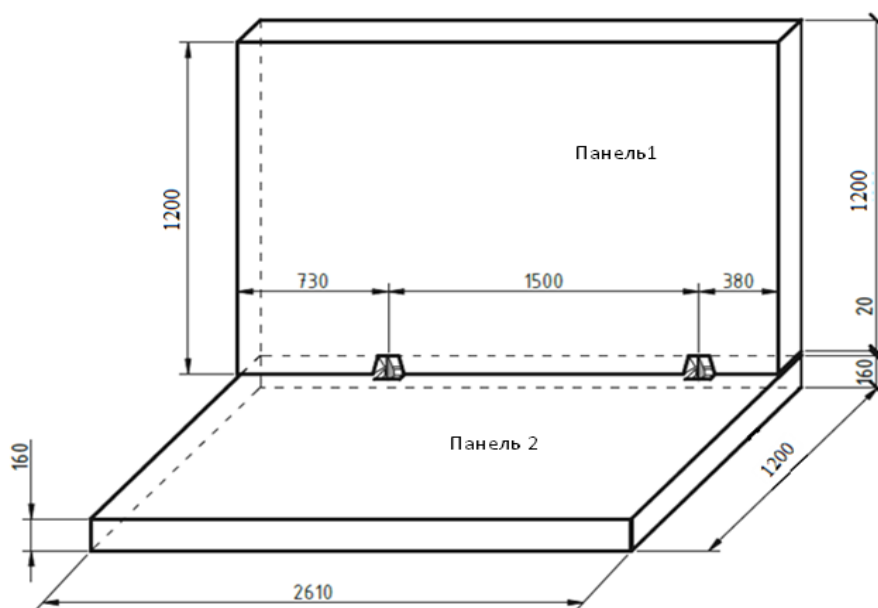


Рис. 1. Общий вид углового стыка стеновых панелей

Испытания экспериментальных образцов угловых узлов сопряжения стеновых панелей на действие статических нагрузок проводились в лаборатории испытаний строительных конструкций кафедры «Железобетонные и каменные конструкции» Томского государственного архитектурно-строительного университета. Общие виды экспериментальных образцов фрагментов натуральных стеновых панелей изображены на рис. 2 (а, б, в, г).

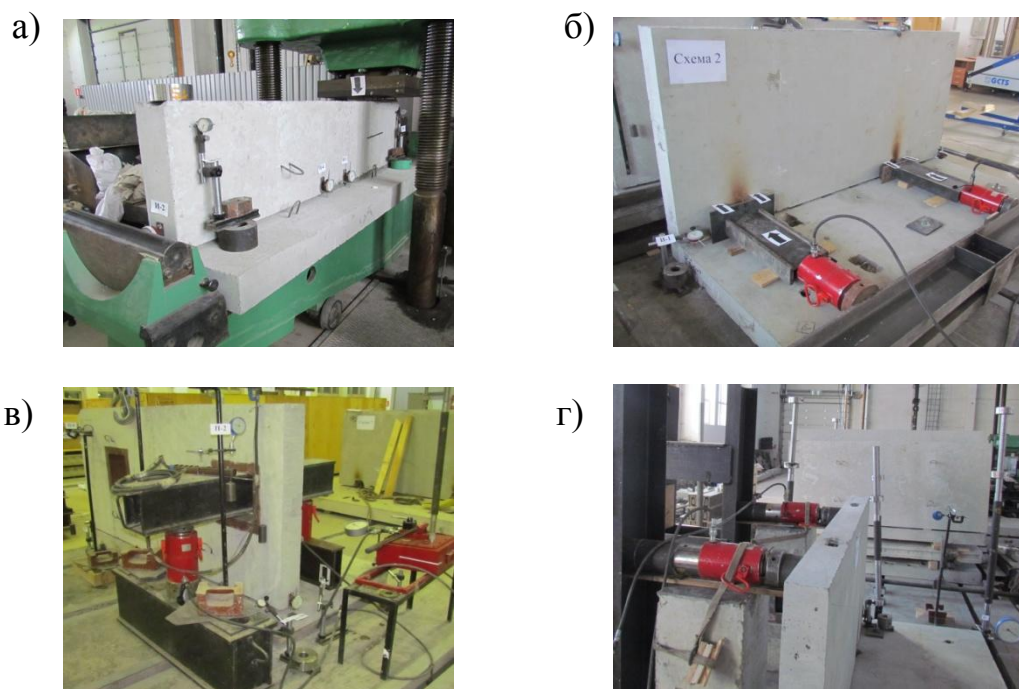


Рис. 2. Общие виды экспериментальных образцов фрагментов натуральных стеновых панелей при сжатие (а), при сдвиге (б), при растяжении (в), а также при изгибающем моменте (г)

Испытания узлов сопряжения стеновых панелей проводились по схемам:

1. На действие изгибающего момента (нагрузка прикладывается в верхней зоне внутренней поверхности панели);
2. На действие поперечной силы, приложенной из плоскости панели (на сдвиг, нагрузка прикладывается в уровне узлов внутренней поверхности панели);
3. На действие изгибающего момента (нагрузка прикладывается в верхней зоне внешней поверхности панели);
4. На действие поперечной силы, приложенной из плоскости панели (на сдвиг, нагрузка прикладывается в уровне узлов внешней поверхности панели);
5. На действие поперечной силы, приложенной в плоскости панели в уровне узла (на сдвиг);
6. На действие растягивающей силы (на отрыв);
7. На действие поперечной силы, приложенной в плоскости панели в верхней части (на сдвиг с отрывом);
8. На сжатие омоноличенного или неомоноличенного стыка.

На рис. 3 изображены схемы приложения нагрузок экспериментальных образцов стеновых панелей.

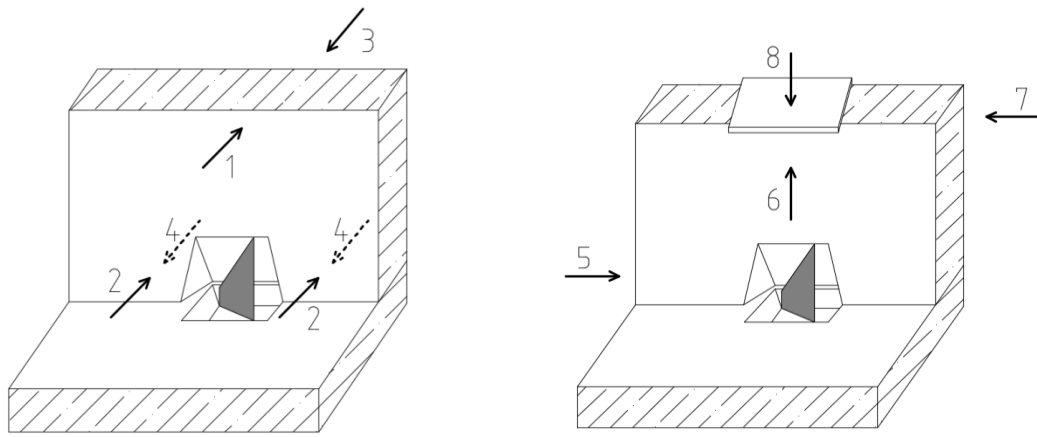


Рис.3. Схема приложения нагрузок экспериментальных образцов стеновых панелей

Согласно программе были проведены испытания шестнадцати узлов натуральных стыков стеновых панелей на статические нагрузки по восьми схемам (на действие изгибающего момента, на действие поперечной силы в плоскости и из плоскости панели (на сдвиг и сдвиг с отрывом), на растяжение (отрыв), на сжатие омоноличенного и неомоноличенного стыка). Все стеновые панели были доведены до разрушения. На рисунке 4 изображено общие виды разрушения узлов.



Рис.4. Общий вид разрушения узлов (а, б)

При применении расчетной нагрузки, видимых повреждений не обнаружено. Также после приложения нагрузки, которая в 1,6 раз больше расчетной нагрузки (при $C=1,6$ по ГОСТ 8829-94), видимых повреждений также не обнаружено. При применении разрушающих нагрузках было зафиксировано, что происходил отрыв закладных деталей от анкеров, разрушение бетона в верхней и нижней стеновой панели в месте установки закладных деталей, а также происходил изгиб соединительных пластин.

По результатам испытаний определены характеристики податливости узловых сопряжений стеновых панелей при сдвиге, изгибе, сжатии и растяжении.

Податливость узлов также определялась с учетом «Рекомендаций по расчету каркасов многоэтажных зданий с учетом податливости узловых сопряжений сборных железобетонных конструкций» [2, 3, 4].

В табл. 1 приведены результаты испытаний опытных образцов, узлов сопряжения стеновых панелей с трапециевидной соединительной пластиной.

Таблица 1

Результаты испытаний опытных образцов

№ испытания	Вид нагрузки (усилия)	Расчетная нагрузка	Контрольная нагрузка по проверке прочности	Разрушающая нагрузка	Деформации при расчетной нагрузке, мм	Деформации при контрольной нагрузке, мм
1	M кН*м	1,01	1,616	6,2	1,145	5,23
2	Q _y кН	15,7	25,12	59,28	0,63	1,335
3	M кН*м	1,01	1,616	10,296	3,285	6,545
4	Q _y кН	15,7	25,12	32,76	0,8	1,61
5	Q _z кН	9,9	15,84	121,68	0,25	0,45
6	N кН	15,0	24,0	63,18	0,48	0,92
7	Q _z кН	9,9	15,84	74,88	0,55	1,46
8 омоноличенный стык	N кН	100	160	1770	0,12	0,18
8 неомоноличенный стык	N кН	100	160	700	4,23	8,52

Для 16-ти этажного панельного здания была разработана пространственная расчетная схема всего здания в программном комплексе «SCAD Office» [5] (рис. 5), в котором учтены податливость узлов сопряжения стеновых панелей с трапециевидной соединительной пластиной [6].

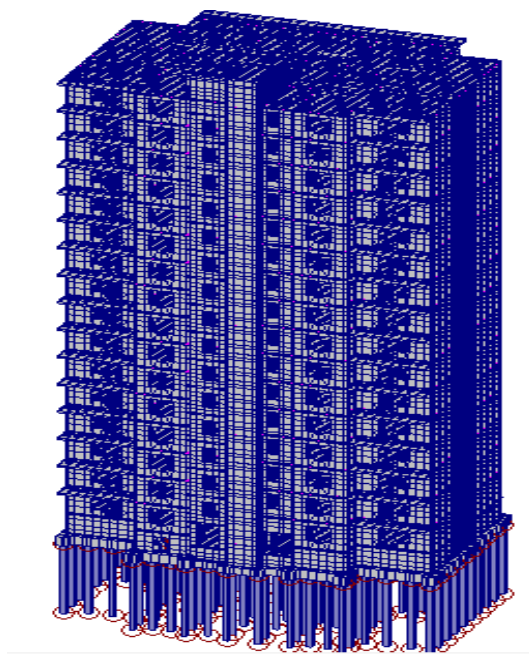


Рис. 5. Расчетная схема

Расчетные усилия были получены из расчетной схемы, с учетом всех постоянных и временных нагрузок. Которое позволяет оценить фактическое напряженное состояние несущих строительных конструкций здания.

Список литературы

1. ГОСТ 5264–80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Москва: Стандартинформ, 2010. 33 с.
2. Рекомендации по расчету многоэтажных зданий с учетом податливости узловых сопряжений сборных железобетонных конструкций. Москва: ОАО «ЦНИИПромзданий», 2002. 81 с.
3. Данель В.В. Анализ формул для определения жесткости при сдвиге платформенных стыков крупнопанельных зданий // Бетон и железобетон. – 2010. № 1. С. 25-29
4. Данель В.В. Определение жесткости платформенных стыков // Жилищное строительство. 2012. № 2. С. 32-35.
5. SCAD Office. Версия 21. Вычислительный комплекс SCAD++. - М.: Изд-во «СКАД СОФТ», 2016. 848 с.
6. Данель В.В. Параметры 3D-стержней, моделирующих стыки в конечно-элементных моделях // Жилищное строительство. 2012. № 5. С. 22-27.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ, РЕМОНТ ПОЛОВ И ПЕРЕКРЫТИЙ БЕЗПОДВАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Т.В. Куценко, Д.А. Бъядовский, А.Е. Руденко, Н.Ю. Волков

Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва

Аннотация. Часто по результатам обследования возникает необходимость в проведении текущего, а иногда и капитального ремонта здания. Поэтому в статье описываются различные технологии и конструкции утепления полов и перекрытий зданий и сооружений. Представлены различные схемы устройств по утеплению полов по грунту, а также схемы утепления перекрытий по деревянным балкам и ж/б плит. Описаны перспективные технологии по утеплению безподвальных зданий и сооружений и пути их решения. Приведены примеры по устройству различных видов конструкций и технологий утепления, которые применяются в современном строительстве.

Ключевые слова: *утепление полов, утепление перекрытий, технология утепления, конструкция утепления, деревянная балка, устройство полов.*

RESTORATION, REPAIR FLOORS AND CEILINGS OF THE DEMON OF BUILDINGS AND STRUCTURES ON THE SURVEY RESULTS

T.V. Koutsenko, D.A. Bjadovsky, A.E. Rudenko, N.Y. Volkov

Research Institute (Military-System Studies of Material and Technical Support of the Armed Forces of the Russian Federation) of the Military Academy of Material and Technical Support named after Army General Khrulyov

Annotation. Often, the results of the survey there is a need for ongoing and sometimes major repairs of the building. Therefore, the article describes various technologies and designs of insulation of floors and floors of buildings and structures. Presents different schemes of devices for insulation of floors on the ground and the circuit insulation of overlappings on wooden beams and reinforced concrete slabs. Described promising technologies for insulation of baseless buildings and structures and their solutions. Examples on the device of various types of designs and technologies of warming which are applied in modern construction are given.

Keywords: *insulation of floors, insulation of floors, insulation technology, construction of insulation, wooden beam, floor device.*

Целью обследования является определение, обнаружение различных дефектов здания и сооружения, возникающих в результате строительства или эксплуатации. Наиболее часто рассматривается вопрос обследования ограждающих конструкций. И одним из пунктов проведения обследования является рассмотрение дефектов ограждающих элементов подвалов и перекрытий. В данной статье мы рассмотрим различные технологии реконструкции подвальных помещений и перекрытий.

В современном строительстве наблюдается тенденция к возведению безподвальных зданий и сооружений. А это в свою очередь требует проведения ряда мероприятий по утеплению полов, находящихся не посредственно на

грунте. Но не только современное строительство требует данных конструктивных решений, это так же необходимо при проведении реконструкции подвальных помещений старого фонда, так как есть нехватка используемых площадей помещений. Некоторые помещения рассоложены над проездами и поэтому требуется комплекс мероприятий по утеплению перекрытий.

Соблюдение требований по теплоизоляции позволяет увеличить число используемых площадей, снизить экономические затраты на эксплуатацию помещений и создать в них нормальный температурно - влажностный режим [1].

При устройстве полов по грунту необходимо произвести их утепление и обеспечить защиту элементов пола от капиллярного подсоса на относительно сухих грунтах и от влаги на грунтах при высоком расположении грунтовых вод. При устройстве полов на подготовленный грунт кладут 15-ти сантиметровый слой песка. По трамбованному песку устраивают бетонную стяжку толщиной 5 см, поверх которой укладывают слой мощной гидроизоляции из двух слоев рубероида, гидроизола, противокapиллярной мембраны. Затем на деревянных прокладках или кирпичных столбиках с деревянными прокладками устанавливают лаги, поверх которых устраивают покрытие пола. В пространство между лагами укладывают теплоизоляционные плиты представленные на рисунке 1.

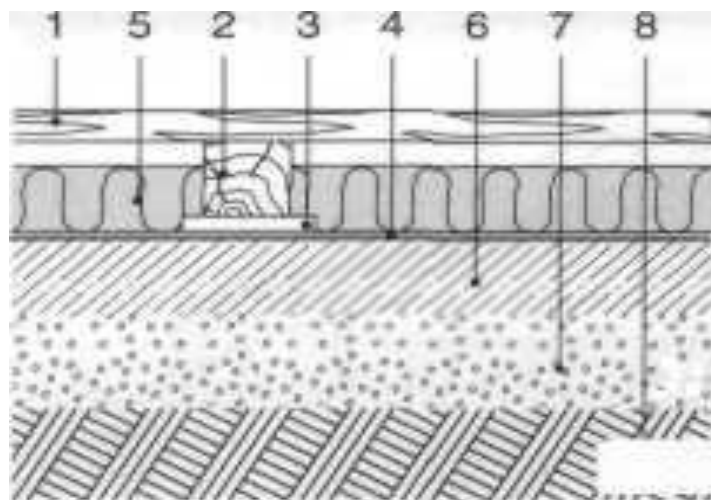


Рис. 1- Схема устройства полов по грунту с использованием деревянных балок:
1 - покрытие пола из досок или щитов, 2 - балки, 3 - антисептированная прокладка, 4 - гидроизоляция, 5 - теплоизоляционные плиты, 6 - бетонная подготовка или цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм, 7 - песчаная подсыпка, 8 - грунт

Основными требованиями к теплоизоляционному материалу, который используется в конструкциях пола, являются способность материала выдерживать статические и динамические нагрузки длительное время, обладать хорошим сопротивлением теплопотерям.

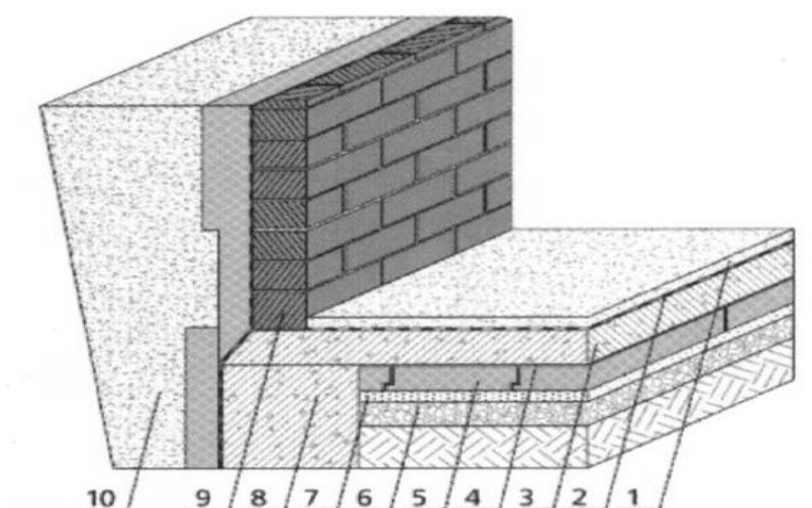


Рис. 2- Схема устройства полов по грунту с использованием деревянных балок:
 1 - цементно-песчаная стяжка, 2 - гидроизоляция, 3 - бетонное основание под пол, 4 - полиэтиленовая пленка, 5 - теплоизоляционные плиты, 6 - щебень, 7 - песок, 8 - фундамент, 9 - стена подвала, 10 - обратная засыпка

При утеплении полов по грунту из щебня и песка устраивается гидроизоляция, исключающая увлажнение пола в период эксплуатации. Плиты утеплителя укладываются по бетонному основанию или песчаной подготовке показанные на рисунках 2 и 3. Перед устройством стяжки или распределительной бетонной плиты по утеплителю устанавливается технологический слой из полиэтиленовой пленки, препятствующей попаданию цементного раствора в стыки плит [2].

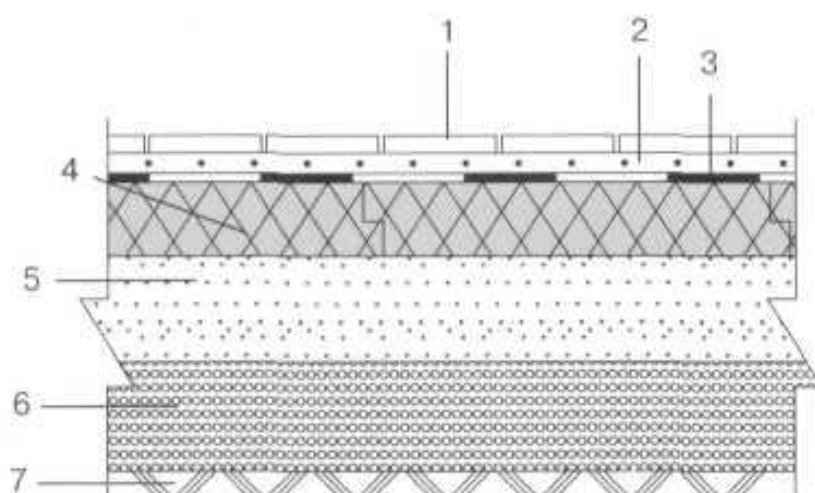


Рис. 3 - Схема устройства полов по грунту с использованием деревянных балок:
 1 - покрытие пола, 2 - армированная цементно-песчаная стяжка, 3 - гидроизоляция, 4 - теплоизоляционные плиты из пенополистирола, 5 - песок, 6 - щебень, 7 - грунт

При наличии под домом холодного подполья или подвала перекрытия над ними так же утепляют.

Утепление перекрытия по деревянным балкам над вентилируемым подпольем или подвалом. Несущие деревянные балки перекрытия опираются на цоколь. В местах их опирания под балки следует подложить рубероид или другой гидроизоляционный материал. Для защиты подполья и подвала от отсыревания необходимо обеспечить их вентиляцию через специальные продухи размером (10 x 10) - (15 x 15) см, расположенные в цоколе через каждые 4 - 5 м показанные на рисунке 4.

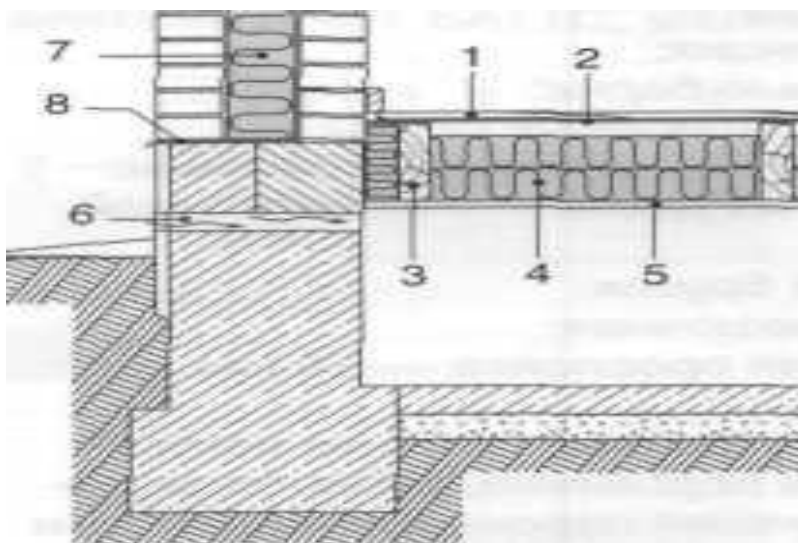


Рис. 4- Утепление перекрытия по деревянным балкам над вентилируемым подпольем или подвалом:

1 - покрытие пола, 2 - пароизоляция, 3 - деревянные балки, опирающиеся на цоколь или стены подвала, 4 - теплоизоляционные плиты, 5 - подшивка из досок, 6 - вентиляционный продух, 7 - теплоизоляционные плиты, 8 – гидроизоляция

Балки перекрытий устанавливают с шагом 0,6 м. Плиты утеплителя обычно укладывают на доски или щиты, укрепленные по черепным брускам, на доски или стальную проволоку, подшитые к балкам снизу. Утеплитель защищают от увлажнения с внутренней стороны дома (с теплой стороны) слоем пароизоляции из пергамина, рубероида, полиэтиленовой пленки. Для обеспечения лучшей паронепроницаемости делают перехлест полотнищ пароизоляции на 10-15 см. Края полотнищ пароизоляции заводят на стену, на высоту 10 см и прикрепляют плинтусом к стене. По деревянным лагам укладывают половые доски и покрытие пола представлено на рисунке 5.

Часто полы над подпольем устраивают по деревянным лагам, уложенным на кирпичные столбики. В этом случае на столбик по слою рубероида на деревянную прокладку укладывают лаги. В пространстве между лагами располагают плиты утеплителя представлено на рисунке 6.

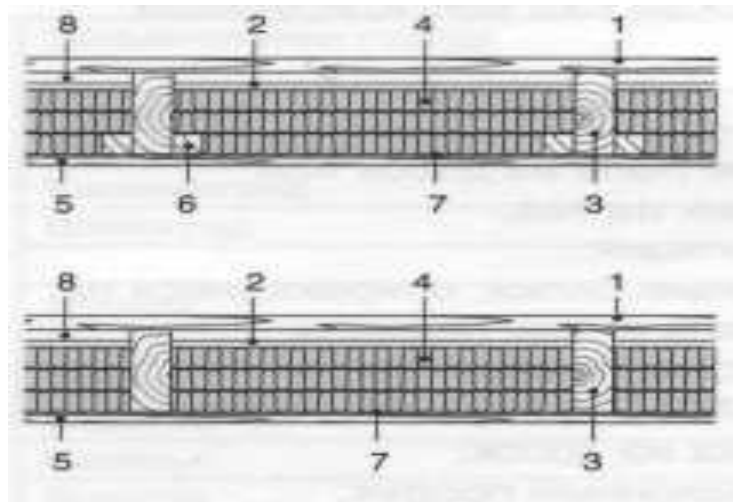


Рис. 5 - Утепление перекрытия по деревянным балкам:

1 - покрытие пола из досок или паркетных щитов, 2 - пароизоляция, 3 - деревянные балки, опирающиеся на цоколь или стены подвала, 4 - теплоизоляционные плиты, 5 - обшивка из досок или проволочной сетки, 6 - черепной брусок, 7 - бумага мешочная, 8 - воздушная прослойка - 10 мм

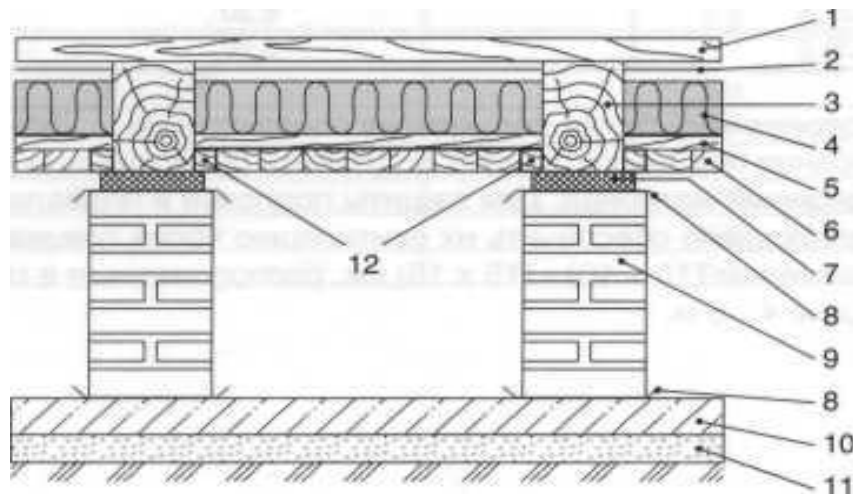


Рис. 6 - Утепление перекрытия по деревянным балкам:

1- покрытие пола из досок или паркетных щитов, 2 - пароизоляция (полиэтиленовая пленка), 3 - деревянные балки, 4 - теплоизоляционные плиты требуемой толщины, 5 - дощатый настил, 6 - обшивка из досок, 7 - деревянная антисептированная прокладка, 8 - гидроизоляция, 9 - кирпичный столбик, 10 - бетонная подготовка, 11 - утрамбованный песок, 12 - черепные бруски

Несущей частью перекрытия над проездами, вентилируемым подпольем или подвалом может быть железобетонная плита. В этом случае пол над перекрытием может устраиваться по лагам, а его утепление производится теплоизоляционными материалами, уложенным по плите между лагами показаны на рисунке 7 и 8. [3].

Лаги укладывают на железобетонную плиту, на деревянную прокладку по рубероиду. Пространство между лагами заполняют плитами утеплителя. По балкам укладывают половые доски или плиты [4].

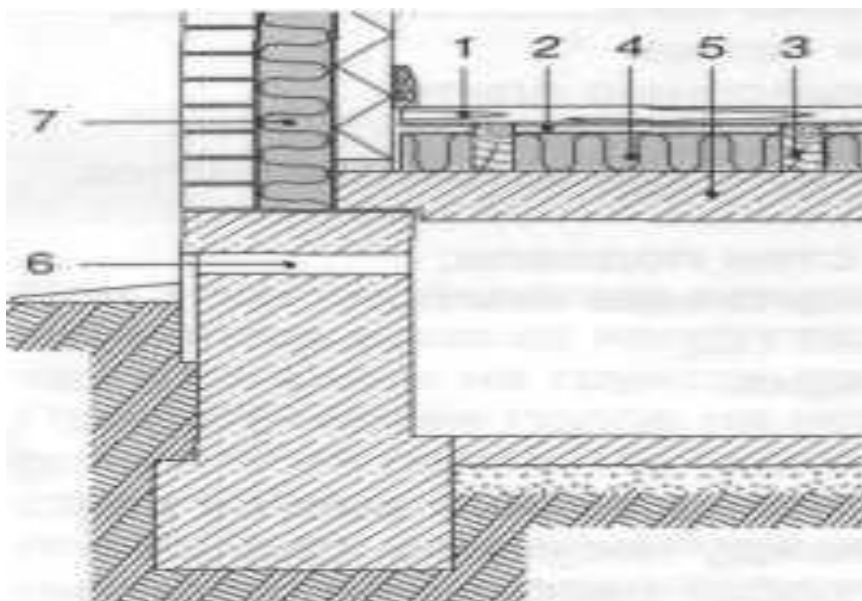


Рис. 7 - Утепление перекрытия по деревянным балкам:
 1 - покрытие пола, 2 - пароизоляция, 3 - лага, 4 - теплоизоляционные плиты, 5 - плита перекрытия, 6 - вентиляционный продух, 7 - теплоизоляционные плиты

2 3 4 5 6 7 1

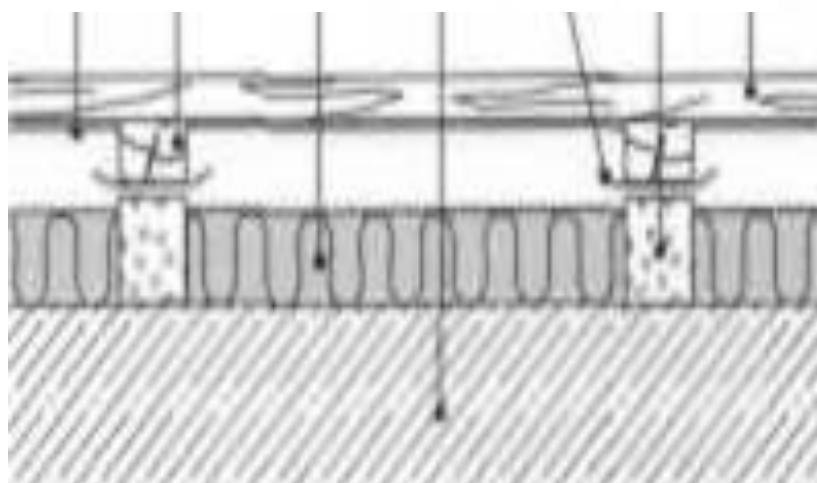


Рис. 8 - Утепление перекрытия по ж/б плите:
 1 - покрытие пола, 2 - пароизоляция, 3 - лага, 4 - теплоизоляционные плиты, 5 - плита перекрытия, 6 - прокладки из рубероида, 7 - столбик из кирпича или брусек из легкого бетона

Список литературы

1. Матросов Ю.А., Бутовский И.Н., Тищенко В.В. Новые изменения СНиП по строительной теплотехнике // Промышленное и гражданское строительство. – 1995. - № 14. – С. 4-8
2. Сычев А. К, Христофоров В. С, Мельников В. В. Механика грунтов. Статика и динамика. С 336. Л.-1971
3. Стройфайл каталог - картотека // ООО «УРСА Евразия» Петербургский строительный центр - Санкт-Петербург 2006
4. Бьядовский, Д.А., Блинов С.А. и др. Теория и практика теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений: монография/ Бьядовский Д.А., Блинов С.А., Руденко А.Е., Демьянов А.А., Оханцев А.В., Куценко Т.В.; - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2018, - 139 с.- 98-103 стр.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УТЕПЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ, ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ И СТЕН ПОДВАЛОВ, ПРОВОДИМЫХ ПО АНАЛИЗУ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ

Т.В. Куценко, Д.А. Бьядовский, С.А. Блинов

*Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации)
Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала
армии А.В. Хрулёва*

Аннотация. В статье описываются различные технологии и конструкции утепления полов и перекрытий зданий и сооружений. Представлены различные схемы устройств по утеплению фундаментов, грунтовых оснований и стен подвалов. Описаны перспективные технологии по утеплению подземных частей зданий и сооружений и пути их решения. Приведены примеры по устройству различных видов конструкций и технологий утепления, которые применяются в современном строительстве.

Ключевые слова: *утепление фундаментов, утепление стен подвалов, технология утепления.*

TECHNOLOGICAL FEATURES OF THERMAL INSULATION OF FOUNDATIONS, UNDERGROUND BASES AND WALLS OF CELLARS, CARRIED OUT ANALYSIS OF THE RESULTS OF VARIOUS SURVEYS OF UNDERGROUND PARTS OF BUILDINGS

T.V. Koutsenko, D.A. Bjadovsky, S.A. Blinov

Research Institute (Military-System Studies of Material and Technical Support of the Armed Forces of the Russian Federation) of the Military Academy of Material and Technical Support named after Army General Khrulyov

Annotation. The article describes various technologies and designs of insulation of floors and floors of buildings and structures. Various schemes of devices on warming of the bases, soil bases and walls of cellars are presented. Promising technologies for insulation of underground parts of buildings and structures and their solutions are described. Examples on the device of various types of designs and technologies of warming which are applied in modern construction are given.

Keywords: *insulation of foundations, insulation of basement walls, insulation technology.*

Конструктивные элементы подземных частей здания при эксплуатации испытывают значительные физические нагрузки от воздействия температурных факторов, грунтовых вод, тепловых потоков, морозного пучения, что приводит к появлению трещин и разрушению.

Применение теплоизоляции позволяет обеспечить положительную температуру эксплуатации подземных сооружений и частей зданий. Защита от переувлажнения и промерзания железобетона фундамента и стен подвалов позволяет существенно увеличить срок их службы, снизить теплопотери через подземную часть здания и обеспечить требуемые параметры микроклимата подвальных помещений. Сплошная установка теплоизоляционного слоя по периметру подземной части защищает гидроизоляционное покрытие от повреждений при обратной засыпке грунта.

Проникновение влаги в конструкцию не только создает предпосылки для раннего старения, но и снижает ее теплофизические показатели (по данным исследований фирм производителей утеплителя «Пеноплэкс», «Урса» на зону подвала приходится до 10-15% всех теплопотерь здания). Наиболее надежной и экономичной при устройстве заглубленных фундаментов является сплошная наружная теплоизоляция.

Многие здания и сооружения, построенные в различных районах земного шара, деформируются не только в результате уплотнения их основания, но и в результате пучения грунтов [2].

Пучением принято называть местное поднятие грунта, вызываемое увеличением его объема при промерзании, набухании или при действии горного давления. Однако пучение грунта в силу набухания и проявления горного давления встречается в природе реже, чем пучение грунта, происходящее вследствие его промерзания.

Морозное пучение грунта вызывает нарушение структуры грунта и увеличение его объема не только за счет замерзающей воды, находящейся в порах грунта, но и за счет того, что в процессе замерзания грунта идет непрерывный подсос очень рыхлосвязанной воды к замерзающему грунту из нижележащих водоносных пластов или из трещиноватых водоносных скальных грунтов. Поэтому объем льда в замерзающем грунте непрерывно увеличивается.

Перемещение влаги в момент промерзания грунтов, главным образом глинистых, подтверждается рядом лабораторных опытов и полевых наблюдений. Этот процесс проявляется во времени довольно неравномерно, зависит от целого ряда факторов и в первую очередь от скорости промерзания самого грунта.

Пучению промерзающий слой подвергается по глубине неравномерно. Это объясняется тем, что верхний слой грунта до глубины 40 см промерзает обычно быстро при значительных температурных градиентах, в силу чего ограничивается возможность поступления к нему влаги за счет миграции. На глубине от 40 до 90 см грунты замерзают при несколько меньших температурных градиентах

и сам процесс замерзания идет медленнее, со значительно большим подсосом очень рыхлосвязанной воды из нижележащих водоносных талых пластов. В слое, расположенном на глубине 1 м и более, процесс замерзания происходит при сравнительно малом влиянии изменения температуры воздуха в течение суток и при меньших температурных градиентах, в результате чего и силы пучения этого слоя проявляются в меньшей степени.

Цикличность замерзания и оттаивания грунтов повторяется ежегодно, нарушая при определенных условиях устойчивость зданий и сооружений.

На основании теоретических исследований, большого экспериментального материала, многолетнего опыта строительства и наблюдения за уже построенными зданиями и сооружениями в районах с пучинистыми грунтами и зимним промерзанием грунтов разработаны различные способы борьбы с пучением, подразделяемые на водозащитные и конструктивные [2].

К конструктивным способам относят применение методов замены пучинистого грунта, использование массивных фундаментов или методы утепления грунтового основания.

Метод замены грунта является очень трудоемким и финансово затративаемым, его применение обуславливается экономическим сравнением различных вариантов. Массивный фундамент не всегда является защитой от касательных сил морозного пучения грунта. Возникающие при этом неравномерные деформации ведут к повреждению и даже разрушению некоторых конструкций здания уже в первый год эксплуатации.

Применение теплоизоляции для предотвращения промерзания пучинистых грунтов оснований позволяет снизить отметку заложения подошвы фундамента. Устройство фундамента неглубокого заложения позволяет снизить затраты на материалы, эксплуатацию машин и механизмов, уменьшить трудоемкость, сократить сроки строительства [2], и во многих случаях является наиболее экономически эффективным.

Возросший спрос на новое жилое пространство можно удовлетворить строительством новых зданий лишь частично. Альтернативой является более экономичное использование уже имеющихся помещений, например, подвала. В настоящее время наблюдается широкое использование подвального пространства в различных целях: в качестве офиса, спортзала, сауны, утепленный гараж, склада торговых помещений и т.д. Поэтому целесообразно в качестве мер по утечке тепла применять теплоизоляцию ограждающих конструкций подвала, которая так же позволит создать благоприятный температурно-влажностный режим в помещении [2].

Наружная теплоизоляция подземной части здания или сооружения обладает рядом положительных черт:

- сохранение площади помещения;
- дополнительная защита тела фундамента от грунтовых вод;
- низкая трудоемкость по устройству теплоизоляционной конструкции, за счет точечного крепления к телу фундамента, впоследствии плотное

примыкание осуществляется за счет прижимного действия грунта обратной засыпки.

В связи с технической возможностью или в соответствии с поставленной задачей существует несколько способов решения теплоизоляции подземной части здания или сооружения (рис. 1).

Вместе с тем наружная теплоизоляция обладает и такими недостатками как сложная техническая эксплуатация и трудоемкие работы по реконструкции уже существующего здания или сооружения, а в некоторых случаях и невозможность их производства, так здание может находиться в стесненных условиях, или рядом находятся территории находящиеся под защитой государства.

В настоящее время в качестве материала утеплителя наблюдается широкое применение вспененных пластмасс (пенопластов) [1]. Так как их свойства наиболее применимы в данной конструкции: долговечность, неподверженность коррозии, биостойкость, водонепроницаемость, практически отсутствует водопоглощение.



Рис. 1. Классификация методов утепления подземной части здания или сооружения

Работы по устройству теплоизоляции можно вести параллельно с гидроизоляционными работами методом отстающей захватки, что позволяет сократить продолжительность выполнения работ нулевого цикла (рис. 2).

Чтобы не нарушать целостности гидроизоляционного слоя, плиты теплоизоляцию необходимо крепить к вертикальной поверхности клеевыми составами, соответствующими применяемому материалу. Клеевые составы достаточно

наносить точечно, поскольку приклеивание необходимо только до момента обратной засыпки (рис 3).

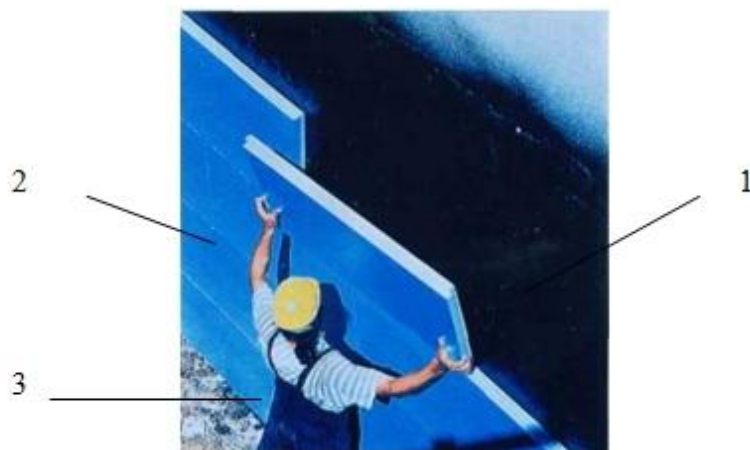


Рис. 2. Теплоизоляция подземной части здания:
1 - гидроизоляционная мембрана, 2 - теплоизоляционный слой,
3 - теплоизолировщик.

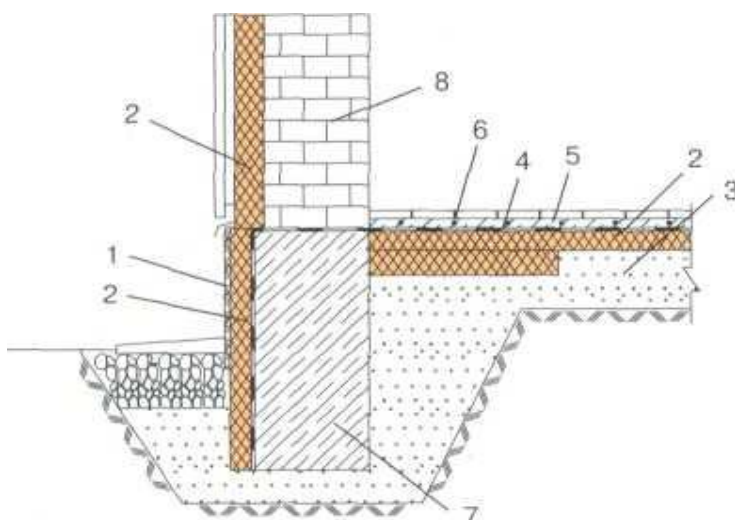


Рис. 3. Теплоизоляция фундамента:
1 - облицовка цоколя, 2 - теплоизоляция, 3 - уплотненный песок,
4 - гидроизоляция, 5 - армобетон, 6 - покрытие пола, 7 - фундамент, 8 - стена

При гидроизоляции фундаментов из рулонных наплавливаемых материалов возможна приклейка утеплителя путем подплавления внешнего битумного слоя гидроизоляции (рис. 4).

При окончании работы производится контроль качества выполненных работ. Контролируют стыковочные швы, правильность укладки утеплителя, плотность примыкания. Так как при обратной засыпке возможно повреждение или сдвиг утеплителя, поэтому выполнение данного вида работы так же должно быть взято на контроль.

Достоинства данной конструкции следующие:

- слой утеплителя закрывает весь слой гидроизоляции, обеспечивая снижение температурных перепадов, тем самым, увеличивая ее срок службы;
- простота в работе;
- параллельное, с гидроизоляцией, выполнение работ позволяет сократить сроки строительства;
- снижение теплотерь через стены подвалов и возможность их использования;

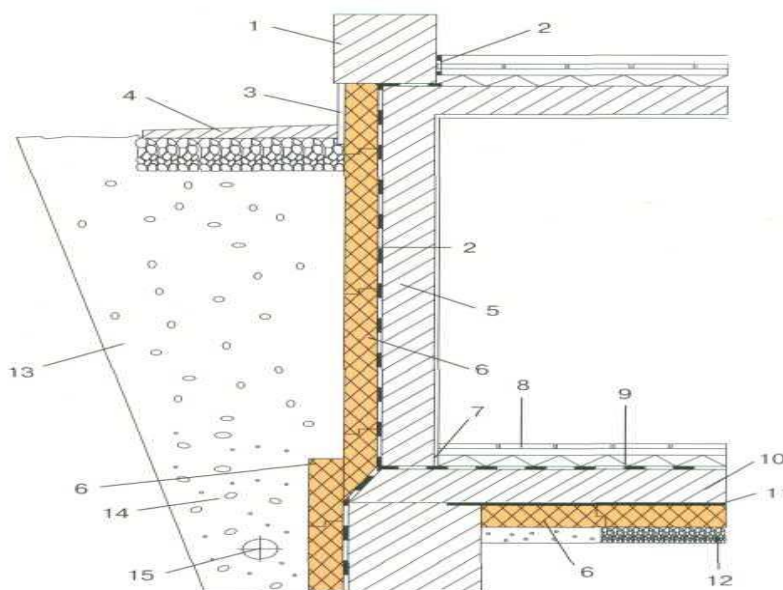


Рис. 4. Теплоизоляция стен подвалов и фундаментов:

- 1 - наружная стена, 2 - гидроизоляционный слой, 3 - облицовка цоколя,
4 - конструкция отмостки, 5 - стена фундамента, 6 - утеплитель,
7 - пластичный герметик, 8 - напольная плитка, 9 - цементно-песчаная стяжка,
10 - бетонное основание, 11 - технологический слой (полиэтилен), 12 - гравийное основание, 13 - грунт, 14 - песчано-гравийная засыпка,
15 - дренажная труба (при необходимости)

Недостатки конструкции:

- не применяется на пучинистых грунтах;
- требует аккуратной обратной засыпки пазух фундамента, так как грунт может сместить утеплитель или его повредить.

В данном типе конструкции в основном применяется утеплитель на основе вспененных пенопластов, так как они не подвергаются биологическому разрушению, влагонепроницаемы и имеют малое водопоглощение.

Начало выполнения работ производится после завершения комплекса работ по гидроизоляции фундамента. Выполнение работ осуществляется на основе рабочего проекта.

В первую очередь производится подготовка основания под слой утеплителя. Она подразумевает обратную послойную засыпку грунта до отметки зало-

жения теплоизоляции с выполнением уплотнения для каждого слоя грунта. Подстилающий слой теплоизоляции должен обладать уклоном с направлением от здания (рис. 5).

Во вторую очередь происходит укладка утеплителя на подстилающий слой. Теплозащитный слой толщиной, определенной расчетом, вблизи наружных фундаментов (под отмосткой) рекомендуется укладывать на глубине 20...30 см с небольшим уклоном от здания, шириной не менее 1 метра. Теплоизоляция в этом случае будет дополнительно обеспечивать отвод поверхностных вод от основания. По окончании раскладки выполняется контроль качества выполненных работ, проверяется толщина утеплителя, качество стыковочных швов их плотность примыкания к зданию или сооружению.

В-третьих, производится окончательная засыпка грунта до отметок планировки. Третий этап подразделяется на две части: это осторожное послойное покрытие грунтом теплоизоляционного слоя и его уплотнение, таким образом, чтобы гарантировать отсутствие смещения швов утеплителя и вывод обратной засыпки на уровень планировки. В процессе засыпки грунта необходимо контролировать ход выполнения работ, чтобы ниже лежащий слой не подвергался разрушению.

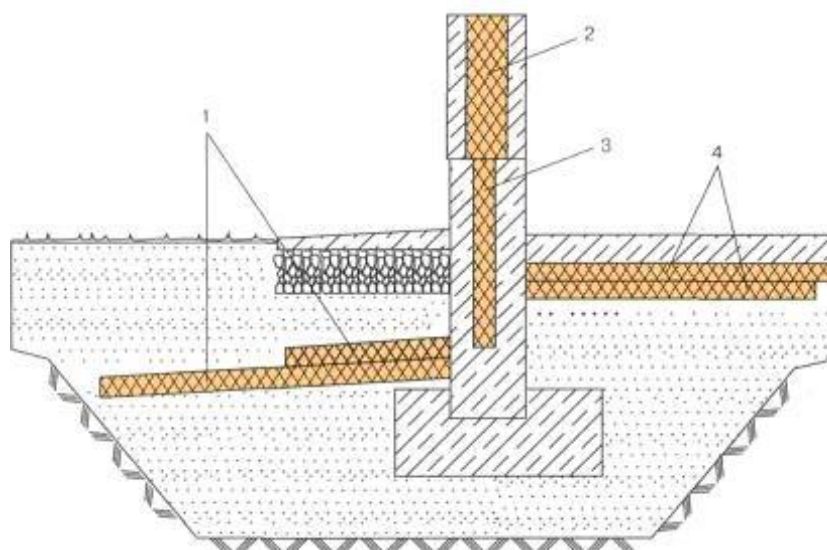


Рис. 5. Теплоизоляция основания фундамента:

- 1 - слой утеплителя основания фундамента,
- 2 - теплоизоляция наружной стены,
- 3 - теплоизоляция цокольной стены, 4 - теплоизоляция пола

Данная конструкция обладает рядом положительных качеств

- возможность уменьшения глубины заложения фундамента, а тем самым, сокращение сроков строительства, уменьшение трудоемкости и материальных затрат на выполнение подземной части здания;
- малая трудоемкость установки;

- отвод поверхностных вод от фундамента, своего рода отмостка из утеплителя;
- препятствие возникновению деформаций вследствие пучения грунта;
- лучшая ремонтоспособность, так как слой утеплителя находится на сравнительно небольшой глубине.

Помимо положительных качеств у данной конструкции есть некоторые недостатки:

- ответственный поход к раскладке утеплителя, так как в процессе засыпки грунт может сдвинуть утеплитель или его повредить;
- фундамент остается без дополнительной защиты от грунтовых вод, а гидроизолирующий слой без защиты от грунтовых повреждений.

Применение описанных технологий позволяет повысить технические характеристики конструкций подземной части здания, энергетическую эффективность, за счет сокращения тепловых потерь через фундаменты и стены здания. Все это в свою очередь позволяет ввести в эксплуатацию ранее не использованные площади помещений подвала, что отражается на экономической привлекательности всего здания.

Список литературы

1. Матросов Ю.А., Бутовский И.Н., Тищенко В.В. Новые изменения СНиП по строительной теплотехнике // Промышленное и гражданское строительство. – 1995. - № 14. – С. 4-8
2. Стройфайл каталог - картотека // ООО «УРСА Евразия» Петербургский строительный центр.- Санкт-Петербург 2006
3. Сычев А. К, Христофоров В. С, Мельников В. В. Механика грунтов. Статика и динамика. С 336. Л.-1971
4. Бьядовский, Д.А., Блинов С.А. и др. Теория и практика теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений: монография/ Бьядовский Д.А., Блинов С.А., Руденко А.Е., Демьянов А.А., Оханцев А.В., Куценко Т.В.; - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2018, - 139 с.- 49-54 стр.

УДК 625.22

МНОГОЦЕЛЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭКСКАВАТОРА

Д.С. Лихачев, О.Д. Дудник, Х.Ш. Абдуллаев, И.А. Семенова
*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
 «СибАДИ»*

Аннотация. В статье приведены общие сведения о проектировании многоцелевого оборудования для гидравлического экскаватора, которое может выполнять несколько операций.

Ключевые слова: экскаватор, строительство, многоцелевое оборудование, двухпальцевый схват

MULTIPLE-PURPOSE EQUIPMENT FOR THE EXCAVATOR

D.S. Likhachev, O.D. Dudnik, H.Sh. Abdullaev, I.A.Semenova
Siberian State Automobile and Highway University "SibADI"

Abstract. The article provides general information about the design of multi-purpose equipment for a hydraulic excavator, which can perform several operations.

Keywords: *excavator, construction, multipurpose equipment.*

Зачастую машины действуют в стесненных условиях, при которых возникает необходимость частой замены одного вида рабочего оборудования другим или одной землеройной машиной другой, с требуемым рабочим органом. Все это повышает трудоемкость и себестоимость работ, что в конечном счете увеличивает сроки строительства [1-3].

Использование для этой цели экскаватора с традиционным рабочим оборудованием или фронтального погрузчика мало эффективно или невозможно, а погрузка краном нецелесообразна и порой весьма опасна.

Одним из перспективных направлений многоцелевых рабочих органов гидравлических экскаваторов является манипуляторное оборудование в виде двухпальцевого схвата, которое позволяет значительно расширить технологические возможности машины и интенсифицировать производственного процесса.

Рабочее оборудование имеет различные типоразмер и навешивается на базовую машину соответствующей грузоподъемности любого типа (экскаватор, фронтальный погрузчик, бульдозер).

Таким образом, расширение эксплуатационных возможностей строительных машин за счёт применения многоцелевого манипуляторного оборудования в виде двухпальцевого схвата является весьма актуальной задачей, так как позволяет снизить трудоемкость смены рабочего органа и себестоимость выполняемых работ.

Современное состояние технологии строительства делает необходимым поэтапное решение роботизации строительства.

На первом этапе, в условиях, когда технология не приспособлена к использованию роботов, целесообразно широкое внедрение универсальных и специализированных строительных манипуляторов с автоматизированным управлением, на втором, когда технология производства трансформируется в технологию, полностью учитывающую возможности роботизации, наступает время широкого использования роботов в строительстве.

С помощью универсальных строительных манипуляторов с ручным или автоматическим управлением уже в настоящее время решают ряд актуальных задач: повышают производительность труда, существенно сокращают материальные, энергетические, трудовые затраты, снижается травматизм, высвобождают рабочих от выполнения утомительных, трудоемких и непрестижных ручных операций.

В конструкции строительных манипуляторов могут быть предусмотрены двухпальцевые схваты челюстного типа, двух и многоцелевые и др.

Рабочие органы должны обеспечивать захват отдельных предметов, строительных грузов и манипулирование ими, выполнение погрузочно-разгрузочных работ по перемещению штучных грузов, рыхление прочных и мерзлых грунтов, выполнение транспортных операций по перемещению отдельных предметов и грузов, извлечение и укладка трубопроводов и бордюрного камня, очистка территории от строительного мусора (рисунок 1).

Гидравлический экскаватор предлагается оснастить многоцелевым манипуляторным оборудованием в виде двухпальцевого схвата-рыхлителя представляющего трехзвенную систему а именно верхнюю губу шарнирно связанную с рукоятью и нижнюю губу, которая шарнирно крепится к верхней с комплектом гидроцилиндров управления экскаваторного типа. Привод верхней и нижней губы осуществляется независимо друг от друга (рисунок 2).

Предлагаемое манипуляторное оборудование позволяет выполнять следующие виды работ:

- укладка на дно траншеи магистрального нефтегазопровода;
- укладка бордюрного камня;
- погрузочно-разгрузочные работы;
- работа крюковой подвеской грузоподъемного крана;
- работа гидромолотом – разрушение прочных и мерзлых грунтов, асфальта, бетона и т.п.;
- уплотнение грунта;
- рыхление грунта рабочим органом двухпальцевого схвата (рисунки 3.1 и 3.2).

В качестве примера рассмотрим экскаватор второй размерной группы.

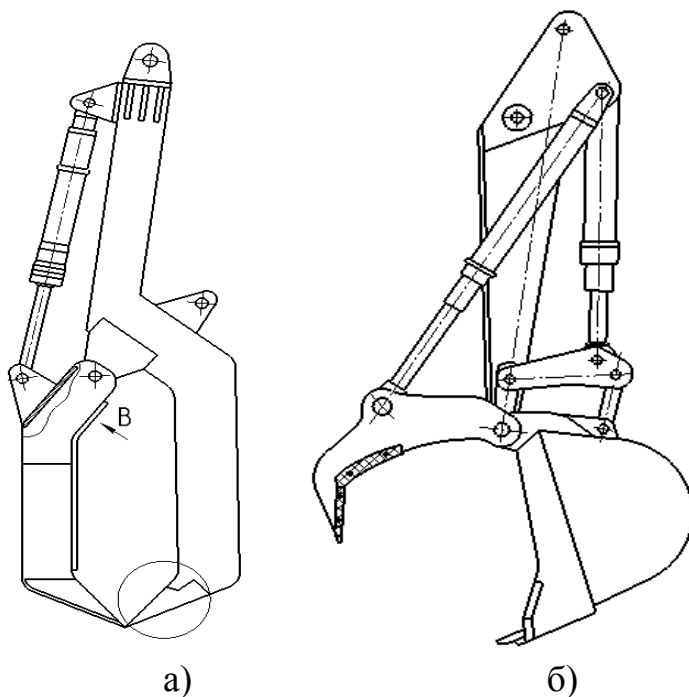


Рисунок 1. Оборудование многоцелевого действия

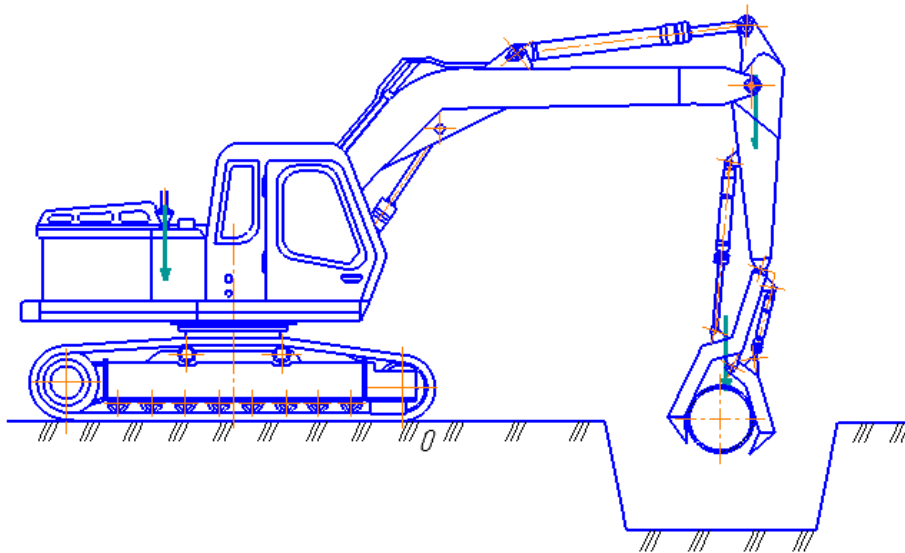
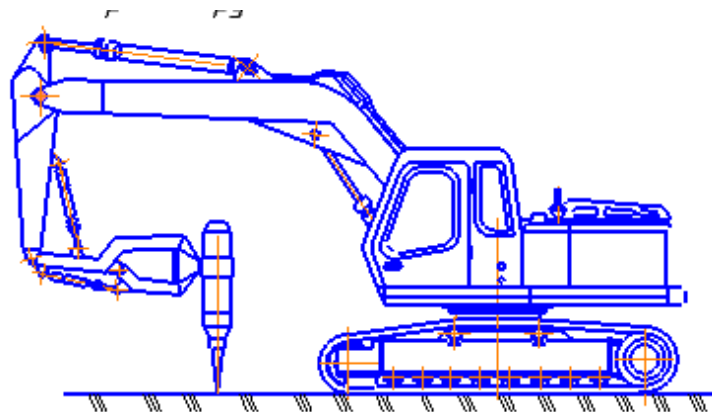
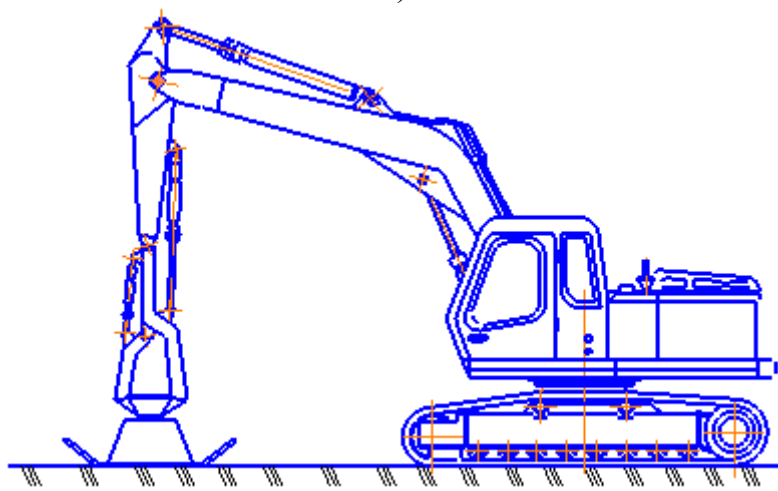


Рисунок 2. Экскаватор с многоцелевым схватом

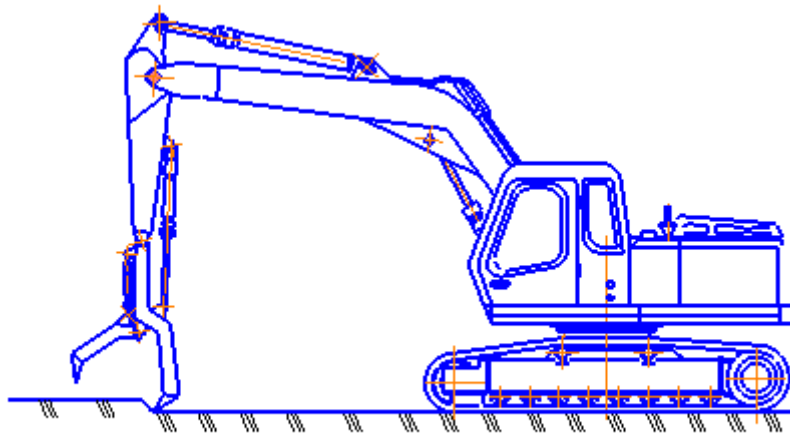


а)

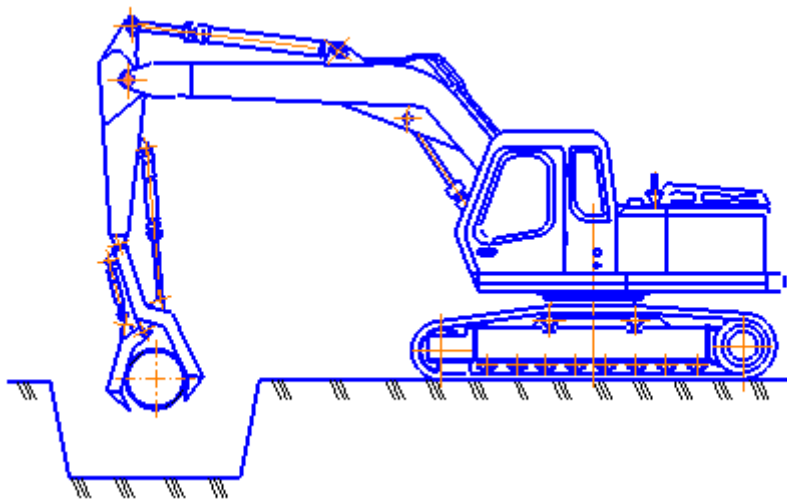


б)

Рисунок 3.1. Схемы применения многоцелевого оборудования



а)



б)

Рисунок 3.2. Схемы применения многоцелевого оборудования

Использование данного оборудования позволит расширить эксплуатационные возможности строительных машин, что является весьма актуальной задачей, так как позволяет снизить трудоемкость смены рабочего органа и себестоимость выполняемых работ, что в значительной степени увеличивает экономическую целесообразность применения предлагаемой конструкции.

Создание эффективных землеройных машин осуществляется по двум направлениям: совершенствование рабочих органов и машин традиционного типа, находящихся в настоящее время в эксплуатации, и производство принципиально новых рабочих органов и машин на базе использования достижений фундаментальных наук [1-3].

Именно в таких строительно-дорожных машинах участвующих при строительстве нуждается отрасль. Одной из наиболее эффективных, универсальных землеройно-транспортных машин, способных выполнять колоссальный спектр работ является одноковшовый экскаватор. Одним из эффективных методов ин-

тенсификации рабочего оборудования является применение многоцелевого манипуляторного органа на базе гидравлического экскаватора [4].

Список литературы

1. Семенова И.А. Автоматизация моделирования зубьев-рыхлителей активного действия на основе гидроударников для экскаваторов: автореф. дис... канд. техн. наук : 05.13.12 / И. А. Семенова ; науч. рук. проф. Н. С. Галдин ; СибАДИ. – Омск, 2006. – 19 с.
2. Галдин, Н.С. Гидравлические машины, объемный гидропривод: учебное пособие / Н.С. Галдин. – Омск : СибАДИ, 2007. – 256 с.
3. Галдин, Н.С. Автоматизированное моделирование гидроударного оборудования для экскаваторов: монография / Н.С. Галдин, И.А. Семенова. – Омск: СибАДИ, 2008. – 101 с.
4. Методические указания к курсовому, дипломному проектированию, НИРС «Строительные машины с рабочими органами многоцелевого назначения» по дисциплинам «Машины для земляных работ», «Строительные машины» / Л.А Хмара. – Днепропетровск: ДИСИ, 1986. – 77 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВЫНОСНЫХ ОПОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ГРУЗОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ КРАНОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

О.Н. Мехонин, К.Г. Пугин

Пермский Национальный Исследовательский Политехнический Университет

Аннотация. В статье рассмотрены особенности определения грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов с дополнительными выдвижными опорами. Рассмотрено влияние ширины выдвижения гидравлических опор на числовое значение коэффициента грузовой устойчивости.

Ключевые слова: автомобильный кран-манипулятор, краноманипуляторная установка, коэффициент грузовой устойчивости, выдвижная опора.

THE USE OF ADDITIONAL OUTRIGGERS TO INCREASE THE LOAD STABILITY OF MOBILE CRANES-MANIPULATORS

O.N. Mekhonin, K.G. Pugin

Perm National Research Polytechnic University

Abstract. The article discusses the features of determining the cargo stability of truck-mounted cranes with additional outriggers. The influence of the range of hydraulic supports on the numerical value of the load stability coefficient is considered.

Keywords: automobile crane manipulator, kranomanipulyatorny installation, load stability coefficient, retractable support.

Автомобильные краны-манипуляторы получили массовое распространение благодаря широким технологическим возможностям и своей универсальности. Их могут использовать с различными типами навесного оборудования: крюками, грейферными захватами и прочими устройствами. Значительно могут отли-

чатся условия и географическое положение эксплуатации. Таким образом каждая конкретная проектируемая машина должна удовлетворять ряду различных требований, поставленных для выполнения в дальнейшем перед заказчиком.

Неизменными являются требования безопасности. Проектируемая машина должна удовлетворять требованиям по безопасности эксплуатации в соответствии с действующими нормативными документами. При этом в каждом конкретном случае для определения возможности надстройки и дальнейшей эксплуатации КМУ необходимо провести расчёт автомобильного краноманипулятора на грузовую устойчивость. Показателем теоретического расчета является коэффициент устойчивости, определяющийся по формуле:

$$K_y = \frac{M_{уд}}{M_{оп}} \geq 1,15 \quad (1)$$

где $M_{уд}$ – момент удерживающих сил, $M_{оп}$ – момент опрокидывающих сил.

В отличие от автомобильных подъемников, для автомобильных краноманипуляторов нет обязательного требования для применения задних дополнительных выдвижных опор (устройств, предназначенных для увеличения опорного контура краноманипулятора в рабочем состоянии). Первоначальный расчет устойчивости производится из условия использования основных выдвижных опор непосредственно краноманипуляторной установки. При получении недостаточного значения коэффициента грузовой устойчивости поднимается вопрос о доработке проектируемой грузоподъемной машины: установки более производительных основных выдвижных опор либо установка дополнительных опор.

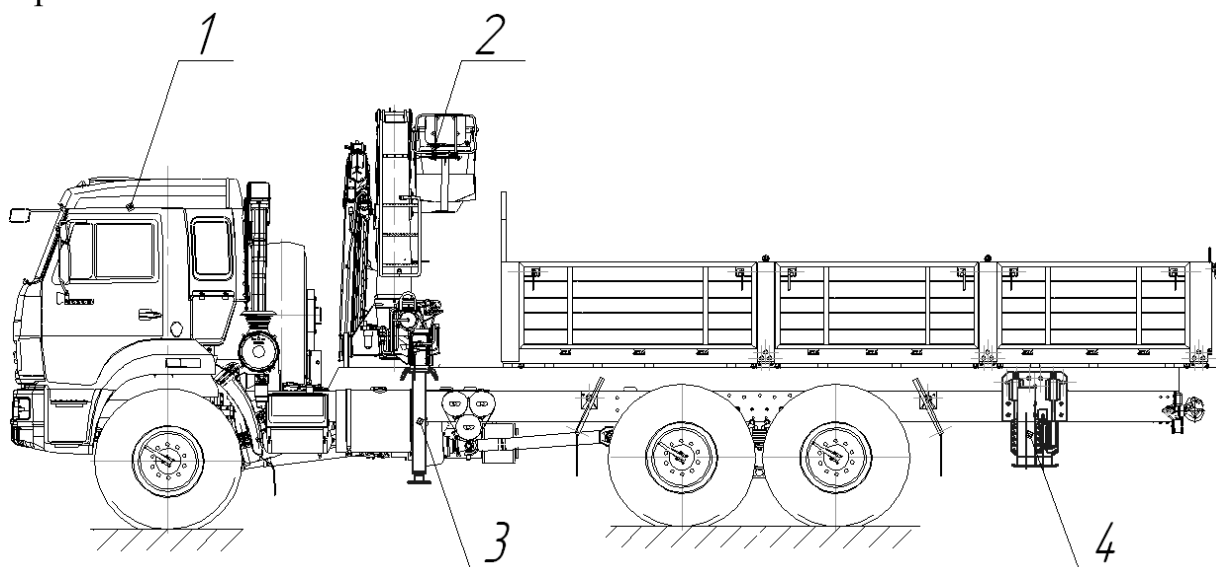


Рис.1. Автомобильный кран-манипулятор:

1 – базовое шасси; 2- краноманипуляторная установка; 3-основные выдвижные гидравлические опоры; 4-дополнительные выдвижные гидравлические опоры.

В случае, когда вариативная замена основных выдвижных гидравлических опор не предусмотрена заводом-изготовителем КМУ, либо невозможна по ряду

технических требований, установка дополнительных опор является одним из самых распространенных и технологически доступных способов повышения грузовой устойчивости проектируемой грузоподъемной машины. На сегодняшний день как отечественными, так и зарубежными производителями грузоподъемного оборудования представлен широкий модельный ряд дополнительных выдвижных гидравлических опор. Основными критериями при выборе выдвижных опор являются: максимальная ширина выдвижения опор, высота подъема, максимально допустимая нагрузка на опору, способ монтажа, габаритные размеры и вес.

На примере шасси Камаз 43118 с колесной базой 4400 мм и установленной КМУ Palfinger Epsilon рассмотрим значение коэффициента грузовой устойчивости в зависимости от типа применяемых дополнительных опор. Для проведения расчета выбираем наиболее критичное положение стрелы КМУ на максимальном вылете при полной грузоподъемности, перпендикулярное ребру опрокидывания грузоподъемной машины.

Вычисление массы груза при полном вылете стрелы для КМУ:

$$M_{гр} = 1,25 \cdot Q + 0,1 \cdot G_{ст} \quad (2)$$

$$M_{гр} = 1,25 \cdot Q + 0,1 \cdot 0,433 = 2,043 \text{ т}$$

Вычисление опрокидывающего и удерживающего моментов стрелы при подъеме груза относительно выбранного ребра опрокидывания рассмотрим на примере трех вариантов исполнения: 1) шасси без дополнительных задних опор 2) шасси с задними дополнительными опорами шириной выдвижения 2308 мм 3) шасси с задними дополнительными опорами шириной выдвижения 4440 мм.

Для шасси без задних дополнительных опор опорный контур будет проходить через центральные точки крепления рессор к шасси (рис.2).

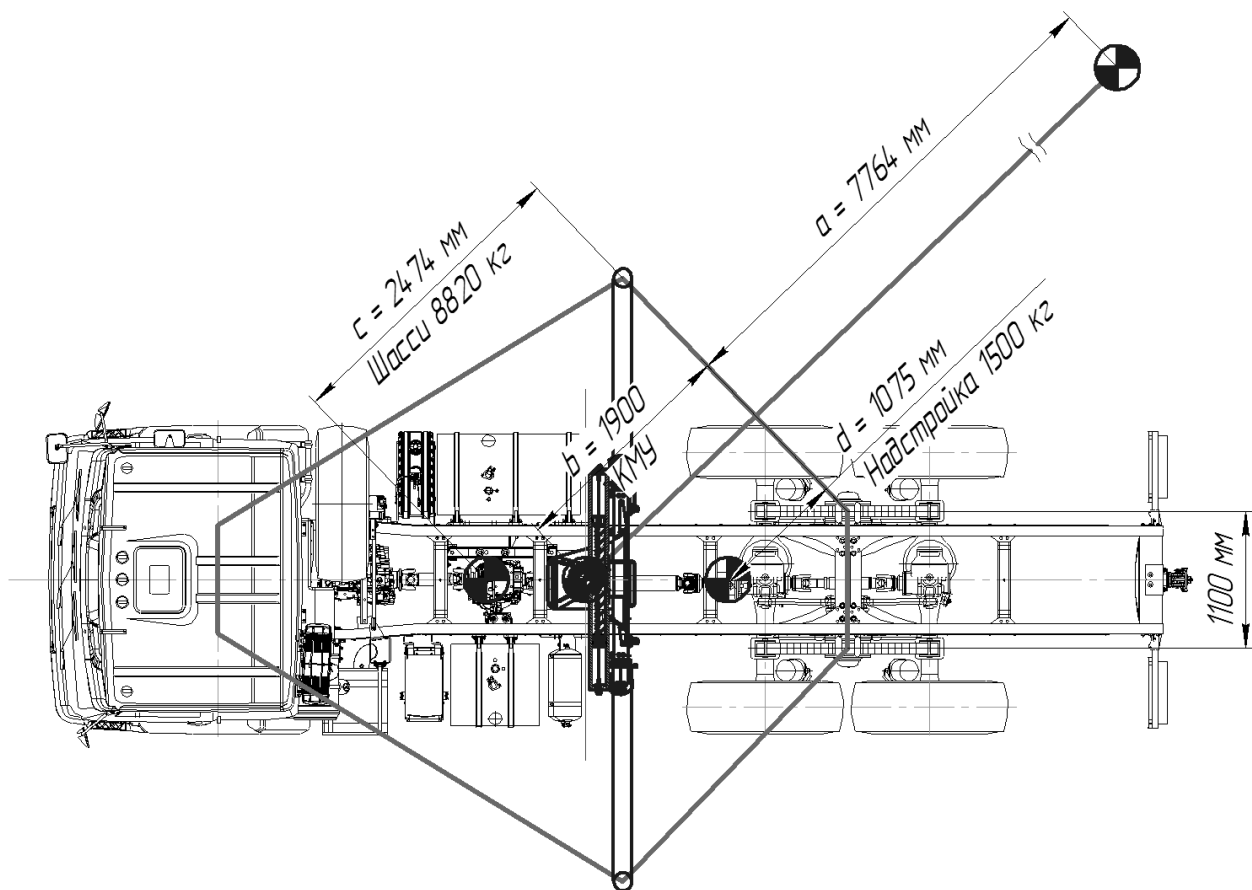


Рис. 2. Расчетное положение для шасси без дополнительных задних опор

$$M_{оп} = M_{гр} \cdot a = 2,543 \cdot 7,764 = 19,862 \text{ т} \cdot \text{м}$$

$$M_{уд} = M_{кму} \cdot b + M_{ш} \cdot c + M_n \cdot d = 2,1 \cdot 1,886 + 8,820 \cdot 2,474 + 1,5 \cdot 1,075 = 27,395 \text{ т} \cdot \text{м}$$

$$K_y = \frac{M_{уд}}{M_{оп}} = \frac{27,395}{19,862} = 1,39 \geq 1,15$$

При использовании дополнительных выдвижных опор значительно изменяется опорный контур грузоподъемной машины. Увеличивается полезная площадь для вычисления значения удерживающего момента в противовес опрокидывающему моменту, создаваемому при подъеме груза. Опорный контур проходит непосредственно через центральные осевые точки опорных пластин выдвижных опор (рис.3).

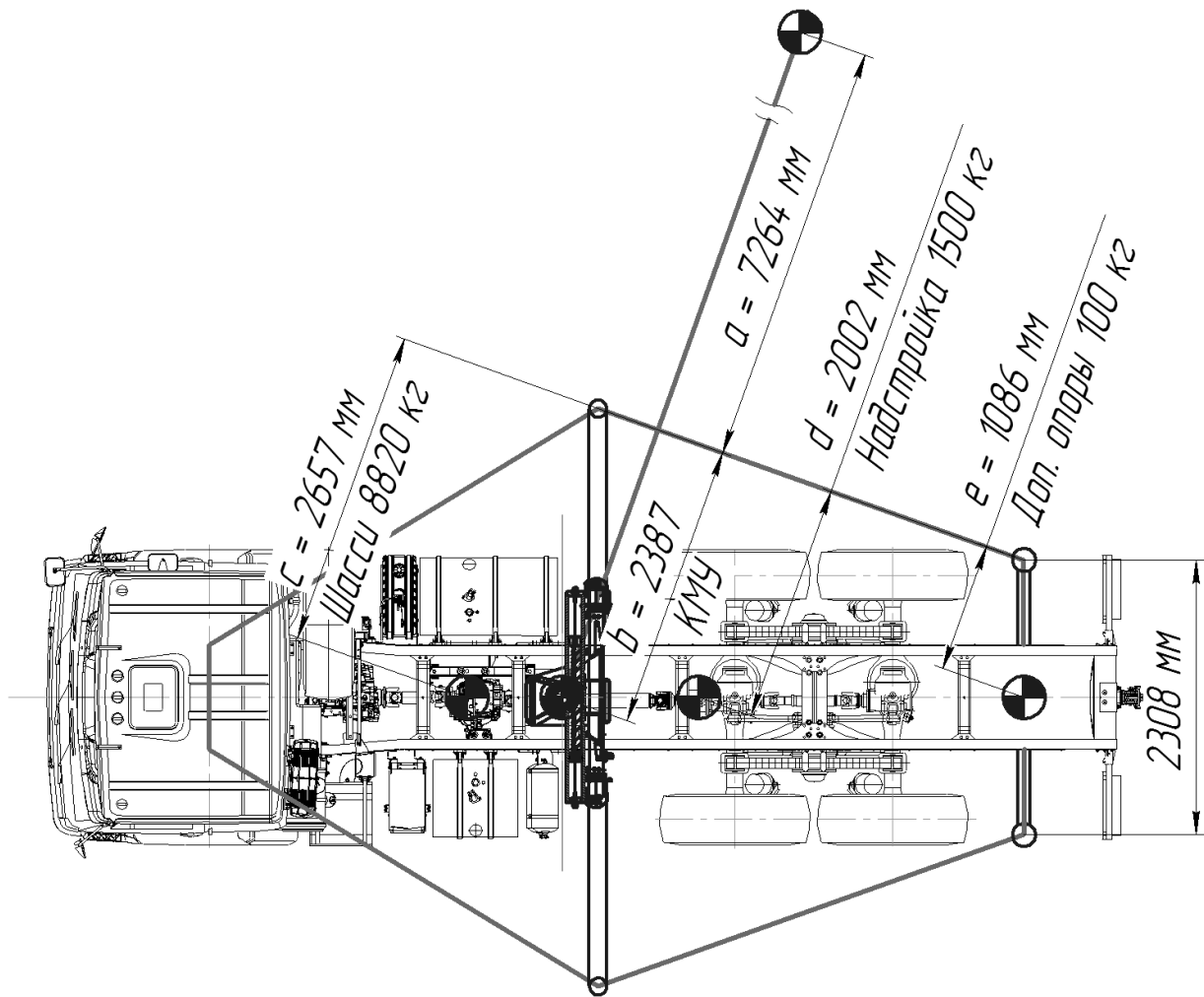


Рис. 3. Расчетное положение для шасси с дополнительными задними опорами размахом 2308 мм.

$$M_{оп} = M_{гр} \cdot a = 2,543 \cdot 7,264 = 18,472 \text{ т} \cdot \text{м}$$

$$M_{уд} = M_{кму} \cdot b + M_{ш} \cdot c + M_n \cdot d + M_{до} \cdot e = 2,1 \cdot 2,386 + 8,820 \cdot 2,657 + 1,5 \cdot 2,002 + 0,1 \cdot 1,1086 = 31,557 \text{ т} \cdot \text{м}$$

$$K_y = \frac{M_{уд}}{M_{оп}} = \frac{31,557}{18,472} = 1,71 \geq 1,15$$

С изменением опорного контура изменяется и наиболее критичное положение для подъема груза – стрела находится в перпендикулярном положении относительно рассматриваемого ребра опрокидывания (рис.4).

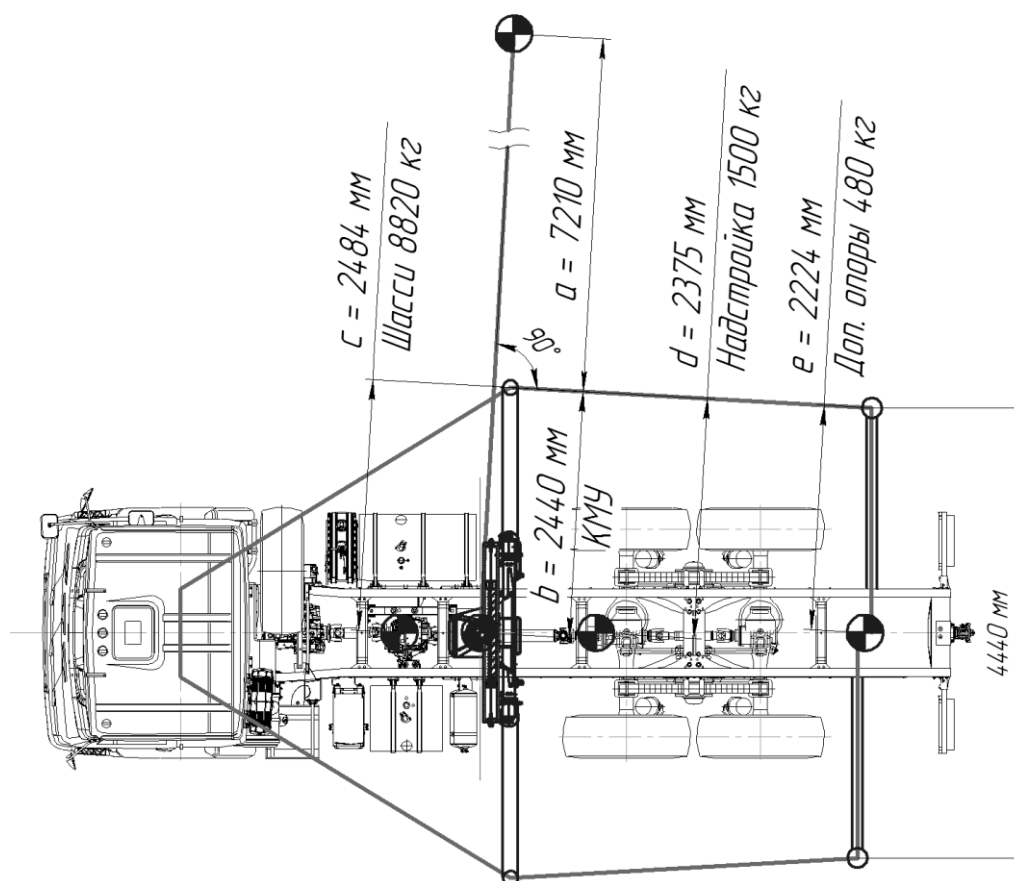


Рис. 4. Расчетное положение для шасси с дополнительными задними опорами шириной выдвижения 4440 мм.

$$M_{оп} = M_{гр} \cdot a = 2,543 \cdot 7,210 = 18,335 \text{ т} \cdot \text{м}$$

$$M_{уд} = M_{кму} \cdot b + M_{ш} \cdot c + M_n \cdot d + M_{до} \cdot e = 2,1 \cdot 2,44 + 8,820 \cdot 2,484 + 1,5 \cdot 2,375 + 0,48 \cdot 2,224 = 31,666 \text{ т} \cdot \text{м}$$

$$K_y = \frac{M_{уд}}{M_{оп}} = \frac{31,666}{18,335} = 1,73 \geq 1,15$$

Таблица 1

Изменение коэффициента грузовой устойчивости

Вариант исполнения	Коэффициент устойчивости	Увеличение значения коэффициента в %
Без дополнительных опор	1,39	-
Дополнительные опоры с шириной выдвижения 2308 мм	1,71	23
Дополнительные опоры с шириной выдвижения 4440 мм	1,73	24

Результаты расчета свидетельствуют о том, что дополнительные выдвижные опоры значительно увеличивают численные показатели грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов. Тем не менее необходимо отме-

тить, что на проведение расчетов может повлиять широкое количество факторов: направление выдвижения опор, месторасположение на шасси, масса конструкции. Необходимо учитывать и недостатки использования дополнительных опор на автомобильном шасси: дополнительная гидрофикация, увеличение общей стоимости машины, снижение полезной грузоподъемности автомобиля. Установка опор может негативно сказаться на уменьшении угла съезда автомобиля, что особенно актуально для автомобилей, использующихся в условиях бездорожья.

Таким образом использование дополнительных опор является эффективным способом повышения грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов. Значительно повышается площадь опорного контура машины, что позволяет повысить эффективность использования грузоподъемного оборудования. Однако следует учесть, что установка дополнительных выдвижных опор является компетенцией завода-изготовителя грузоподъемной техники. Ведь только после проведения необходимых прочностных, экономических расчетов и расчета устойчивости можно говорить о необходимости применения их на конкретной модели выпускаемой продукции.

Список литературы

1. Мехонин О.Н., Пугин К.Г. Особенности определения грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов / Химия. Экология. Урбанистика: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов и школьников (с междунар. участием), г. Пермь, 19-20 апр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2018. - С. 454-458.
2. Пугин К.Г. Развитие и современное состояние строительно-дорожной отрасли: учеб. пособие / К.Г. Пугин, В.С. Юшков, А.М. Бургонутдинов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 193 с.
3. Щеткин Р.В. Основные проблемы сертификации автомобильных кранов-манипуляторов и пути их решения при организации серийного производства. Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2010. № 2. С. 46-60.
4. Федеральные нормы и правила «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения». Утверждены приказом Ростехнадзора № 533 от 12.11.2013.
5. ПБ 10-257-98. Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-манипуляторов (Утв. Постановлением Госгортехнадзора России 31.12.1998 г., № 79).

НЕКОТОРЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ ЗДАНИЙ

О.А. Михайленко

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»*

Аннотация. Предложены некоторые конструктивные решения по повышению сейсмостойкости зданий на основе древесины (из бревен, брусьев, клееной древесины). Представлены результаты численного исследования моделей зданий при сейсмических воздействиях.

Ключевые слова: *деревянные здания из бревен (брусьев), здания из клееной древесины, сейсмостойкость деревянных зданий, численное моделирование работы здания при землетрясении.*

SOME CONSTRUCTIVE PROPOSALS FOR IMPROVING THE SEISMIC RESISTANCE OF WOODEN BUILDINGS

O.A. Mikhailenko

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after
I.I. Polzunova"*

Abstract. Some constructive solutions have been proposed to improve the seismic resistance of buildings based on wood (from logs, bars, glulam). The results of a numerical study of models of buildings under seismic effects are presented.

Keywords: *wooden buildings of logs (boards), buildings of laminated wood, seismic resistance of wooden buildings, numerical simulation of the building during an earthquake.*

По сравнению с кирпичными, панельными, деревянные рубленые здания из бревен (брусьев, клееной древесины) обладают повышенной сейсмостойкостью. Это связано с эффективностью работы при землетрясениях сопряжений элементов наружных и внутренних стен в углах здания, с надежным пространственным раскреплением стропильных конструкций, с обеспечением несмещаемости венцов в поперечном направлении (за счет штырей, шкантов, пазов), с креплением стен с перекрытиями и т.п. Такие конструктивные приемы обычно оказываются достаточными при землетрясениях с интенсивностью не более четырех баллов. Землетрясения большей интенсивности, как показала практика (рис. 1), выявили недостаточность этих мероприятий [1]. Отмечено, что при землетрясениях в пять и шесть баллов обрушается штукатурка стен и потолков, особенно над оконными и дверными проемами (рис. 1, а), возникают трещины в поперечных кирпичных стенах (брандмауэрах) (рис. 1, б). При более высокой сейсмичности возможны смещения и хрупкие разрушения соединений элементов стропильных конструкций: подкосы смещаются во врубках, а стойки и про-

гоны – с опор; происходит скалывание древесины в опорных узлах стропильных ног и т. п. Высокие сейсмические толчки вызывают потерю устойчивости простенков (рис. 1, в), выскакивание шкантов верхних венцов из гнезд, разрушение остекления окон, заклинивание дверей (вследствие искажения проемов). В двухэтажных зданиях также наблюдалась потеря устойчивости контрфорсов продольных стен (рис. 1, г). В ленточных фундаментах отмечалось образование трещин (рис.1, д). Отмеченные на рис.1 примеры аварийных состояний зданий в Республике Алтай, очевидно, требуют дополнительных конструктивных предложений по повышению сейсмостойкости зданий.



Рис. 1. Примеры аварийных состояний зданий в Республике Алтай:
 а) растрескивание и отслаивание штукатурки стен одноэтажного здания из бруса (с. Ортолык); б) трещина в поперечной кирпичной стене (брандмауре) одноэтажного здания (с. Онгудай); в) деформации простенков наружной продольной стены здания средней школы (с. Чаган-Узун); г) деформации контрфорса наружной продольной стены двухэтажного здания средней школы (с. Мухор-Тархата); д) трещины в фундаменте одноэтажного здания средней школы (с. Джазатор)

Известно, что для уменьшения инерционных усилий на здания при землетрясении необходимо снизить собственную массу конструкций. На рис. 2 пред-

ставлена конструкция сейсмостойкого рубленого здания со следующими особенностями:

- во-первых, взамен традиционных стропильных конструкций с наслонными стропилами и сплошного настила использованы легкие профилированные листы, опирающиеся непосредственно на коньковый прогон и наружные брусья (обвязки);

- во-вторых, такую облегченную крышу предлагается опирать на отдельные поставленные по периметру стойки, жестко заземленные в уровне фундаментов, связанные с обвязками поверху и замкнутые по углам в горизонтальную раму.

При землетрясениях, стойки играют роль маятников, которые раскачиваясь, действуют на наружные стены в углах и внутренние стены в примыканиях (к наружным) через демпферы, смягчающие сейсмические воздействия. Роль демпферов могут играть прокладки из твердой резины (полисульфид каучука), пружины (тарельчатые или рессорные), а также деревянные прокладки с работой древесины на смятие поперек волокон [2].

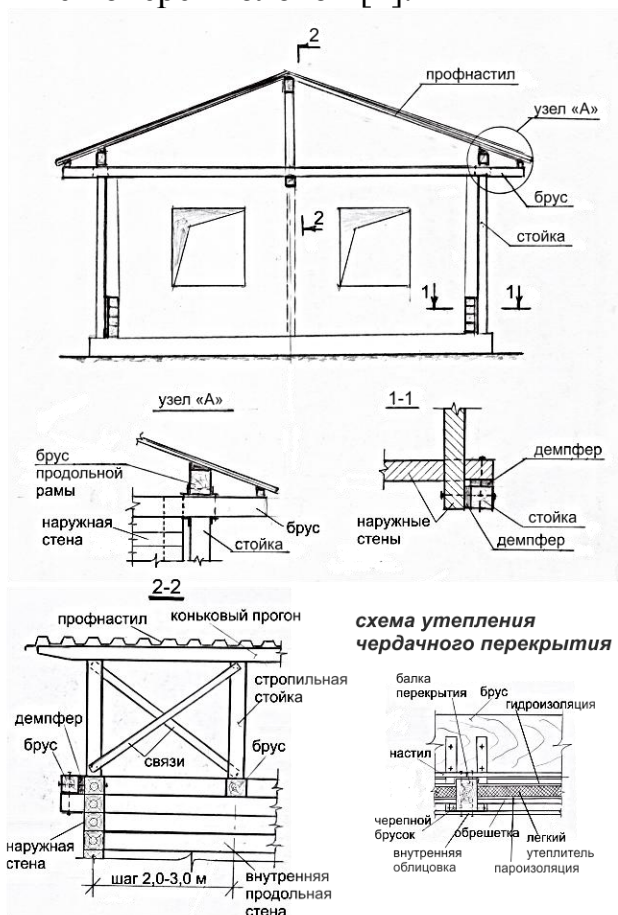


Рис. 2. Конструктивное решение одноэтажного рубленого здания с облегченной крышей, опертой на отдельно поставленные по периметру стойки, и прокладками-демпферами (в местах примыкания стоек к стенам)

В настоящей работе представлены некоторые результаты численных исследований сейсмостойкости на примерах моделей одноэтажного рубленого

здания из брусьев традиционного решения (размером в плане: 6х12 метров) с продольной и поперечной стенами (рис. 3), и с дополнительными «качающимися» стойками (рис. 4), в соответствии с конструктивным предложением, представленным на рисунке 2.

Расчеты на сейсмические воздействия выполнялись на базе вычислительного комплекса «ЛИРА-САПР».

В моделях, брусья стен зданий (сечением 200х200 мм) задавались пластинчатыми конечными элементами оболочки с назначением условий шарнирности сопряжения относительно друг друга (с помощью процедуры расшивки узлов пластин по соответствующим направлениям). Кроме того, жесткостные характеристики для деревянных стеновых брусьев были заданы как для ортотропного тела, в соответствии с нормами [3]: $E_0 = 10000 \text{ МПа}$; $E_{90} = 400 \text{ МПа}$; $G = 500 \text{ МПа}$; $\nu_{90,0} = 0,45$; $\nu_{0,90} = 0,018$. Элементы стропильной системы (стропильные ноги, стойки, лежни, коньковые брусья, обвязки), а также «качающиеся» стойки (рис. 4) моделировались стержневыми конечными элементами. Демпферы между стойками и стенами были заданы в виде прокладок из твердой резины с жесткостными параметрами $E = 10 \text{ МПа}$; $\nu = 0,45$ (как, в исследованиях [2]). Фундаменты в зданиях моделировались ленточными железобетонными, устраиваемыми на грунтовом основании с назначением коэффициентов постели, вычисленных в соответствии с нормами [4].

В соответствии с правилами [5], в направлении меньшей жесткости (поперек здания) в моделях создавались сейсмические воздействия в 7-9 баллов.

По результатам расчетов модели здания традиционной конструкции отмечались значительные и интенсивные колебания стен, особенно брусьев верхних венцов; они существенно смещались из плоскости стен (рис. 3). Кроме того, можно обратить внимание на явные искажения оконных и дверных проемов, а также на изменения конфигурации помещений в плане. Все это объясняет возможные аварийные состояния, представленные на рисунке 1.

Результаты расчетов модели здания с «качающимися» стойками и с демпферами (по рис. 2) подтвердили повышенную сейсмостойкость этого конструктивного решения. Интенсивность колебания стен здания в данном случае меньше, а инерционные усилия, передаваемые через «качающиеся» стойки: во-первых, способствовали гашению динамики (за счет амортизаторов-демпферов), а во-вторых, такие воздействия происходили в наиболее жестких местах, - в углах сопряжения стен (рис. 4).

Обращая внимание на результаты расчета модели здания традиционной конструкции, а именно на смещения брусьев верхних венцов из плоскости стен, можно предложить, взамен обычных шкантов, - устройство стальных винтовых штырей с повышенной сопротивляемостью при выдергивании (рис. 5).

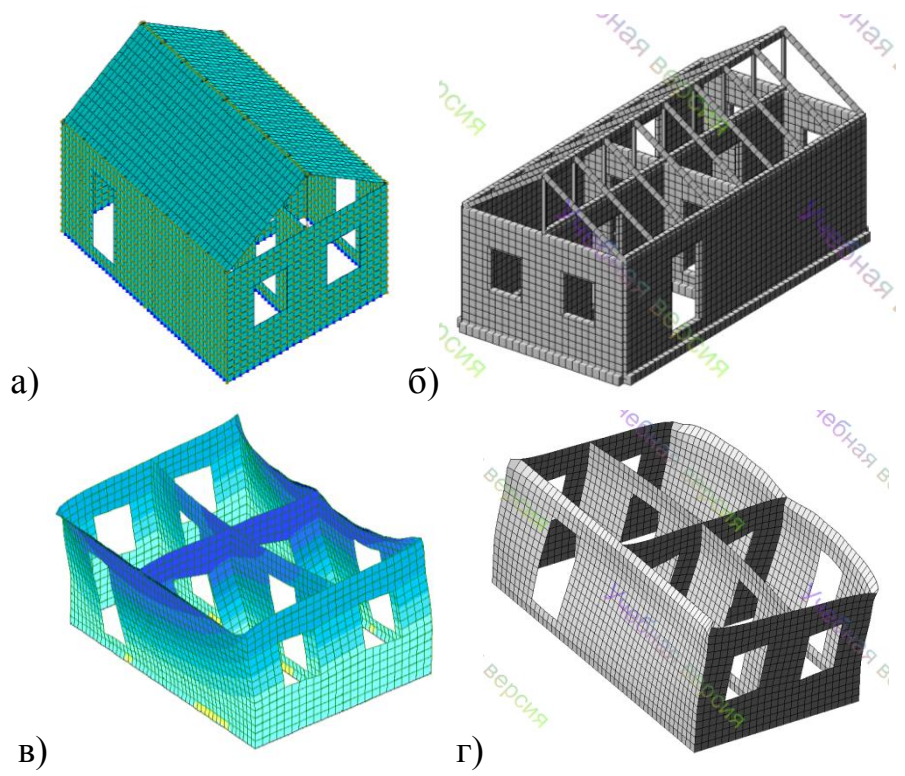


Рис. 3. Расчетная модель (а), 3D-вид (б), деформированная схема (в) и одна из форм колебаний (г) рубленого здания традиционного решения

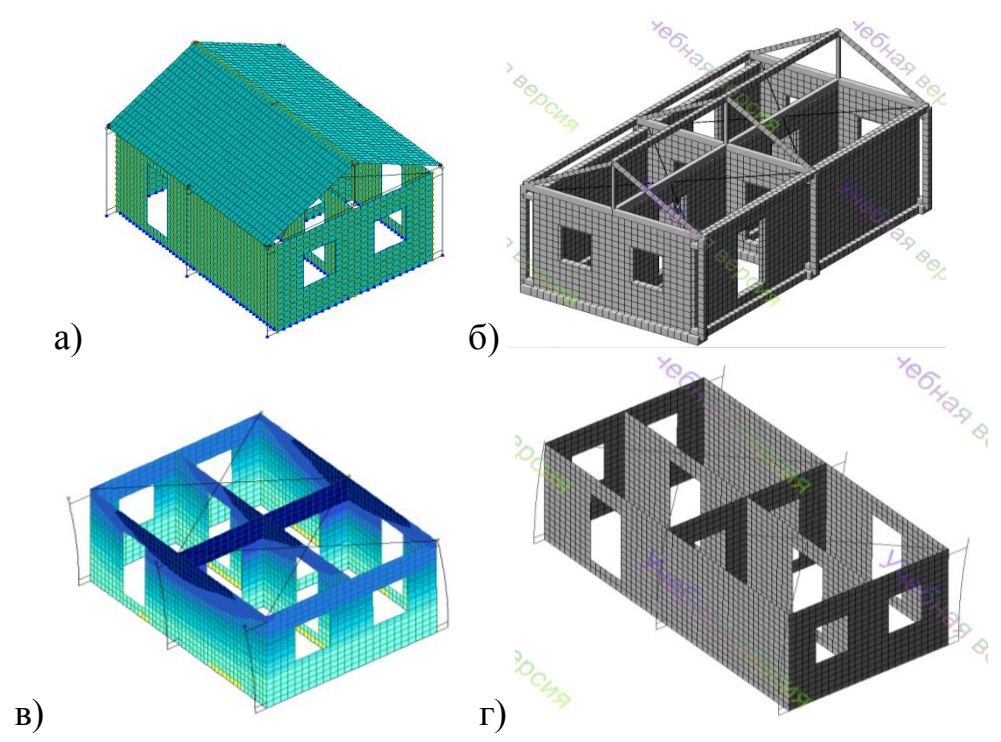


Рис. 4. Расчетная модель (а), 3D-вид (б), деформированная схема (в) и одна из форм колебаний (г) рубленого здания с крышей, опертой на отдельно поставленные по периметру стойки

Для избежания потери устойчивости простенков из своей плоскости (рис. 1, в, рис. 3), их можно снабдить стальными тяжами, пропущенными в отверстия брусьев (бревен) по всей высоте, с закреплением внизу и вверху, и с постановкой на верхнем венце амортизаторов (в виде резиновых прокладок или пружин), шайб и гаек (рис.5). Для двухэтажных зданий (или зданий с высокими стенами), такие тяжи можно устраивать и по углам помещений.

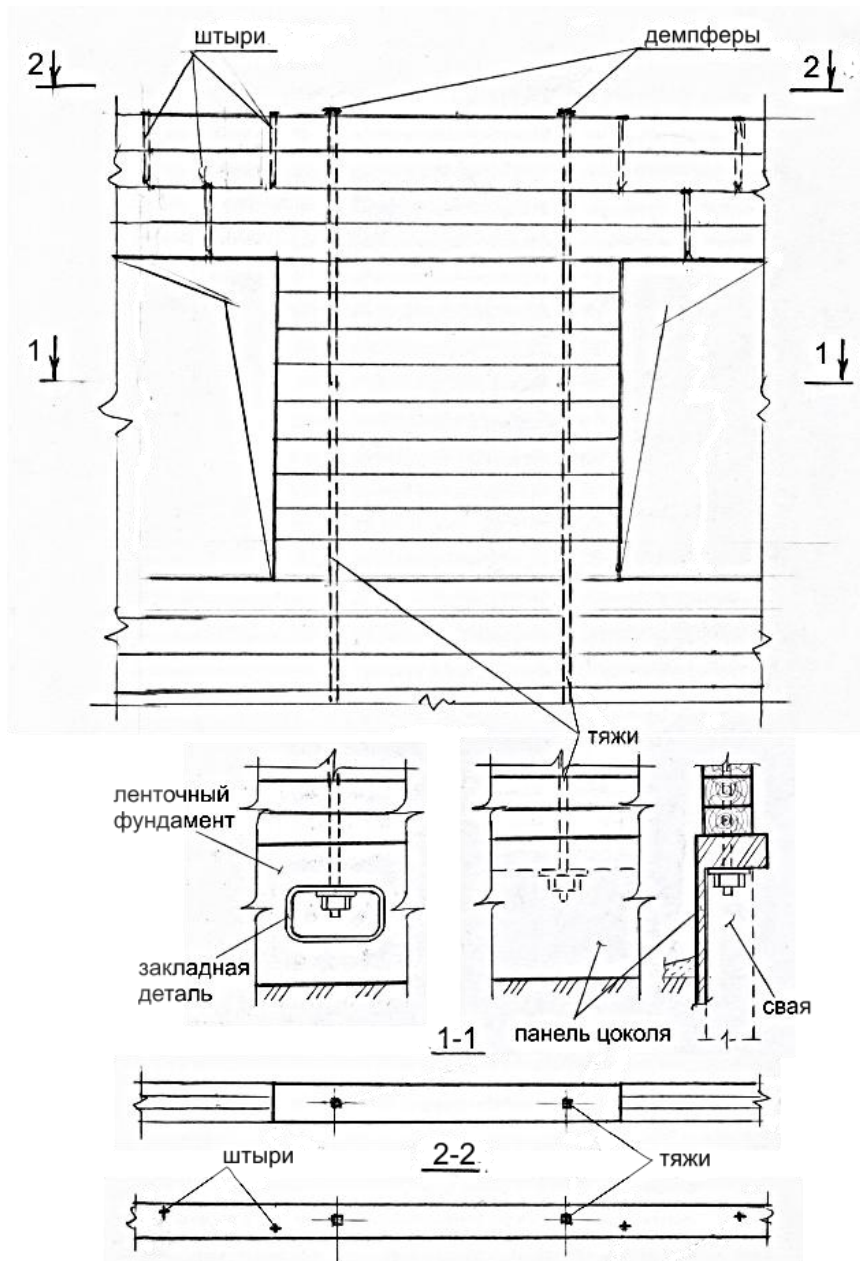


Рис. 5. Устройство в простенках стальных тяжей с демпферами и снабжение стен стальными штырями

С целью предотвращения изменения конфигурации помещений в плане, по верху перекрытий можно устраивать крестовые связи (рис. 4).

Для снижения массы стен можно рекомендовать облегченную стеновую конструкцию из дощатоклееных блоков, утепленных эффективным утеплите-

лем, с обшивками из сайдинга, реек, дощатых щитов [6]. Кроме того, за счет повышенной изгибной жесткости Г-образных и Т-образных дощатокленивых блоков, размещаемых в углах здания, обеспечивается устойчивость стен при землетрясениях.

В сейсмостойких зданиях необходимо устраивать легкие фундаменты с повышенной прочностью и с амортизацией сейсмических толчков, например, фундаменты, образованные короткими сваями, размещаемыми по осям наружных и внутренних стен. Для повышения сейсмостойкости, сваи можно раскреплять Г-образными керамзитобетонными цокольными панелями, которые образуют рамную конструкцию, жесткую в горизонтальном и вертикальном направлениях [7].

В монографии [7] предлагаются и другие конструктивные решения по повышению сейсмостойкости деревянных зданий.

В заключение необходимо заметить, что перечисленные в статье конструктивные предложения требуют практических расчетов, в соответствии с нормами [5], например, при помощи современных программных средств на базе МКЭ.

Список литературы

1. Дмитриев, П.А. О конструктивных мерах, повышающих сейсмостойкость малоэтажных зданий из цельной или массивной клееной древесины / П. А. Дмитриев, О. А. Михайленко, А.Г. Кондаков // Изв. вузов. Строительство. – 2014. - №5. - С. 5-12.
2. Михайленко, О. А. Напряженно-деформированное состояние древесины под шайбой, установленной на торце стержня прямоугольного сечения, при ударе вдоль волокон / О. А. Михайленко, П.А. Дмитриев // Изв. вузов. Строительство – 2013. - №11-12. – С. 58-65.
3. СП 64.13330.2017. Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. - М.: Минстрой России, 2017. – 97с.
4. СП 22.13330.2016. Свод правил. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. - М.: Минстрой России, 2017. – 220с.
5. СП 14.13330-2014. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*. - М.: Минстрой России, 2014. – 125с.
6. Пат. 2499106 RU, Е 04В 2/70. Стеновая конструкция / Дмитриев П. А., Жаданов В.И., Украинченко Д.А., Инжутов И.С.; Заявлено 26.04.2012; Опубл. 20.11.2013, Бюл. № 32.
7. Дмитриев П.А. Башни. Мачты. Безметалльные конструкции. Леса и подмости. Опоры воздушных ЛЭП. Сейсмостойкие здания и сооружения: монография – Красноярск: КрасГАСА, 2006. – 170 с.

УДК 624.011.2

РАБОТА КАРНИЗНЫХ УЗЛОВ ТРЕХШАРНИРНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ РАМ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

О.А. Михайленко

Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Методом конечных элементов исследовано сложное напряженное состояние в карнизных узлах трехшарнирных деревянных рам при динамических нагрузках. Рассматриваются различные конструктивные решения карнизных узлов. Приведены результаты расчетов моделей рам с учетом анизотропии древесины.

Ключевые слова: *трехшарнирные деревянные рамы, карнизные узлы рам, динамическая нагрузка, численное моделирование, анизотропия древесины.*

WORK OF EARNESTIC KNOTS OF THREE-SHEARED WOODEN FRAMES WITH DYNAMIC LOADS

O.A. Mikhailenko

Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"

Abstract. The finite element method has been used to study the complex stress state in the eaves of three-hinged wooden frames under dynamic loads. Various design solutions of eaves nodes are considered. The results of calculations of frame models taking into account the anisotropy of wood are given.

Keywords: *three-hinged wooden frames, cornice frames, wooden buildings of logs (bars), buildings of laminated wood, dynamic load, numerical simulation, wood anisotropy.*

Карнизные узлы трехшарнирных деревянных рам являются особо ответственными. Статические, и что особенно, динамические нагрузки (например, сейсмического характера), создают в таких узлах максимальные изгибающие моменты и сложное напряженно-деформированное состояние. Известен целый ряд эффективных решений таких узлов [1]. На отдельные конструктивные решения получены патенты РФ на изобретение [2, 3]. Основной идеей этих решений является использование в карнизных узлах разного рода демпферных устройств в виде твердых резин, пружин и т.д.

В настоящей работе представлены отдельные результаты численных исследований напряженного состояния в древесине карнизных узлов для некоторых конструктивных решений. Статические, а впоследствии, и динамические (на импульсную нагрузку) расчеты выполнялись в программном комплексе «ЛИРА-САПР» на примере линейной плоской модели трёхшарнирной дощатоклеёной рамы пролетом 18 м (рис. 1): с высотой до карниза 3 м и до конька – 6,5 м, с максимальным размером сечения 160x700 мм (в карнизе), и минималь-

ным – 160x200 мм (на опоре и в коньке). Нагрузка задавалась сосредоточенной нагрузкой $P=36$ кН в шести равномерно распределенных точках. В карнизном узле рассматривался ряд конструктивных решений. Расчетная схема была дискретизирована на конечные элементы оболочки. Жесткостные характеристики древесины были заданы как для ортотропного тела: $E_0 = 10000$ МПа ; $E_{90} = 400$ МПа ; $G = 500$ МПа ; $\nu_{90,0} = 0,45$; $\nu_{0,90} = 0,018$, согласно [4].

Динамические загрузки (грузы $P=36$ кН падали на ригель рамы в шести точках с разной высоты) создавались в соответствии с методикой расчета на импульсивную и ударную нагрузку с нахождением и заданием соответствующих параметров ударного воздействия [5].

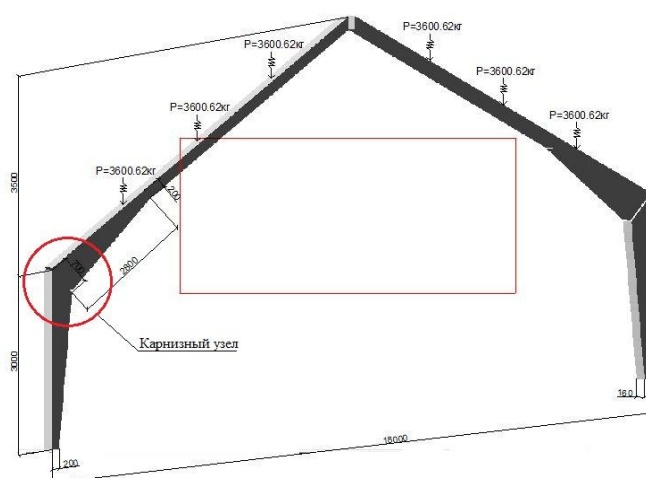


Рис. 1. Расчетная схема рамы при нагрузках в шести точках (груз $P = 36$ кН; при динамических загрузках, - падающий с разной высоты)

При расчетах исследовалось напряженное состояние в древесине на расстоянии 70 мм от биссектрисного сечения карнизного узла при следующих конструктивных решениях (рис. 2): с клеевым соединением на зубчатый шип (а); с вклеенными стержнями (б); с клеевым соединением на зубчатый шип и с жестко связанным подкосом (в); с использованием демпферов в виде жесткой резины, металлической пластины и вклеенных стержней (г).

Клеевое соединение на зубчатый шип моделировалось при помощи процедуры объединения соответствующих перемещений узлов по контакту элементов стойки и ригеля рамы (в данном случае, целенаправленно, контакт устраивался по крайним зонам биссектрисного сечения и составлял 90 мм). При расчете с использованием вклеенных стержней диаметром 30 мм, глубина их вклеивания принималась $l \leq 25 \cdot 30 = 750$ мм, согласно [4]. В расчетах с использованием жесткой резины, её упругие характеристики принимались $E = 20$ МПа ; $\nu = 0,45$.

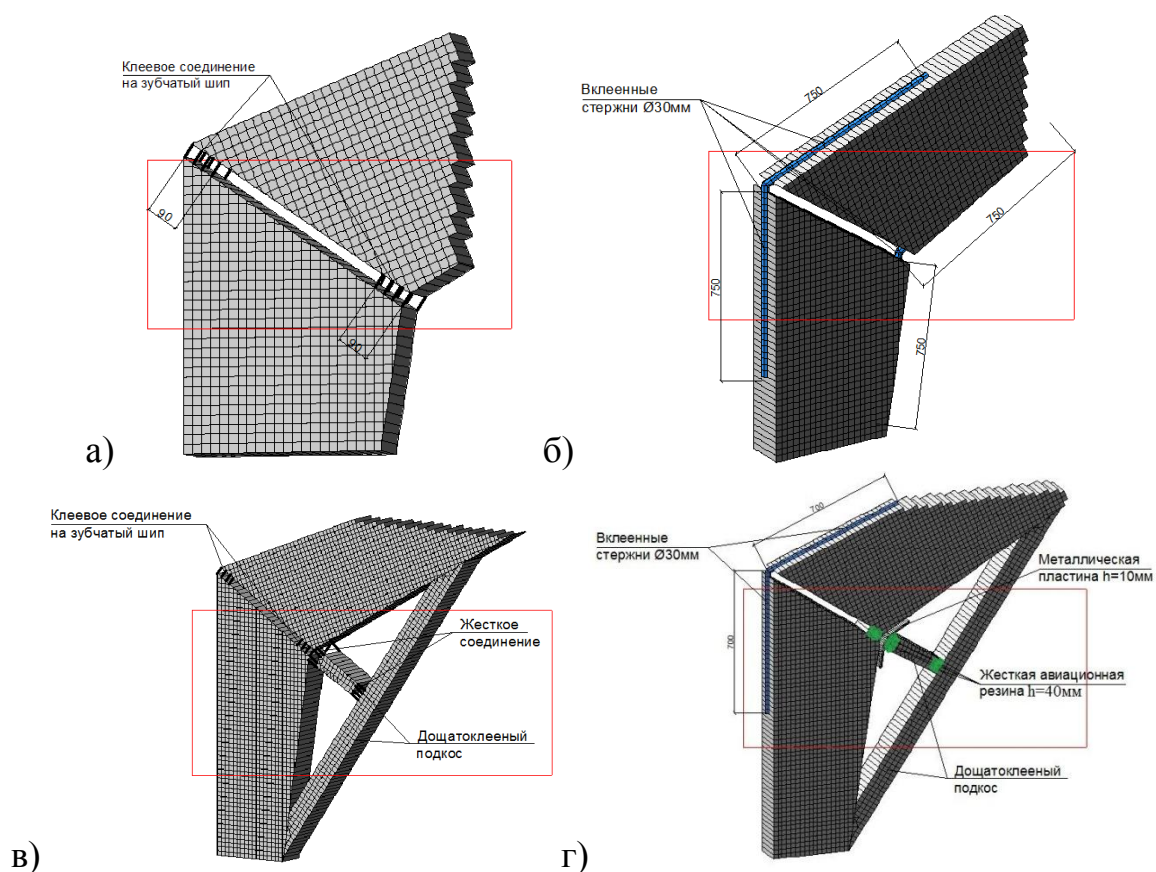


Рис. 2. Фрагменты моделей карнизных узлов: с клеевым соединением на зубчатый шип (а); с вклеенными стержнями (б); с клеевым соединением на зубчатый шип и с жестко связанным подкосом (в); с использованием демпферов в виде жесткой резины, металлической пластины и вклеенных стержней (г)

В результате расчетов на статические и динамические нагрузки установлено, что в древесине биссектрисного сечения узлов возникает сложное напряженное состояние, в частности, - концентрация нормальных и скалывающих напряжений. Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдалась при решении узла с применением клеевого соединения на зубчатый шип (по рис. 2, а). В зонах контакта ригеля и стойки возникали значительные «всплески» нормальных напряжений действующих вдоль и поперек волокон, а также скалывающих напряжений. Вклеивание арматурных стержней (по рис. 2, б) позволило снизить в древесине нормальные напряжения вдоль волокон.

Положительный результат был отмечен в решении узла с клеевым соединением в сочетании с жестко связанным подкосом (по рис. 2, в). В целом, распределение напряжений носило более благоприятный характер. Однако нормальные напряжения смятия вдоль волокон σ_0 и скалывающие напряжения $\tau_{ск}$ приближались к величинам соответствующих расчетных сопротивлений (рис. 3).

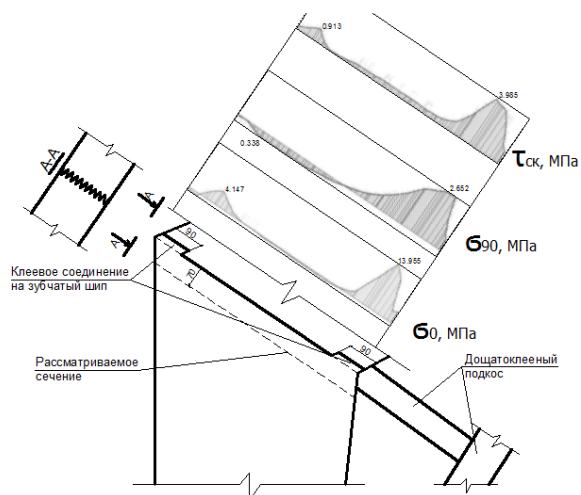


Рис. 3. Эпюры нормальных напряжений вдоль волокон (σ_0), поперек волокон (σ_{90}) и скалывающих напряжений ($\tau_{ск}$) в древесине (на расстоянии 70 мм от биссектрисного сечения) карнизного узла по рис. 2, в

Использование же в карнизном узле демпферов в виде жесткой резины, металлической пластины и вклеенных стержней (по рис. 2, г), позволило значительно снизить в древесине биссектрисного сечения как нормальные (σ_0 , σ_{90}), так и скалывающие ($\tau_{ск}$) напряжения (рис. 4).

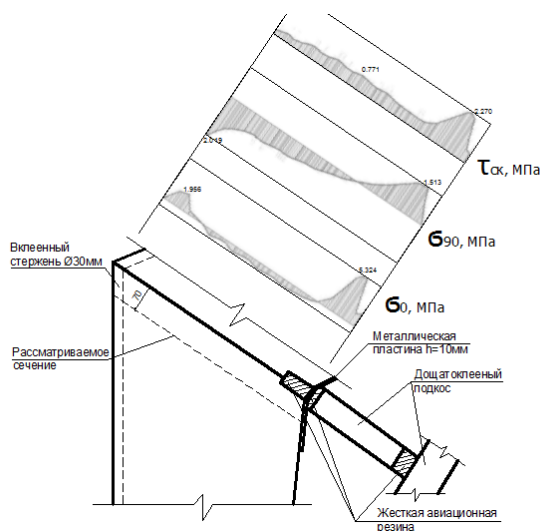


Рис. 4. Эпюры нормальных напряжений вдоль волокон (σ_0), поперек волокон (σ_{90}) и скалывающих напряжений ($\tau_{ск}$) в древесине (на расстоянии 70 мм от биссектрисного сечения) карнизного узла по рис. 2, г

Большого эффекта можно добиться, если укладывать под прогоны, опирающиеся на ригель рамы, прокладки из твердой резины, выполняющие роль

демпферов при ударных нагрузках. Эпюры напряжений в древесине, полученные при моделировании такой ситуации показаны на рисунке 5.

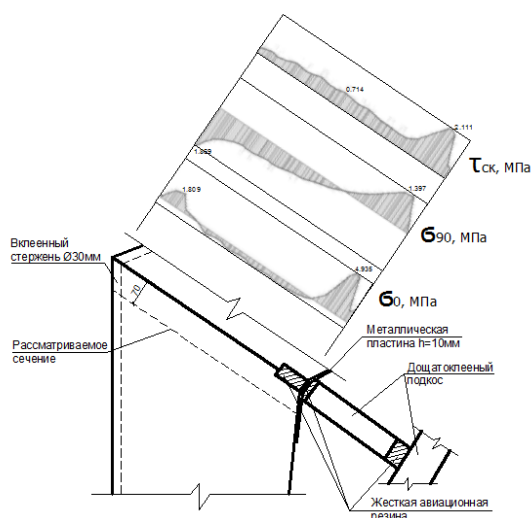


Рис. 5. Эпюры нормальных напряжений вдоль волокон (σ_0), поперек волокон (σ_{90}) и скалывающих напряжений ($\tau_{ск}$) в древесине (на расстоянии 70 мм от биссектрисного сечения) карнизного узла по рис. 2, в

Количественно оценить эффект от предлагаемых конструктивных мероприятий, в частности, устройства вклеенных в древесину стержней и размещения демпферов (в точках сопряжения с подкосом), можно с помощью таблицы 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ напряжений в древесине (на расстоянии 70 мм от биссектрисного сечения) карнизных узлов

Конструктивное решение карнизного узла	Напряжения, %		
	σ_0	σ_{90}	$\tau_{ск}$
с клеевым соединением на зубчатый шип и с жестко связанным подкосом (рис. 2, в)	100	100	100
с использованием демпферов в виде жесткой резины, металлической пластины и вклеенных стержней (рис. 2, г)	38	57	57
с использованием демпферов в виде жесткой резины, металлической пластины и вклеенных стержней (рис. 2, г) (при опирании прогонов на ригель рамы через прокладки из твердой резины)	35	53	55

Вывод.

В древесине карнизных узлов трехшарнирных рам возникает опасное напряженное состояние, вызванное концентрированным действием нормальных и скалывающих напряжений в биссектрисных сечениях. Ситуация усугубляется

при динамических нагрузках разного характера, вызванных, например, землетрясением. Эффективным и целесообразным оказывается выполнение комплекса мер по увеличению прочности и надежности работы таких узлов (особенно при динамических нагрузках), направленных на повышение амортизационной способности (за счет устройства демпферов) в комплексе с известными конструктивными приемами (например, вклеивание арматурных стержней).

Однако, следует отметить, что представленные в статье конструктивные приемы не освобождают проектировщика от необходимости проведения соответствующих расчетов, которые можно вести при помощи современных автоматизированных средств.

Список литературы

1. Дмитриев П.А. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины: учебное пособие / П.А. Дмитриев, В.И. Жаданов. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – 186 с.
2. Пат. 2558046 RU, 2 558 046 С2 Е04С 3/42. Трехшарнирная клееная рама / Михайленко О.А., Дмитриев П.А.; Заявлено 26.11.2013; Оpubл. 27.07.2015, Бюл. № 21.
3. Пат. 2558047 RU, 2 558 047 С2 Е04С 3/42. Трехшарнирная сквозная рама / Михайленко О.А., Дмитриев П.А.; Заявлено 26.11.2013; Оpubл. 27.07.2015, Бюл. № 21.
4. СП 64.13330.2017. Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. - М.: Минстрой России, 2017. – 97с.
5. Михайленко, О. А. Напряженно-деформированное состояние древесины под шайбой, установленной на торце стержня прямоугольного сечения, при ударе вдоль волокон / О. А. Михайленко, П.А. Дмитриев // Изв. вузов. Строительство – 2013. - №11-12. – С. 58-65.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УТЕПЛИТЕЛЕЙ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ

Н.И. Нестерова, Т.М. Рогатовских

Липецкий государственный технический университет

Аннотация. В данной статье автор приводит сравнительный анализ трех утеплителей наружных стен. Произведен теплотехнический расчет.

Ключевые слова: *тепловая защита, утеплитель, теплотехнический расчет.*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INSULATION OF THE OUTER WALL

N.I. Nesterov, T.M. Rogachevsky

Lipetsk state technical University

Abstract. In this article the author gives a comparative analysis of three insulation of external walls. Made thermal calculation.

Keywords: *thermal protection, insulation, thermal engineering calculation.*

Для того чтобы дом был теплым ограждающим конструкциям необходима качественная теплозащита, выполненная в соответствии с требованиями для данного региона [2].

Для комфортного проживания в доме температура воздуха в нем должна быть в пределах +18...+22 °С [1]. Для защиты от чрезмерного охлаждения зимой и перегрева в жару необходимо предусмотреть качественную теплоизоляцию всех наружных стен.

Проведем сравнительный анализ трех современных утеплителей: ПЕНОПЛЭКС СТЕНА (рис. 1), KNAUF Therm Фасад (рис. 2), ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОФАС (рис. 3).

Теплотехнический расчет производился по формуле 1:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r \geq R_0^{\text{норм}}, \text{ где}$$

$R_0^{\text{пр}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче,

$R_0^{\text{усл}}$ – условное сопротивление теплопередаче,

$R_0^{\text{норм}}$ – нормативное (требуемое) сопротивление теплопередаче.

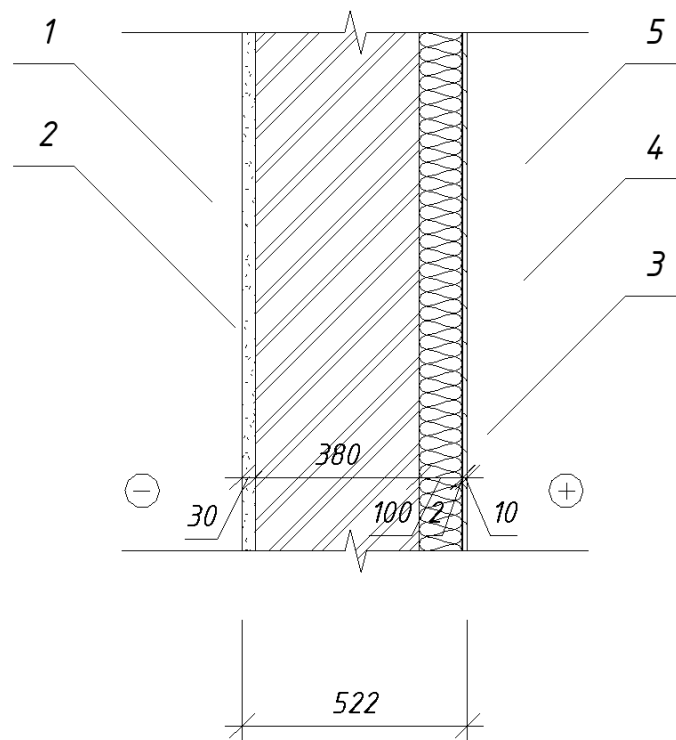


Рис. 1. Первый вариант ограждающей стены с утеплителем ПЕНОПЛЭКС СТЕНА

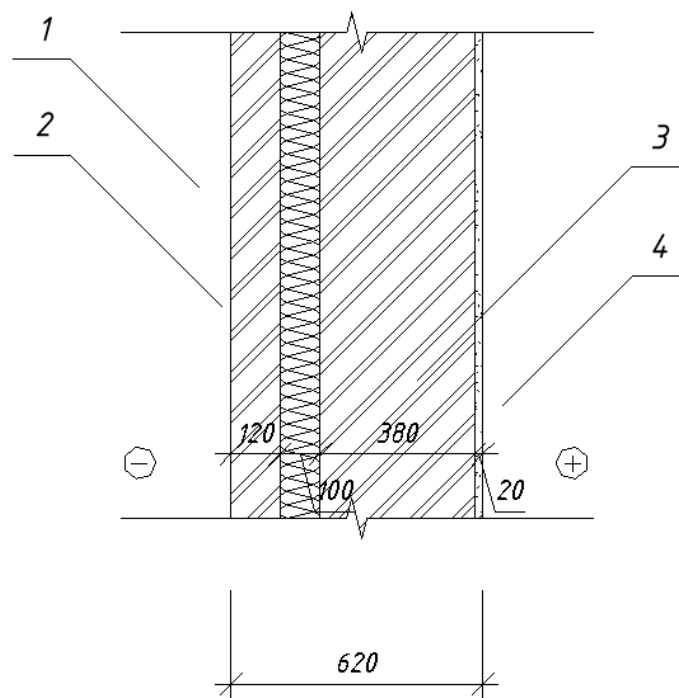


Рис. 2. Второй вариант ограждающей стены с утеплителем KNAUF Therm Fassad

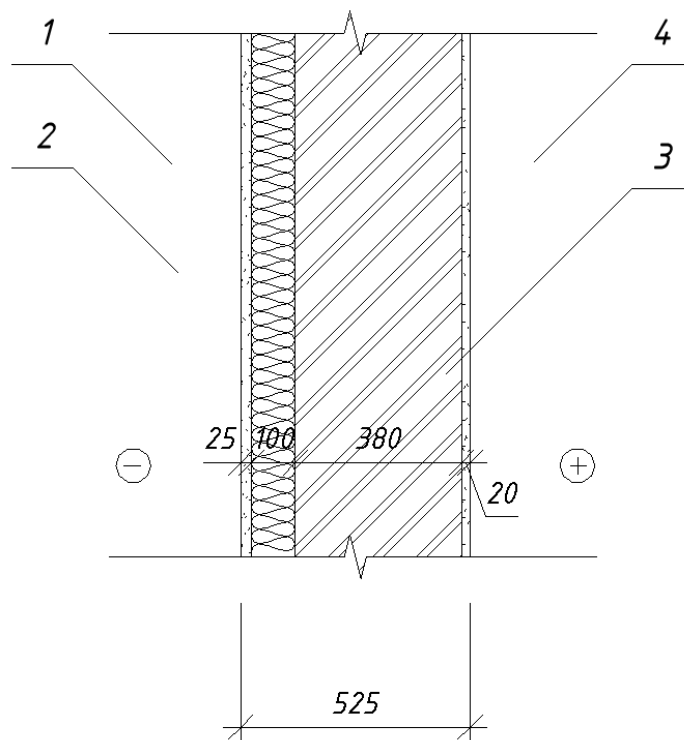


Рис. 3. Третий вариант ограждающей стены с утеплителем ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОФАС

Поскольку населенный пункт Липецк относится к зоне влажности - нормальной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответ-

ствии с таблицей 2 [3] теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б.

Конструкция ограждающей стены с тремя вариантами утеплителя представлены на рисунках 1 - 3.

Расчеты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчетов

№	Наименование утеплителя	$R_0^{пр}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	$R_0^{норм}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт$
1	ПЕНОПЛЭКС СТЕНА	3,5	1,71
2	КNAUF Therm Фасад	2,7	
3	ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОФАС	2,78	

Анализируя полученные данные можно сказать, что все утеплители удовлетворяют заданному условию, но наиболее рациональным будет использование утеплителя КNAUF Therm Фасад или ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОФАС.

Сравним три утеплителя по стоимости. Для этого проанализируем стоимость каждого штучного утеплителя толщиной 100 мм на отечественном рынке (рис. 4).

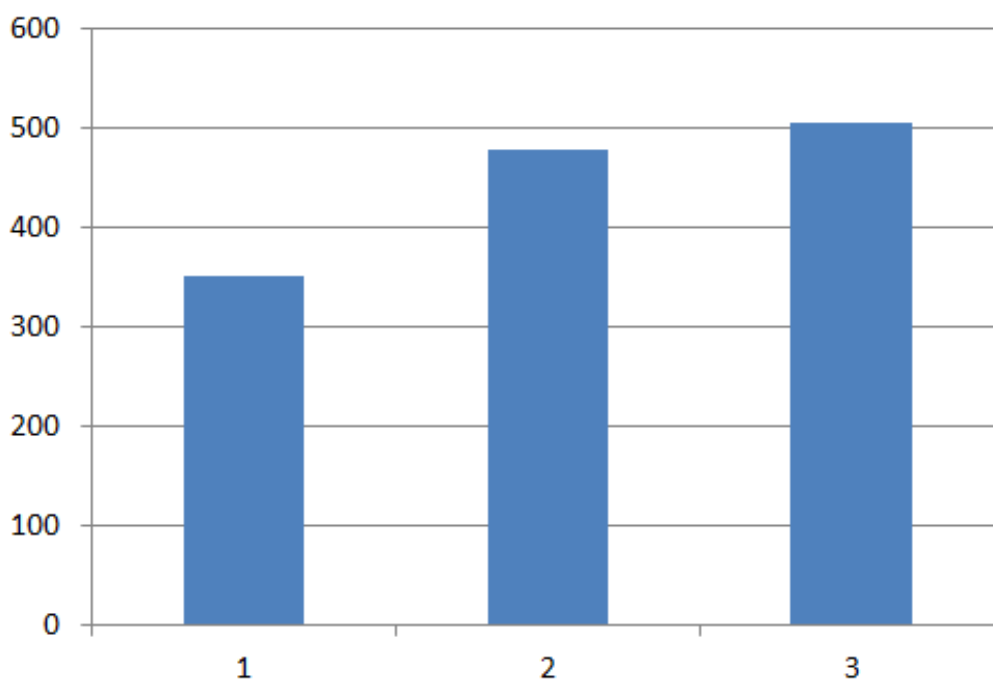


Рис. 4. Сравнение утеплителя по стоимости

Проанализировав стоимость каждого материала и выпускаемые размеры, мы можем сделать вывод, что наиболее экономичным будет утеплитель КNAUF Therm Фасад.

Вывод: сравнивая два показателя утеплителей можно сделать вывод, что наиболее подходящим вариантом можно считать утеплитель КNAUF Therm Фасад.

Список литературы

1. Родионова Е.С., Попова Г.Н., Скляднев А.И. Альтернативные методы строительства / Е.С. Родионова, Г.Н. Попова, А.И. Скляднев // Тенденции развития современной науки сборник тезисов докладов научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета: в 2 – х частях. – 2017. – С. 457 – 459.

2. Корчагина У.И., Rogatovskikh Т.М. Использование альтернативных источников энергии в России/ У.И. Корчагина, Т.М. Rogatovskikh//В книге: Строительство и архитектура. Тенденции развития современной науки Материалы научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета. 2018. С. 227-228.1.

3. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003». – М.: Минрегион России, 2012;

4. Чураков А.С., Горохов Н.А., Рубцов Б.Л., Громова О.В. Солнечные батареи: история и перспективы развития / А.С. Чураков, Н.А. Горохов, Б.Л. Рубцов, О.В. Громова // В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - 2016. С. 144-147.

5. Коростелева Ю.А., Rogatovskikh Т.М. Проблемы развития нетрадиционной энергетики в строительстве / Ю.А. Коростелева, Т.М. Rogatovskikh // Тенденции развития современной науки Сборник тезисов докладов научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета: в 2-х частях. - 2017. -С. 394-395.

К ВОПРОСУ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БЕТОНА, АНАЛИЗ ИМЕЮЩИХСЯ СПОСОБОВ

К.А. Никитин

Поволжский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассматривается вопрос модифицирования бетона. Рассмотрены способы и методы модификации бетона, а так же последние научны разработки и достижения в этой области.

Ключевые слова: бетон, добавки, пластификаторы, противоморозная добавка, улучшение свойств бетона.

TO THE QUESTION OF CONCRETE MODIFICATION, ANALYSIS OF THE AVAILABLE METHODS

K.A. Nikitin

Volga State University of Technology

Annotation. The article deals with the issue of concrete modification. Ways and methods of concrete modification are considered, as well as the latest scientific developments and achievements in this area.

Keywords: concrete, additives, plasticizers, antifreeze additive, improving the properties of concrete.

На сегодняшний день бетон – самый популярный в строительстве материал. Он используется везде, от наружной до внутренней отделки зданий и помещений, для устранения щелей в местах стыков стен, однако главное его применение всё-таки, в строительстве несущей конструкции, а именно фундамента и перекрытий.

Цель работы. В ходе моего научного исследования, я ставлю задачу изучить вопрос связанный и с процессом модифицирования бетона. Бетон – искусственный камень, процесс изготовления которого зависит от смеси и входящих в него компонентов, а именно вяжущего, например – цемент, и наполнителя, например песок. Чаще всего используется так же вода, но бывают случаи и использования других жидкостей [1].

К основным плюсам бетона относят:

1. Долговечность;
2. Прочность;
3. Огнестойкость;
4. Дешевизна.

К основным минусам бетона относят:

1. Объемная деформация;
2. Малая прочность на растяжение;
3. Подверженность к водопроницаемости.

Для того чтобы улучшить свойства бетона, в его состав добавляют различные добавки, например:

1. Неорганические;
2. Органические.

На сегодняшний день наиболее распространенной добавкой служит – противоморозная компонентная составляющая. Противоморозная добавка служит, для того, что бы улучшить процесс бетонирования зимой. Так как при низких температурах, бетон имеет свойства к уменьшению скорости твердения, а кристаллы воды нарушают структуры бетона, что влияет на проектную прочность самого бетона. Проще говоря, цель противоморозных добавок, заключается в увеличении скорости схватывания бетона, а так же в возможности, для воды дольше быть жидком состоянии.

В последнее время популярностью пользуются следующие добавки:

1. Хлорид натрия;
2. Хлорид кальция;
3. Нитрат кальция;
4. Нитрит кальция;
5. Карбонат кальция.

Все эти добавки, имеют большой плюс, они позволяют в период бетонирования зимой, не использовать подогрев.

Следующей широко применяемой добавкой являются пластификаторы.

Пластификатор – это добавка, целью которой является, увеличение пластичности смеси бетона, без снижения прочностных свойств сомой смеси. Чаще всего используют такую добавку, как суперпластификатор С-3, основанный на

продуктах формальдегида и нафталинсульфокислоты. Так же применяют и неорганическую добавку, например – известь.

Такие добавки выполняют важную роль в транспортировке и укладке бетона, так как смесь не распадается, что характерно бетону без пластификатора. Исследования показали, что если использовать суперпластификатор и при этом снизить расход воды, то можно получить увеличение прочности бетона до 45%, а так же и скорость твердения бетона.

Рассматривая такую проблему, как разрушение обычного бетона под действием воды, проникающей в области трещин материала, где вода кристаллизуется, расширяется, вследствие чего и увеличиваются трещины. В эти трещины в свою очередь, начинает проникать осадки из атмосферы, которые со временем разрушают арматуру, и снижают несущую способность бетонной конструкции [2].

Что ведет к капитальным вложением на ремонт.

Данную проблему попытались решить исследователи из Соединенных Штатов Америки, идея заключалась в том, что бы, как морские ракушки, имеющие в своем составе особый минерал для их роста, так что бы и бетон мог сам, затягивать свои трещины.

Ученный ввели данный компонент в состав нового бетона и получили результат, который показывает лучшее сопротивление изгибу, чем у обычного бетона.

Такой бетон не разрушается при больших нагрузках, хоть на нем и образуются мелкие насечки в виде трещин, а при снятии нагрузки, такой бетон способен к восстановлению. Частицы иона кальция, находящиеся в составе нового бетона, реагируют с водой и углекислым газом, виду чего появляется карбонат калия, который выполняет функцию заполнителя появившихся трещин. После восстановления прочностные свойства нового бетона лишь незначительно изменяются от первоначального состояния. Однако такой материала от 3-5 раз дороже, чем обычный бетон, поэтому сложилась мнение, что данный вид материала не рентабелен.

Вывод: в последнее время учёные стремятся находить наилучшие компоненты, а так же составы бетона, так как появляется необходимость, как в снижение затрат на производства, так и в улучшении самих бетонных конструкций, поэтому нам необходимо взвешено подходить к вопросу новых образцов, и не отметать их, если их стоимость выше, имеющихся аналогов, ведь последующие ремонтные работы могут быть ещё дороже.

Список литературы

1. Сопротивление материалов: учебник для строит. и трансп. вузов/А.Ф. Смирнов [и др.]; под общ. ред. А.Ф. Смирнова. М.: Высш. шк., 1975. 480 с.
2. Горчаков Г.И. Строительные материалы: учебник для вузов / Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. М.: Стройиздат, 1986. 688 с.

К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ МОНИТОРИНГА АВАРИЙ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

К.А. Никитин

Поволжский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассматривается вопрос актуальности мониторинга аварий и чрезвычайных ситуаций при строительстве и эксплуатации зданий. Приведены примеры аварий и ЧС, даны способы предупреждения аварий в будущем.

Ключевые слова: авария, чрезвычайная ситуация, мониторинг, методы предупреждения, способы решения проблемы.

TO THE QUESTION OF THE ACTUALITY OF MONITORING OF ACCIDENTS AND EMERGENCY SITUATIONS IN CONSTRUCTION AND OPERATION OF BUILDINGS

K.A. Nikitin

Volga State University of Technology

Annotation. The article considers the issue of the relevance of monitoring accidents and emergency situations in the construction and operation of buildings. Examples of accidents and emergencies, given ways to prevent accidents in the future.

Keywords: accident, emergency, monitoring, warning methods, ways to solve the problem.

Цель работы. В ходе моего научного исследования, я ставлю задачу изучить вопрос аварий при строительстве и эксплуатации зданий.

Согласно своду правил 12.135.-2003 «Безопасность труда в строительстве», из которого мы можем получить определение аварии, а именно под аварией понимается:

1. Повреждение здания: частично, полностью;
2. Обрушение;
3. Повреждение конструктивного элемента;
4. А также превышение предельно допустимых деформаций, угрожающих безопасному ведению работ и повлекшие приостановку строительства объекта или его части [1].

Классификация аварий по масштабу имеет следующий вид:

1. Катастрофа – крупная авария, повлекшая человеческие жертвы;
2. Несчастный случай – нежелательное событие, приводящее к смерти, ухудшению здоровья;
3. Инцидент-событие, в результате которого возникает или может возникнуть несчастный случай.

На сегодняшний день до сих пор остро стоит проблема – надежность строительной конструкции и сооружения. Основные причины аварий заключаются, как в воздействие не предусмотренного условиями нормального эксплуатиро-

вания конструкции, так и чрезвычайной ситуацией, а так же в результате человеческой ошибки.

Так, при эксплуатации могут возникнуть разрушения из-за:

1. Механических повреждений;
2. Вибрации;
3. Коррозии;
4. Взрыва;
5. И т.д. [2]

Приведем примеры чрезвычайных ситуаций

1. 22 августа 2018 в доме № 27 по улице Борисенко г. Владивосток, обрушилась крыша [3].

2. 21 марта 2018 в Москве обрушилась кровля административного здания находящегося на реконструкции, пострадавших нет [4].

3. 28 марта 2018 в Саратове, в результате скопления большой массы мокрого снега на кровле ангарного помещения по адресу Аэропорт, 50 произошло ее обрушение. Предположительно, площадь обрушения составляет порядка 400 кв.м. [5].

4. 25 марта 2018 в горящем торговом центре «Зимняя вишня» в Кемерово обрушилась кровля [6].

5. И т.д.

Основываясь на выше сказанном, следует логичное предположение, что для улучшения надёжности строительных систем, необходимо изучать и анализировать случившиеся аварии и ЧС, для предупреждения их в будущем.

На сегодняшний лучший способ анализа ЧС является их мониторинг, но он не может быть полностью объективным ввиду того что, большая часть информации, по сообщению «Национального объединения строителей», была получена из открытых источников – СМИ.

При изучении данной проблемы, мною была выявлена зависимость, того что, наиболее чрезвычайно опасные периоды приходятся на зимний и летний сезон. Этому есть несколько объяснений:

1. Игнорирование техники безопасности
2. Погодные условия
3. Неквалифицированная рабочая сила
4. И т.д.

Вывод: При мониторинге аварий было выявлено, что их рост приходится на зимний и летний сезон. Именно эти времена года имеют специфическую технологию строительства и рост неквалифицированных рабочих.

Для предупреждения чрезвычайных ситуаций я предлагаю следующие меры:

1. Проводить профилактическую деятельность с застройщиками
2. Вести качественный контроль выполняемых работ и применяемых материалов.

3. Использовать здания и сооружения согласно их эксплуатационным сроками, и не эксплуатировать их, если эти сроки превышены.

Список литературы

1. СП 12.135.-2003 Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда. Утвержден и введен в действие. Постановлением Госстроя РФ. от 8 января 2003 г. N 2 (Зарегистрирован в Минюсте РФ 25 марта 2003 г. N 4321). – 105 с.
2. Добромыслов, А.Н. Ошибки проектирования строительных конструкций / А.Н. Добромыслов. – М.: Издательство Ассоциации строительных ВУЗов, 2007. – 184 с.
3. <https://www.newsvl.ru/vlad/2018/11/02/175125/>
4. <https://ria.ru/incidents/20180321/1516970232.html>
5. <https://iz.ru/724525/2018-03-25/krovliya-obrushilas-v-goriashchem-kemerovskom-ttc>
6. <https://chpsaratov.ru/2018/03/28/https-chpsaratov-ru-wp-admin-post-php-post-17471-action-edit/>

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА РАСХОД ШТУКАТУРНЫХ СМЕСЕЙ

Е.А. Остапенко, К.А. Караванцева

Донской государственный технический университет

Аннотация. В статье рассмотрена зависимость расхода штукатурной смеси от качества поверхности, на которую он наносится. Описана методика и результаты исследования по расходу штукатурной смеси на оштукатуривание внутренних стен машинным способом.

Ключевые слова: *штукатурные работы, штукатурные смеси, поверхность строительных конструкций.*

INFLUENCE OF QUALITY OF THE SURFACE OF CONSTRUCTION STRUCTURES ON THE FLOW OF PLASTER MIXTURES

E.A. Ostapenko, K.A. Karavantseva

Don State Technical University

Annotation. The article describes the dependence of the consumption of plaster mixture on the quality of the surface on which it is applied. The methodology and results of the study on the consumption of the mixture when performing the internal plaster walls using a mechanized method are described.

Keywords: *plastering, plaster mixes, the surface of building structures.*

Качество и срок службы зданий в значительной степени зависит от технической сложности значимого строительного процесса - штукатурных работ.

Поверхность стен необходимо тщательно подготовить перед отделкой краской, штукатуркой или обоями. Свести к минимуму шпаклевочные работы помогает применение гипсовых штукатурок, такая оштукатуренная поверхность почти готова к нанесению декоративного слоя.

Наибольшую выгоду и эффективность приносит выполнение всех видов штукатурных работ одной бригадой штукатуров, без использования дополни-

тельной низкоквалифицированной рабочей силы, состоящей из электриков и грузчиков, сантехников и механиков и др. Этих показателей помогает добиться высокая производительность машинного оборудования и простота его применения [1].

К ухудшению качества нанесенной штукатурки, а также к увеличению затрат материалов и труда приводят различные неровности стен, такие как выпуклости и впадины, трещины или отклонения поверхности конструкций, на которые наносится штукатурная смесь, от горизонтали и вертикали. Основаниями для нанесения смеси могут служить поверхности из камней, кирпичей, бетона или железобетона сборных и монолитных конструкций [2].

Приемку законченных конструкций регламентирует "СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87" [3]. Требования к качеству поверхностей из различных материалов, представленные в своде правил, показаны в таблице 1.

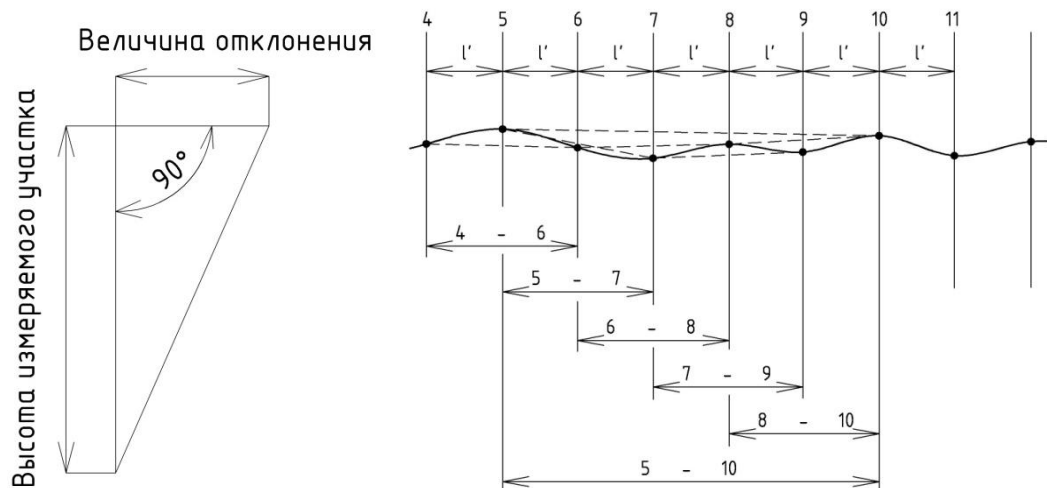
Таблица 1

Контролируемые поверхности	Допуски
1. Монолитные железобетонные конструкции	
Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций для: стен, колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия	15 мм
стены колонн, поддерживающих сборные балочные конструкции	10 мм
Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20 мм
2. Сборные железобетонные конструкции	
Отклонение от вертикали верха плоскостей: панелей несущих стен и объемных блоков	10 мм
крупных блоков несущих стен	12 мм
перегородок, навесных стеновых панелей	12 мм
3. Конструкции из кирпича	
Отклонение поверхностей и углов кладки от вертикали на один этаж для стен и столбов	10 мм
Неровности на вертикальной поверхности кладки	5 мм

Даже если соблюдать нормативные требования и не превышать данных допусков, то расход штукатурной смеси может повыситься до 30%, за счет увеличения намета на 10 мм в отдельных местах [4].

Проведенные исследования позволили проверить теоретические расчеты численных моделей по оценке влияния качества стеновых поверхностей на расход штукатурных растворов при машинной отделке стен.

Оценка качества основания под штукатурную отделку использовали метод немецкого стандарта DIN 18 202 метод (рис. 1) [5].



а) от вертикали;

б) неровностей путем нивелирования поверхности,
где l' – шаг линий модульной сетки;
4...11 – номера точек.

Рис. 1. Определение отклонений

Отклонения, рассчитанные по нивелированию поверхностей из разных материалов, позволили получить объемы штукатурного раствора. Поверхности провешивали лазерным нивелиром.

Поверхности стен делились модульной сеткой размером 500x500 мм. В вершинах образованных квадратов измерялись отклонения поверхности. На каждом участке, который при высоте помещения 3 м состоял из 6 квадратов (рис. 2, 3), определялись отклонения плоскостей стен от вертикали. Количество квадратов в длину зависело от длины стены, которую собирались измерять. Если на стене были слишком выступающие места, которые нельзя удалить, то установку маяков начинали с этого места, чтобы минимизировать толщину штукатурного слоя.

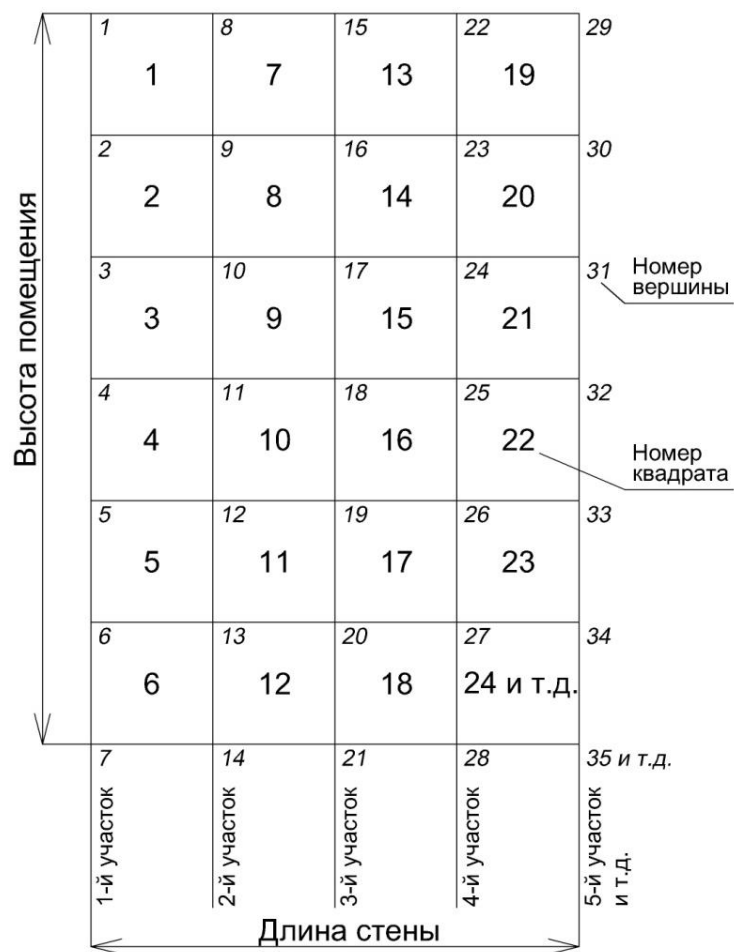


Рис. 2. Отклонения стен от вертикали

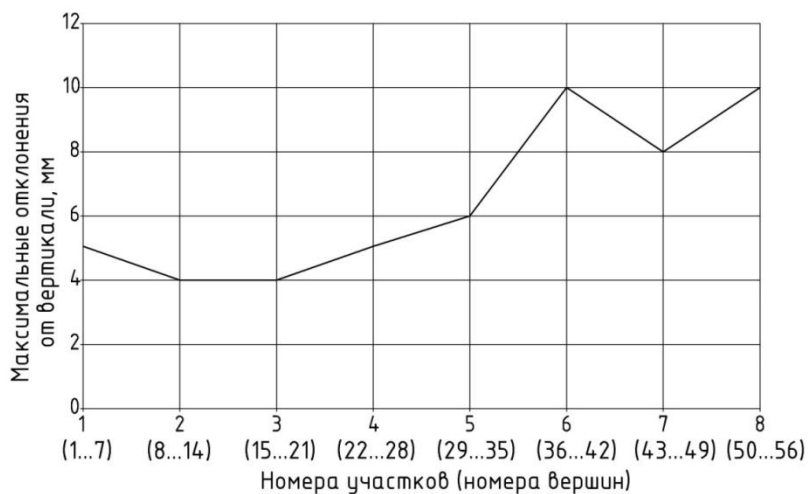


Рис. 3. Отклонения стен от вертикали

Результаты показали отклонение 28 мм в вершине 42 (рис. 4). Допустимы отклонения толщины от проектных только в большую сторону.

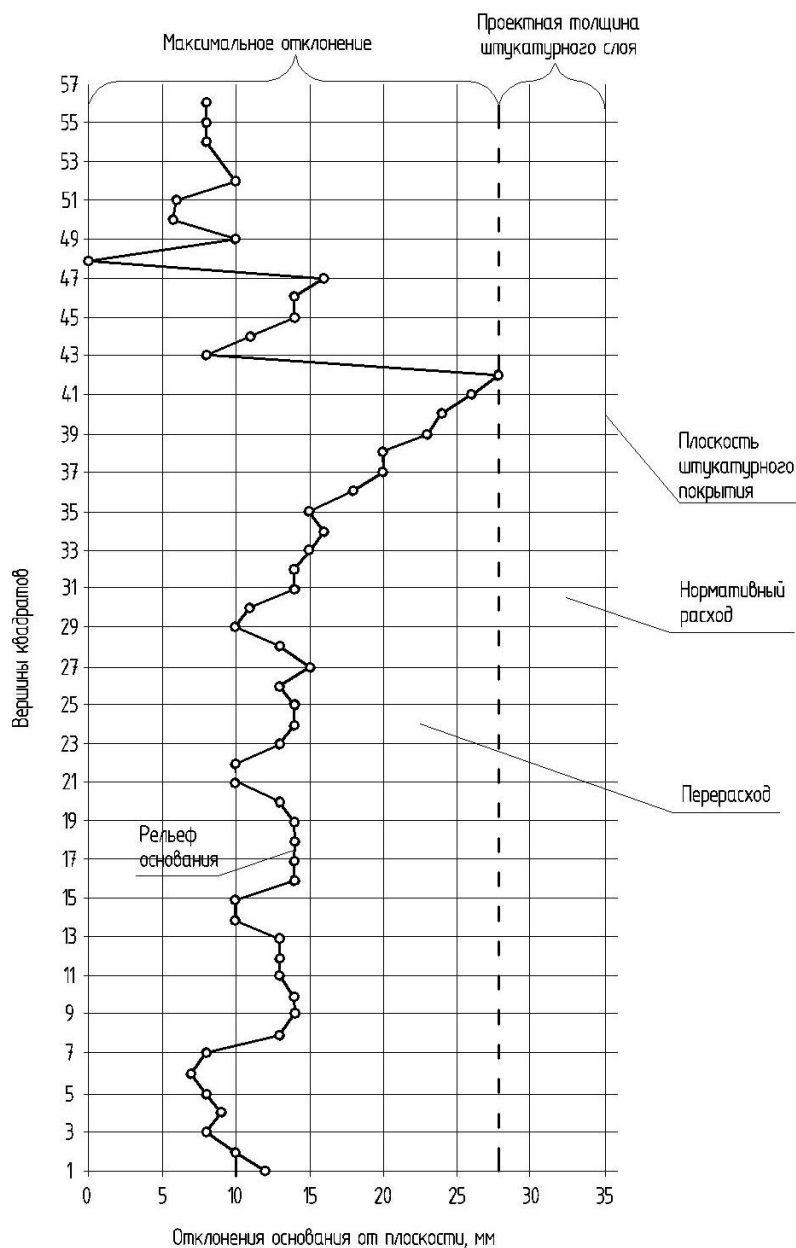


Рис. 4. Отклонение в вершине 42

Объемы штукатурного раствора для отдельных стеновых поверхностей рассчитывались исходя из полученных в результате исследований отклонений от нормы. Перерасход смесей составил 30-60 % при отклонениях 15-25 мм.

Таким образом, очевидно, что качеству поверхности, на которую планируется нанести штукатурку, надо уделять особое внимание. Иначе это приведет к существенному увеличению затрат труда, материалов и средств.

Список литературы

1. Хайкович, Д.М. Рациональные особенности нанесения строительных смесей на различные поверхности пневматическим способом / Д.М. Хайкович // Доклады 57-й международной научно-технической конференции молодых ученых. /СПбГАСУ.СПб., 2004.4.1.-С.117-123

2. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 / Госстрой СССР.– М.: ОАО "ЦПП", 1988. С.22-27.

3. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 / Госстрой СССР.– М.: ОАО "ЦПП", 2013. С.12-16.

4. Егорова С.П. Совершенствование процесса нанесения штукатурного раствора на поверхность механизированным способом. // Оптимизация и эффективность строительства. Воронеж, ВГУ. 1986. - С.85-49.

5. DIN 18 202 Toleranzen im Yochbau-Bauwerke/ Normenausschuss Bauwesen. Berlin. 2005.-18 p.

УДК 691

СЕРОСОДЕРЖАЩИЕ КОМПОЗИТЫ

Г.А. Петров, В.Ю. Андреева, А.А. Зиновьева

ФГБОУ ВО НИУ МГСУ

Аннотация. Перспективным направлением исследований является разработка безопасных композитных материалов с применением добавок. Одним из которых может быть использована сера, которая обладает стойкостью к агрессивным средам, гидрофобностью, низкой теплопроводностью, механической прочностью, водостойкостью, морозостойкостью. В работе исследовано влияние серы на прочность композитного раствора. Установлено, оптимальное содержание серы -0,3% к массе цемента.

Ключевые слова: *композитные растворы, сера, структурообразование, прочностные характеристики, безопасность.*

SULFUR-CONTAINING COMPOSITES

G.A. Petrov, V.Yu. Andreyeva, A.A. Zinovyeva

National Research University

Moscow State University of Civil Engineering

Abstract. The perspective direction of researches is development of safe composite materials with use of additives. One of which it is sulfur. It has resistance to hostile environment, water repellency, low heat conductivity, mechanical durability, water resistance, frost resistance. In work influence of sulfur on durability of composite solution is investigated. It is established, the optimum content of sulfur of-0.3% to the mass of cement.

Keywords: *composite solutions, sulfur, structurization, strength characteristics, safety.*

Современное строительство все больше и больше основывается на новых композитных материалах, технологии, получения которых основаны на достижениях фундаментальных и инженерных наук. Условия эксплуатации строительных конструкций требуют от современных и перспективных строительных композитов улучшенных свойств.

Имея это ввиду, актуальным и перспективным направлением исследований является разработка безопасных композитных материалов с применением доба-

вок, введение которых позволяет обеспечить высокую прочность, трещиностойкость, водонепроницаемость и долговечность конструкции [1].

Использование серы в качестве компонента строительных материалов обусловлено ее свойствами, такими как стойкость к агрессивным средам, гидрофобность, быстрое затвердевание, низкая теплопроводность, механическая прочность, водостойкость, морозостойкость, срок службы. Это позволяет получать продукт с улучшенными свойствами, благодаря которым эти строительные материалы можно использовать в разных направлениях строительства. Химическая модификация осуществляется путем взаимодействия серы в расплаве с различными модификаторами в органической природе [2].

Основой технологии для получения качественных и безопасных конструкций является модификация композитных материалов расплавленной серой. Сера, проникая в поры, заполняя пустоты, создает защитный слой, тем самым увеличивает коррозионную стойкость, водостойкие свойства. Цементные минералы при взаимодействии с серой повышают эксплуатационные свойства цементных материалов, также обеспечивается высокая водостойкость, прочностные показатели и устойчивость в кислой среде. Недостатком технологии является возможность выпуска вредных веществ, наличие паров серы в производстве и использовании материалов, что делает процесс пожаро- и взрывоопасным. В случае элементарной серы материал со временем теряет свои свойства такие, как прочность и гидрофобность. По этой причине необходимо создать безопасный раствор. Благодаря химической модификации серы эти недостатки могут быть устранены [3].

Целью данной работы является получение безопасного композитного раствора, обладающего повышенной прочностью. Испытуемый образец состоит из бентонита, серы, жидкого стекла и портландцемента М500.

Для получения композитного раствора смешиваем цемент с серой в разных концентрациях: от 0,09% до 3% к массе цемента. После этого добавляем воду, которую берём в соотношении 2:1 и перемешиваем. В итоге получаем 5% суспензию. Все образцы набрали разные показатели прочности. Было замечено, что при введении 0,3% серы к массе цемента, к 28 суткам прочность образца возрастает на 40%.

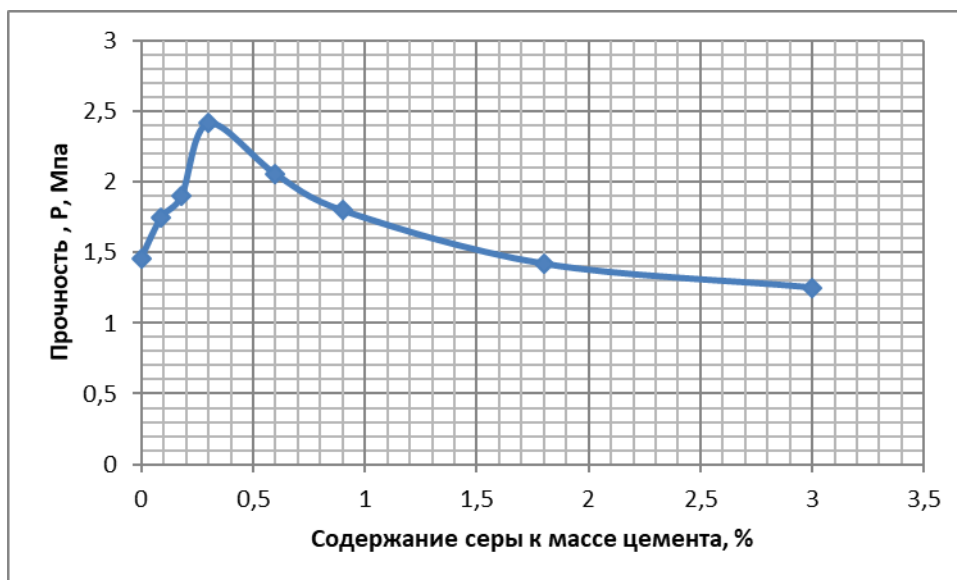


Рис. 1 Структурообразование композитного раствора с добавками серы

Установлено, что на протяжении первых семи суток набирается около 50% конечной прочности, а через 14 дней она увеличивается еще на 20% и достигает 70% прочности (рис. 1) [4], [5].

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что полученный нами композитный раствор с использованием в качестве добавки серы позволяет создать более прочный и надёжный композитный материал.

Список литературы

1. Панфилова М.И., Зубрев Н.И., Леонова Д.А., Звездкин Б.Е. Композитные растворы повышенной безопасности для строительства // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. №12(66) С.116-119.
2. Королев, Е.В. Строительные материал на основе серы./ А.П. Прошин, В.Т.Ерофеев и др. – Пенза: ПГУАС; Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. – 372с.
3. Скрипунов Д.А. Получение композиций на основе органических полисульфидов и серы для дорожных и строительных материалов // Дисс. на соиск. уч.степ. к.т.н., Москва, -2016, -С. 10-13.
4. М.И. Панфилова, Н.И. Зубрев, Д. А. Леонова.
Перспективные направления развития композитов с добавками серы // Научное обозрение. -2015,- №14,- стр. 172-175.
5. Перфилов В.А. Применение модифицирующих микроармирующих компонентов для повышения прочности ячеистых материалов / В.А. Перфилов, А.В. Аткина, О.А. Кусмарцева // Известия вузов-2010. – №9. – С.11-14.

ПРОБЛЕМЫ КОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

У.А. Пираматов¹, К.Г. Пугин^{1,2}

1. Пермский научно-исследовательский политехнический университет

2. ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Аннотация. В статье рассматривается работа систем спутникового позиционирования на автогрейдере. Рассмотрен принцип работы систем спутникового позиционирования. Проведены прикладные исследования точности обработки оснований. Выявлен недостаток в существующем узле крепления ГНСС антенны. Определены параметры ухудшения точности обработки оснований. Выявлена причина ухудшения точности в связи со смещением виброустойчивой мачты в креплении.

Ключевые слова: системы нивелирования, автогрейдер, автоматизация техники, GPS, ГНСС, позиционирование.

DESIGN PROBLEM OF MODERN SATELLITE POSITIONING SYSTEM

U.A. Piramatov¹, K.G. Pugin^{1,2}

¹Perm National Research Polytechnic University

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov»

Annotation. The article discusses the work of satellite positioning systems on the motor grader. The principle of operation of satellite positioning systems is considered. Conducted applied research accuracy base processing. Identified a flaw in the existing GNSS antenna mount. The parameters of the deterioration of the accuracy of processing bases are determined. The reason for the deterioration of accuracy due to the displacement of the vibration-proof mast in the mount.

Keywords: leveling system, motor grader, technics automatization, GPS, GNSS, positioning.

На сегодняшний день сфера автоматизации бурно развивается, затрагивая практически все отрасли науки и техники[1]. Дорожное строительство не стало исключением, на сегодняшний день реализовано множество решений, позволяющих частично автоматизировать дорожно-строительную технику[2]. В настоящее время наибольшее распространение получили системы автоматизации (нивелирования) базирующиеся на определении местоположения с использованием систем GPS/ГЛОНАСС. Необходимо отметить, что спутниковое позиционирование имеет высокую погрешность, в зависимости от уровня сигнала достигающую нескольких метров, эти показатели недопустимы для применения в дорожном строительстве, для решения данной проблемы реализована корректировка местоположения с использованием метода триангуляции, вводится дополнительная базовая станция с известными координатами относительно которой производятся корректировки данных спутникового позиционирования[3].

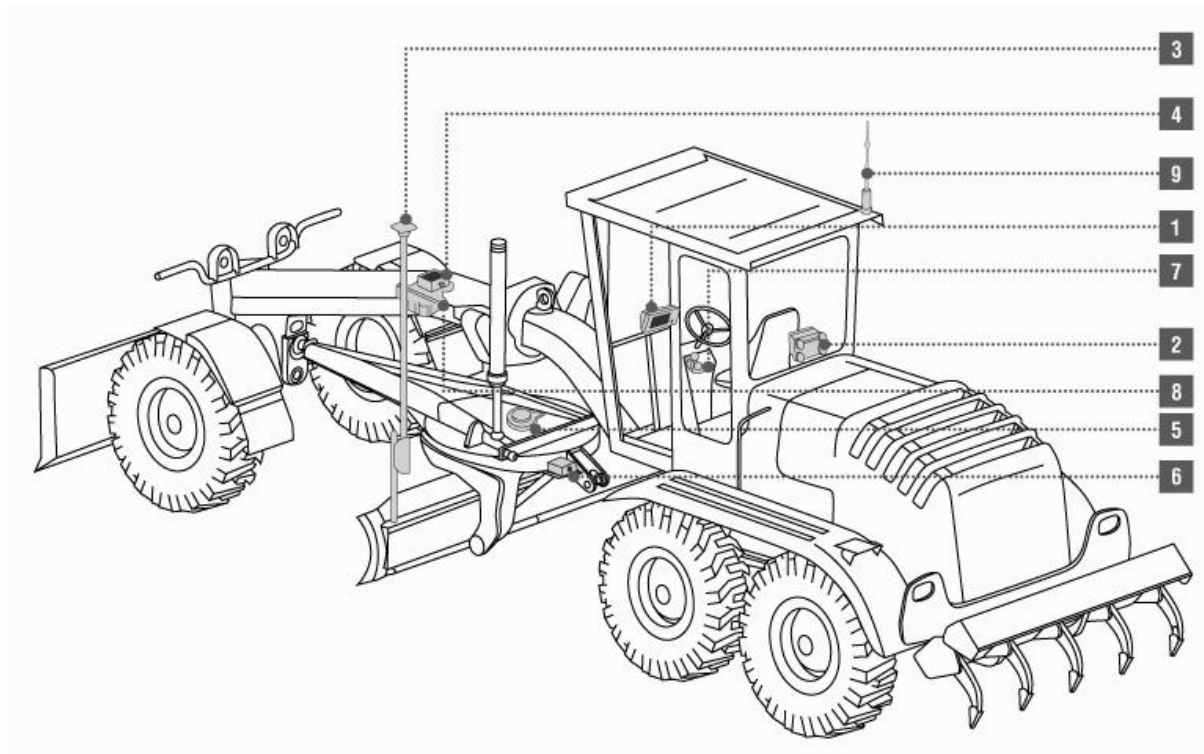


Рис 1 – Устройство системы позиционирования 3D ГНСС на автогрейдере[4]

В последние годы системы нивелирования получили широкое распространение и в России[5]. В городе Пермь впервые рассматриваемые системы были применены в 2008 году компанией “ПермДорСтрой”, на объекте строительства трассы Пермь-Екатеринбург. Причиной применения являлось то, что наличие данных систем было обязательным условием, предъявляемым к участникам тендера, ранее данные требования были включены в тендеры в европейских странах.

На данный момент в Пермском крае ряд дорожно-строительных компаний имеет в своем парке технику, оснащенную системами позиционирования. В частности строительная компания “ХимСпецСтрой” имеет в своем распоряжении автогрейдер НВМ ВG 190 ТА4 оснащенный системой позиционирования Торсон 3D ГНСС. В процессе эксплуатации выявлена недоработка узла крепления ГНСС антенны. Из-за устройства крепления, предполагающего защиту от поломки в случае столкновения с препятствием виброустойчивой мачты.



Рис.2 – Крепление виброустойчивой мачты к отвалу автогрейдера

Конструкция крепления предполагает прижатие части виброустойчивой мачты тремя болтами в полой металлической планке. В процессе работы из-за колебаний происходит смещение мачты и соответственно ГНСС антенны, что приводит к ухудшению точности обработки оснований. Смещение, приводящее к критическому ухудшению точности происходит в течении одной недели, в случае работы с щебеночным основанием, возможно ухудшение точности за 12 часовую смену. Проблема заключается в том, что после смещения мачты необходимо проводить юстировку системы в целом, что может занять несколько часов. Время затрачивается на перебазировку техники на базу, так как для юстировки необходима ровная асфальтированная площадка, которой на объекте строительства не было. Также необходимо отметить, что непосредственно процесс сбора показаний со спутника (необходимо порядка 4000 измерений) занимает разное время, в зависимости от уровня спутникового сигнала, как правило данный процесс занимал около двух часов. Как правило на юстировку техники затрачивалось порядка 4-5 часов, что в условиях высокоэффективного дорожного строительства крайне недопустимо.

Таблица 1

Результат обработки песчаного основания автогрейдером НВМТГ 190ТА-4 оборудованным системой позиционирования 3D ГНСС, исследование проводилось ГНСС приемником SokkiaGRX1 и полевым контроллером SokkiaSHC336

Пк+	Проект		Факт		отклонение	
	ось	Право	ось	Право	ось	Право
4000	160,53	160,17	160,53	160,16	0,00	0,01
4020	161,32	160,95	161,31	160,95	0,01	0,00
4040	162,08	161,71	162,09	161,70	-0,01	0,01
4060	162,81	162,45	162,82	162,44	-0,01	0,01
4080	163,52	163,18	163,51	163,18	0,01	0,00
4100	164,20	163,87	164,20	163,86	0,00	0,01
4120	164,86	164,54	164,85	164,53	0,00	0,01
4140	165,48	165,18	165,47	165,19	0,01	-0,01
4160	166,08	165,78	166,07	165,77	0,01	0,01
4180	166,66	166,35	166,66	166,34	0,00	0,01
4200	167,20	166,90	167,19	166,90	0,01	0,00

Таблица 2

Результат обработки основания ПГС автогрейдером НВМТГ 190ТА-4 оборудованным системой позиционирования 3D ГНСС после обработки в течении смены щебеночного основания, исследование проводилось ГНСС приемником SokkiaGRX1 и полевым контроллером SokkiaSHC336

Пк+	Проект		Факт		отклонение	
	ось	Право	ось	Право	ось	Право
4000	160,73	160,38	160,77	160,42	-0,04	-0,04
4020	161,52	161,17	161,55	161,21	-0,03	-0,04
4040	162,28	161,93	162,33	161,98	-0,05	-0,05
4060	163,01	162,67	163,06	162,72	-0,05	-0,05
4080	163,72	163,39	163,76	163,44	-0,04	-0,05
4100	164,40	164,09	164,45	164,14	-0,04	-0,05
4120	165,06	164,76	165,09	164,81	-0,03	-0,05
4140	165,68	165,39	165,73	165,43	-0,05	-0,04
4160	166,28	165,99	166,31	166,04	-0,03	-0,05
4180	166,86	166,57	166,90	166,62	-0,04	-0,05
4200	167,40	167,12	167,44	167,16	-0,04	-0,04

На данный момент данная проблема приводит к ухудшению показателей работы техники, увеличивается расход материалов из-за постепенного ухудшения точности в процессе работы. Для решения сложившейся проблемы необходимо разработать узел крепления, способный обеспечить сохранность конструкции при столкновении с препятствием, а также обеспечить сохранения положения в процессе работы строительно-дорожных машин.

Список литературы

1. Дмитриев В.А., Скопцов М.В. Анализ систем нивелирования автогрейдеров с целью повышения производительности // Научная дискуссия: инновации в современном мире.- М.: Интернаука, 2017.-С.65-70.
2. Pavana K. R. Vennapusa, David J. White, Charles T. Jahren. Impacts of Automated Machine Guidance on Earthwork Operations // Proceedings of the 2015 Conference on Autonomous and Robotic Construction of Infrastructure.- Iowa, 2015.- P.207-216.
3. Евстафьев О.В. Тенденции и проблемы развития спутниковых СТП в России. Электронный журнал по геодезии, картографии и навигации «Geoprofi.ru», №3, 2012 г.-С. 9-13.
4. Системы 3D ГНСС для автогрейдеров // Системы нивелирования Topcon. URL: http://topcon.pro/stroitelstvo/systems3d_grader_gnss/ (дата обращения 10.11.2018)
5. Баталина С.А., Илемкова Н.Р. Системы управления землеройной техникой третьего поколения // Материалы международной научно-практической конференции студентов НТИ УрФУ.- Нижний Тагил.: Молодежь и наука, 2013.- С.61-65.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СТЕНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

С.В. Плотникова

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы энергосбережения при эксплуатации каркасных зданий с самонесущими стенами. Показано, что дополнительные энергопотери вызваны наличием «мостиков холода» в многослойных стенах, выполненных с применением кирпича в качестве облицовочного слоя и блоков из ячеистого бетона. В статье представлена самонесущая энергосберегающая наружная стена для каркасных энергоэффективных зданий.

Ключевые слова: энергоэффективные здания, ограждающие конструкции, энергетическая эффективность, тепловая защита зданий, теплопроводность, влажность, экологическая безопасность.

DEVELOPMENT OF ENERGY SAVING WALL FOR ENHANCING ENERGY EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF MULTILEVEL FRAME BUILDINGS

S.V. Plotnikova

FSBEI HE «Bryansk State Engineering Technological University»

Annotation. The article is about the problems of energy saving in the operation of frame buildings with self-supporting walls. It is shown that additional energy losses are caused by the presence of “cold bridges” in multi-layer walls, made with the use of bricks as a facing layer and blocks of cellular concrete. The article presents a self-supporting energy-saving exterior wall for frame energy-efficient buildings.

Keywords: energy-efficient buildings, fencing structures, energy efficiency, thermal protection of buildings, thermal conductivity, humidity, environmental safety.

При возведении многоэтажных зданий с каркасом из монолитного или сборного железобетона наружные стены имеют различное конструктивное решение для обеспечения требуемой теплозащиты зданий. В настоящее время для таких зданий чаще всего применяют многослойные стены, выполненные с применением кирпича в качестве облицовочного слоя и пено- или газобетонных блоков для внутреннего слоя, для перевязки которых, как правило, применяются металлические сетки (рисунок 1).

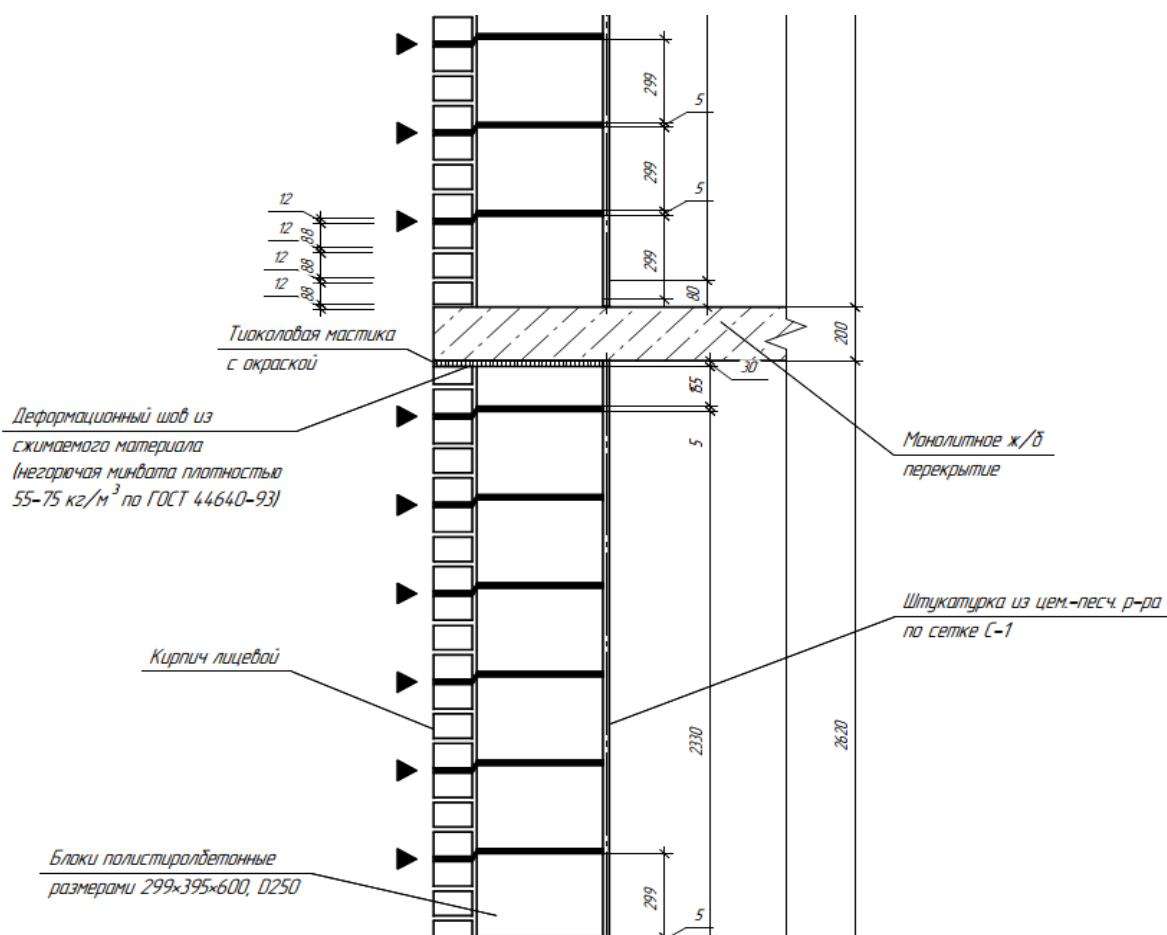


Рис.1. Вариант конструктивного решения наружных стен

При реализации таких конструктивных решений установлено, что до 10-15 % потребляемой тепловой энергии здание теряет дополнительно из-за наличия «мостиков холода». Особенно это наглядно при проведении тепловизионных исследований каркасных зданий с самонесущими стенами (рисунок 2).

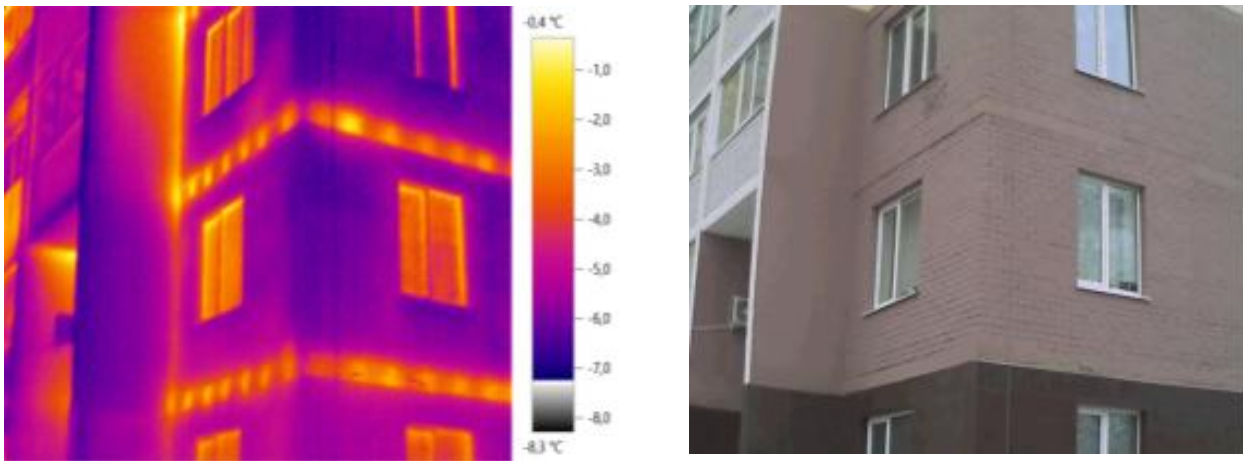


Рис.2. Потери тепла через монолитные перекрытия

Наличие светящихся точек в торцах перекрытий из монолитного железобетона вызвано устройством так называемой перфорации плит с использованием вкладышей из эффективного утеплителя (рисунок 3).

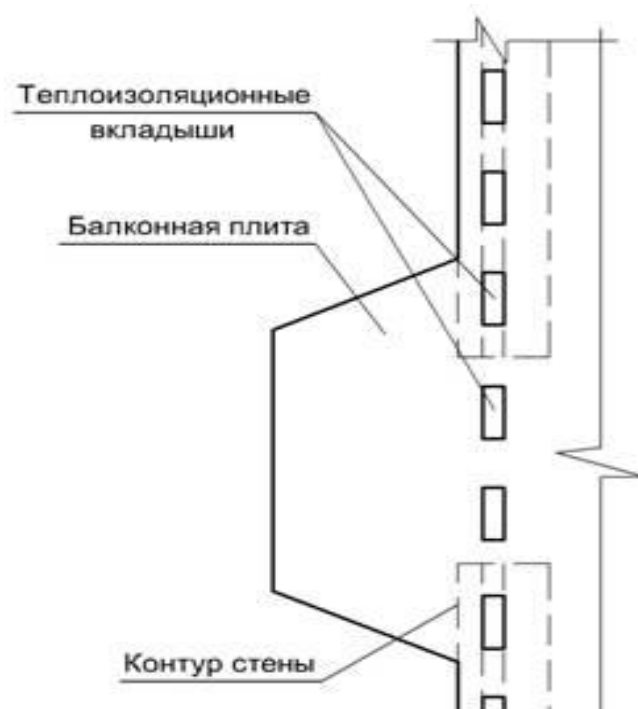


Рис.3. Монолитное перекрытие с термовкладышами

При таком решении тепло уходит через густоармированные участки плит перекрытия, расположенные между теплоизоляционными вкладышами.

Кроме того, дополнительные потери тепла вызваны армированием через определенное количество рядов с помощью горизонтальных металлических сеток многослойных стен, выполненных из кирпича и блоков (рисунок 4).

Следует отметить, что стены в определенных местах из-за неоднородной структуры стен и перекрытий могут приводить к значительному снижению

температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций и способствовать появлению конденсата при снижении температуры ниже точки росы. Это приводит, в свою очередь, к появлению плесени, тем самым снижая экологическую безопасность помещений жилого здания (рисунок 5). Вследствие этого разработка энергосберегающих конструктивных решений наружных стен зданий и панелей перекрытий является актуальной задачей для строительства энергоэффективных зданий. Необходимость ликвидации «мостиков холода» обусловлена не только энергосберегающими соображениями, но и требованием санитарно-гигиенических норм.

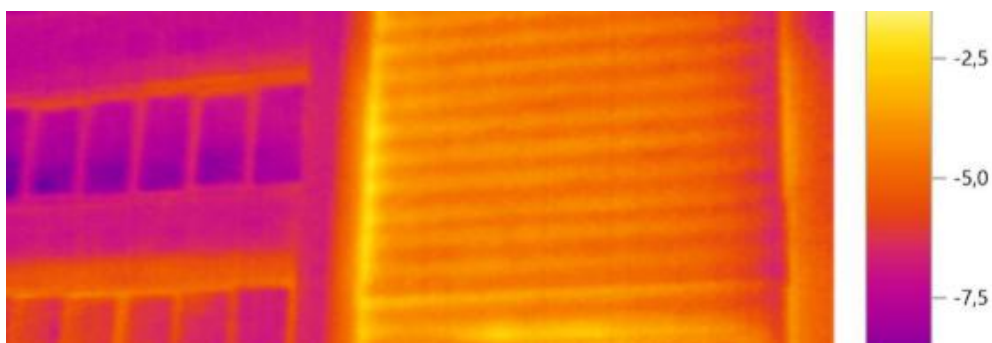


Рис.4.Тепловизионная съемка стен здания, отражающая потери тепла через армированные участки стен



Рис.5. Образование плесени на внутренней поверхности стен

Кроме того, на границе кирпичной кладки и кладки из блоков из ячеистого бетона возникает зона накопления конденсата из-за разной паропроницаемости кирпича и блоков из ячеистого бетона. Так как наружный слой из кирпича, в данном случае, является паробарьером, а при отрицательных температурах кирпич быстро промерзает, то в зимний период граничный слой из ячеистого бетона накапливает влагу и разрушается при замерзании воды. Это явление снижает долговечность стены и ее эксплуатационные свойства.

На сегодня актуальной является задача создания конструкции энергосберегающей стены, обеспечивающей высокие теплозащитные свойства для любой части здания при обеспечении долговечности конструкции и минимальных материальных и трудовых затрат на ее устройство.

Ниже представлена конструкция самонесущей энергосберегающей наружной стены, содержащая наружный облицовочный слой из кирпичной кладки, внутренний слой из блоков, изготовленных в заводских условиях из ячеистого бетона с вариотропными свойствами по паропроницаемости. В узлах соединения железобетонных элементов каркаса здания со стеной наружный облицовочный слой, армированный проволочной арматурой и отделенный от железобетонных элементов утеплителем, крепится к внутреннему слою в каждом общем для наружного и внутреннего слоев горизонтальном шве полосой тканого на основе однонаправленных высокопрочных углеродных волокон холста, шириной не более толщины наружного облицовочного слоя, укладываемого под углом 45 градусов к наружной поверхности стены с перегибом на расстоянии не менее 1 см от плоскости внешней и внутренней поверхностей стены (рисунки 6,7).

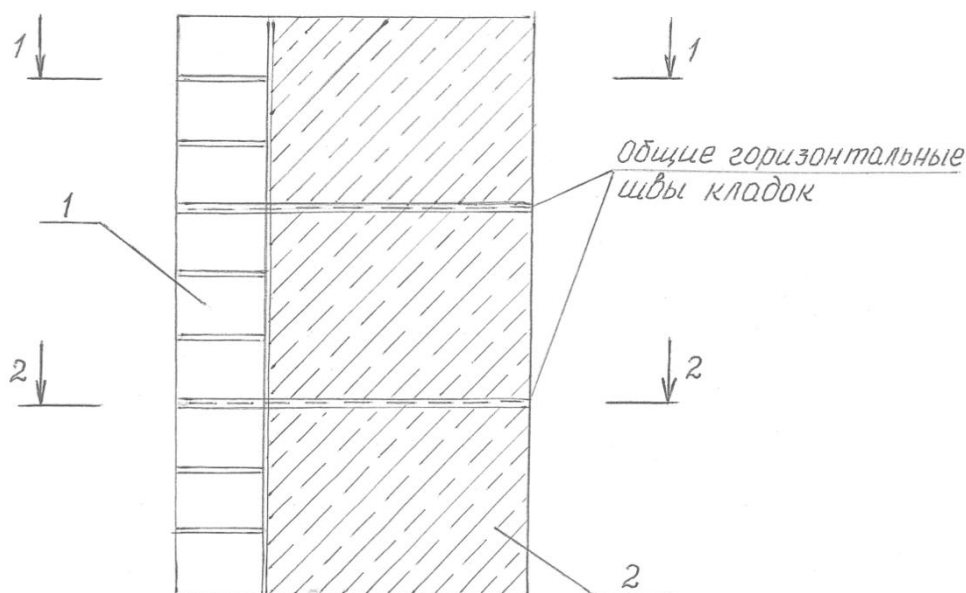
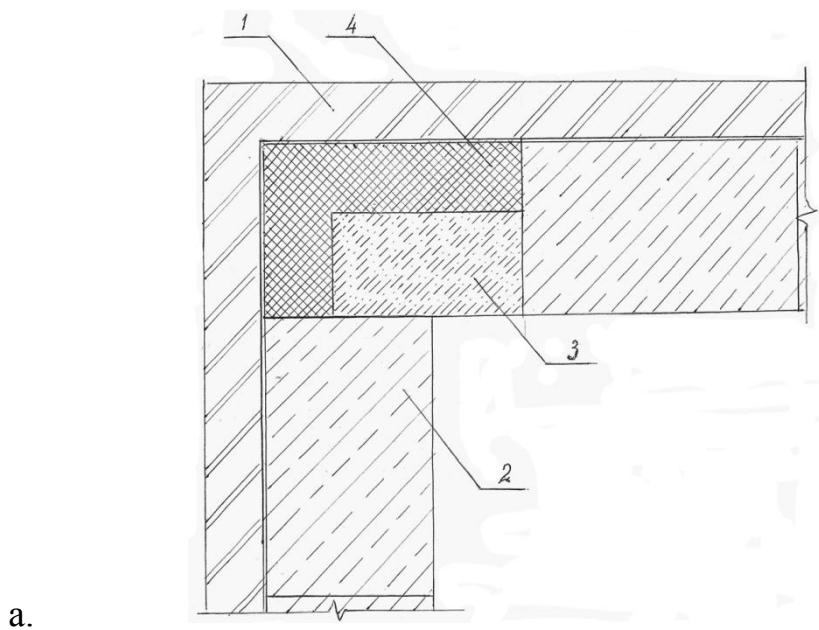
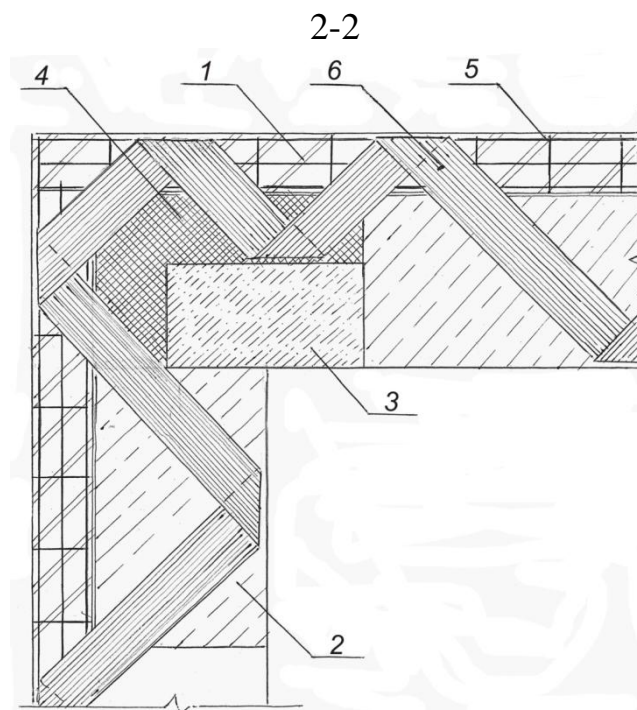


Рис. 6. Конструкция самонесущей наружной стены: 1 - наружный слой из кирпича; 2 - внутренний слой из ячеистобетонных блоков с вариотропной паропроницаемостью

1-1



а.



б.

Рис.7. Разрез 1-1 (а) и 2-2 (б) стены, изображенной на рисунке 5: 1 – наружный облицовочный слой из кирпичной кладки; 2- внутренний слой из ячеистобетонных блоков с вариотропной паропроницаемостью; 3 – железобетонный элемент каркаса здания; 4 – эффективный утеплитель, например плиты из минеральной ваты; 5 – сетка из проволоочной арматуры; 6 - тканый холст на основе однонаправленных высокопрочных углеродных волокон, шириной не более ширины наружного слоя стены

Укладка холста из углеродных волокон шириной не более ширины наружного слоя под углом 45 градусов позволяет сэкономить армирующий материал

и обеспечить прочное соединение всех слоев стены и повышение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции. Отличительной особенностью высокопрочных углеродных волокон является их высокая прочность на растяжение и разрыв, достигающая значений 7000 МПа, отсутствие деформаций, термическая и радиационная стойкость, низкий коэффициент температурного расширения (коэффициент теплопроводности – 0,8 Вт/(м·К), коэффициент линейного расширения $1,5 \times 10^{-6} \text{ К}^{-1}$).

Блоки для внутреннего слоя стены выполнены из ячеистого бетона с вариотропными свойствами по паропроницаемости μ , плавно изменяющейся по поперечному сечению блока, начиная от внутренней грани стены от значений μ не более 0,10 мг/(м·ч·Па) до значений μ не менее 0,23 мг/(м·ч·Па) к середине блока и дальнейшем уменьшении к границе с облицовочным кирпичом до значений μ не более 0,11 мг/(м·ч·Па). Значения $\mu=0,11$ мг/(м·ч·Па) имеет кирпичная кладка из силикатного или глиняного обыкновенного сплошного кирпича плотностью 1800 кг/м³ (таблица Т1) [1]. Значения паропроницаемости 0,23-0,30 мг/(м·ч·Па) соответствует ячеистым бетонам плотностью 300-400 кг/м³ [1]. При этом вариотропная паропроницаемость блоков из ячеистого бетона одной плотности обеспечивается в заводских условиях известными способами [2,3] путем введения в граничные слои специальных добавок, уменьшающих паропроницаемость. При указанном изменении паропроницаемости отсутствует зона накопления влаги на границе блоков из ячеистого бетона и облицовочного кирпичного слоя, что способствует повышению долговечности материалов и сохранению ими своих эксплуатационных свойств. На конструкцию самонесущей энергосберегающей наружной стены получен патент на полезную модель [4].

Анализ экономической эффективности предлагаемого решения с учетом срока службы показал, что предлагаемая конструкция стены более чем на 15% экономичнее по сравнению с традиционными проектными решениями и может успешно использоваться при строительстве многоэтажных каркасных зданий.

Список литературы

1. СП 50.133330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
2. Патент №2243190. Дата публикации: 27.12.2004. Бюл. №36. Королев А.С., Волошин Е.А., Трофимов Б.Я., Шаимов М.Х., Кузьменко С.А. Способ изготовления вариотропных ячеистобетонных изделий.
3. Королев А.С., Волошин Е.А., Трофимов Б.Я. Оптимизация состава и структуры конструкционно-теплоизоляционного ячеистого бетона // Строит. Материалы. 2004. №3. С. 30-32.
4. Конструкция самонесущей энергосберегающей наружной стены / Плотникова С.В.; патент на полезную модель №184030 от 12 октября 2018 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ СВЕРХВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В КНР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАЛЬНОЙ ТРУБЧАТОЙ КОНСТРУКЦИИ

Се Тяньюй, А.Б. Виноградов, Р.С. Сатретдинова

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Аннотация. В данной статье исследуются современные инновационные технологии возведения сверхвысотных зданий и сооружений в КНР с использованием новой технологической конструкции особопрочной заполненной бетоном стальной трубчатой рамы.

Ключевые слова: *Стальная трубчатая колонна, заполненная бетоном, широкополюсная балка, технологии возведения сверхвысотных зданий.*

RESEARCH OF THE CONSTRUCTION OF ULTRAHIGH BUILDINGS IN CHINA USING STEEL TUBE

Xie Tianyu, A.B. Vinogradov, R.S. Satretdinova

*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering
(Sibstrin)*

Annotation. This article explores modern innovative technologies for the construction of ultrahigh-level buildings and structures in China using the new technological design of extra-strong concrete-filled steel tubular frame.

Keywords : *Concrete filled steel tubular column ; Reinforced hollow wide-flat beam ; technologies for the construction of ultrahigh-level buildings.*

С быстрым развитием архитектурных строительных технологий в Китае в последние годы строятся сверхвысотные и высотные здания во многих крупных и средних городах. Потребность в высотном строительстве зданий становится все более ощутимой, в связи с тем, что в Китае ограничено использование земельных и планировочных площадей. Эта проблема с каждым днем становится все более четкой и важной. В такой сложной ситуации прежние структуры стальных конструкций уже не удовлетворят современные запросы. В новых условиях строительства используются инновационные современные технологии возведения высотных и сверхвысотных зданий и сооружений.

Сегодня обычные формы и конструкции металлической рамы уже не могут удовлетворять требованиям при строительстве сверхвысотных зданий и сооружений. В технологии высотного строительства в КНР используется новая конструкция, особо прочной бетонной стальной рамы при возведении сверхвысотных зданий. Система новой конструкции сердечниковой трубки возникла сравнительно недавно в 2012 году. Она становится все более популярной в строительной отрасли.

Стальная трубчатая система конструкции бетонной колонны, относится к системе стальной бетонной композитной структуры, в полной мере используя современные преимущества технологии стальных и железобетонных конструк-

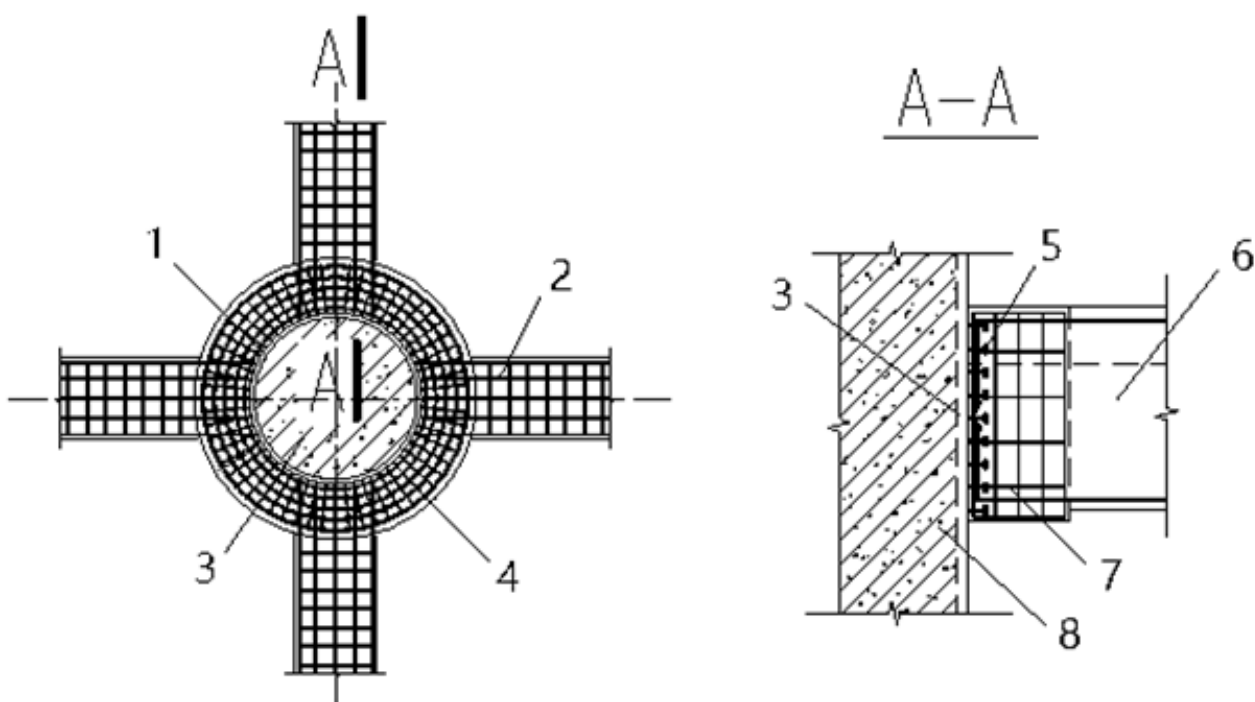
ций. Трубчатая система успешно используется в строительстве многоэтажных зданий в КНР.

В статье представлена новая технология строительства системы стальных бетонных колонн (Concrete Filled Steel Tube – CFST). Исследование данной актуальной проблемы имеет важное практическое значение для развития и совершенствования технологических процессов, строительных методов и создания новых строительных технологий сверхвысотных зданий и сооружений.

Данная проблема еще не получила полного специального изучения в научной литературе. Истории развития системы трубчатых структур относится к новому типу конструктивной системы на основе структуры рамочной трубы и бетонной конструкции стальной трубы.

Стальная трубчатая конструкция состоит из бетонных стальных трубчатых колонн и стальных каркасных конструкций. Технологическая структура стальной конструкции включает заполненную бетоном стальную трубчатую колонну и жесткую пологую стальную трубчатую балку.

Стальная трубчатая колонна, заполненная бетоном, представляет собой композитный элемент, образованный путем заполнения обычным бетоном тонкостенной стальной трубы и имеет много преимуществ по сравнению с конструкцией железобетонной колонны (Рис. 1).



- 1- стальная труба; 2 - структурный луч; 3 – внутренняя стальная труба;
4 - кольцевой луч; 5 - шпилька; 6 - структурный луч;
7 - кольцевой луч; 8 - труба, заполненная бетонным раствором

Рис. 1. Конструкция бетонной стальной трубчатой колонны

Стальная труба, заполненная бетоном, имеет эффект удерживания манжеты

на основном бетоне с помощью круглой или квадратной стальной трубы, так что бетон с сердечником находится в трехкомпонентном состоянии сжатия. [1].

Стальная труба, заполненная бетоном, была впервые использована в опорах мостов и колонн промышленных зданий для повышения несущей способности конструкций. Раньше применение бетона из стальной трубы было ограничено, поскольку стальные трубы были в основном горячекатаными, стена трубы была толстой, а технология бетонирования недостаточно изучена.

Преимущества бетонной стальной трубы при выполнении строительных работ не было должным образом оценено и не применялось в практике строительства.

В 1987 году американский ученый Джон Лалли изобрел способ заполнения бетона в круглые стальные трубы в качестве несущей колонны строительной конструкции. Хотя железобетонные стальные трубчатые конструкции в гражданском строительстве применялись уже более 100 лет, тем не менее, остается проблемой процесс заливки бетонной смеси в трубу на строительной площадке [2].

В конце 1980-х годов благодаря разработке передовых насосно-бетонных технологий, была решена проблема заливки бетона в трубу. Помимо быстрого развития современного высокопроизводительного бетона необходимо было решить проблему хрупкости стальных трубных наконечников. В США, Японии и некоторых других странах пытались найти решение этой проблемы.

В настоящее время технология железобетонных стальных труб резко возросла. Традиционная стальная колонна была заменена высокоэффективной бетонной колонной из стальной трубы и считается крупным прорывом в технологии строительства высотных зданий.

Технология бетонной заливки стальных труб разработана также и в Китае, которая используется уже более 40 лет. В 1959 году Институт гражданских и архитектурных исследований Академии наук Китая впервые провел экспериментальное исследование основных свойств железобетонных стальных труб [3].

В 1966 году новая технология заливки бетоном стальных трубчатых колонн успешно использовалась для строительства колонн платформы «Пекин - станция» и «Xidan Station» в пекинском метро.

За последние 10 лет в КНР разработаны ключевые научно-технические проекты совместно с Национальным научным фондом, Министерством строительства, Министерством путей сообщения и Государственным бюро строительных материалов по исследованию высокопрочных железобетонных конструкций, методов проектирования и технологий строительства, структуры и механики высокопрочных высокопроизводительных бетонных материалов, высокопрочного бетона для стальных труб. Эти проекты проведены Китайской академией строительных исследований и Архитектурным университетом города Чунцин. Благодаря этим исследованиям была достигнута высокая прочность бетона марки C116, соответствующая российской марке бетона M1160.

В начале XX века началось продвижение и ускорение строительных технологий в области совершенствования лифтовых конструкций. В 1931 году в Нью-

Йорке построено 381-метровое, 102-этажное здание «Empire State Building» со стальной каркасной структурой, которая была более 40 лет самой высокой в мире. Основания колонн составляло 5,4×7 метров. Для усиления жесткости стальные диагональные брекеты расположили в продольном и боковом направлениях центральной оси шахты лифта. Здание разделено на пять ярусов: на 86-102 этажах находилась смотровая башня. Это замечательное строение лучшее доказательство сочетания стальных и железобетонных конструкций.

До 1949 года в Китае было очень мало высотных стальных конструкций. Самый высокий был Шанхайский международный отель, который был построен в 1934 году, 22 этажа и высотой 82,5 метра. С середины 80-х годов в Китае были построены многоэтажные здания с использованием стальных конструкций. Это десятки высотных стальных конструкций в Шанхае, Пекине, Шэньчжэне, Гуанчжоу, Даляне и Сямэне. Большинство суперэтажных зданий в XXI веке построены с использованием стальных рам и бетонной трубчатой системы.

В последние годы национальная экономика Китая быстро развивается, а также все больше находит применение стальная трубчатая рама, заполненная бетоном. Система сердечной трубчатой структуры все больше и больше признается строителями. Успешное использование этой структурной системы эффективно способствовало развитию супервысокотехнологичных строительных технологий и достигло замечательных результатов.

Быстрое развитие строительной отрасли, ускорение процессов урбанизации и дефицит земли под строительство определили новую тенденцию возведения сверхвысотных зданий. В этом отношении обычный железобетон уже не отвечал современным требованиям. В 1980-х годах разработка высокоэффективной бетонной технологии и использования стальных железобетонных конструкций позволили внедрить комплексно систему сердечниковой структуры каркаса CFST. Они стали неотъемлемой частью сверхвысокой технологии высотного домостроения.

При строительстве сверхпрочного стального трубчатого железобетонного каркасного профиля использовались новые высокопрочные бетоны, в том числе высокопрочный бетон C85 и высокопроизводительный сверхпрочный бетонный бетон C50-C80.

Таким образом, изучение новой технологии стальной трубчатой бетонной рамы при возведении сверхвысотных зданий и сооружений является актуальным как для теории проектирования и технологии возведения зданий и сооружений, так и практике строительных процессов в КНР.

Список литературы

1. 孙志伟 钢管混凝土拱桥拱肋预拱度研究 长安大学硕士论文 2011 04
1.Sun Zhiwei.
Исследование на предвыдвижении арочного ребра CFST-арочного моста
2. Lally Handbook of Lally Column Construction(Steel Columns-Concrete Filled) Tenth Edition . New York Lally Column Companines 1926, № 90.

3. 庞超明 秦鸿根等 试验设计与混凝土无损检测技术 M 中国建材工业出版社 2006.

Панг Чаомин, Цинь Хунген и так далее. Конструкция испытания и технология неразрушающего контроля бетона (М). Китайская промышленность строительных материалов

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В СЛОЖНЫХ СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ КИТАЯ)

Сюй Жуй, Н.М. Кандаурова, Р.С. Сатретдинова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Аннотация. В статье рассматриваются особенности жилищного строительства в условиях плотной городской застройки Китая, организации строительной площадки в стесненных условиях, выбор конструктивной схемы и экономико-статистические модели.

Ключевые слова: *строительство в стесненных условиях, технологические методы строительства, конструктивная схема, экономико-статистические модели.*

STUDY OF MECHANICAL ACTIVATION MAIN COMPONENTS OF CONSTRUCTION MATERIALS

Xu Rui , N.M. Kandaurova, R.S. Satretdinova

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Annotation. The state of the issue and the formulation of tasks in the field of the study of mechanical activation with the use of disintegrators and thermodispersing agents - melonits of dry and wet grinding and activation are considered. A plan for the theoretical and experimental study of the processes of grinding and activation on the specified equipment is presented.

Keywords: *dynamic structure of matter, grinding, activation, disintegrator, thermodispersant-activator, autoclaved foam concrete.*

Во многих мегаполисах практически отсутствуют свободные площадки для жилищного строительства. Неповторимое своеобразие, историческая и архитектурная ценность застройки городов требует её сохранения наряду с необходимостью проведения комплекса мероприятий по повышению долговечности зданий, повышению комфортабельности проживания. Китай известен во всем мире тем фактом, что на душу населения в этой стране приходится очень мало квадратных метров жилья.

В Китае практически отсутствуют свободные площадки для жилищного строительства. Неповторимое своеобразие, историческая и архитектурная ценность застройки городов требует её сохранения наряду с необходимостью проведения комплекса мероприятий по повышению долговечности зданий, повышению комфортабельности проживания [1].

Китай известен во всем мире тем фактом, что на душу населения в этой стране приходится очень мало квадратных метров жилья.

По данным аналитических компаний, которые занимаются анализами строительного и жилищного рынка, за последние несколько лет КНР удалось обогнать практически весь мир по темпам строительства. Страна в полной мере демонстрирует чудо в решении жилищной проблемы. Там, где раньше были пустыри и незанятые места, появляются современные высотные здания, бизнес-центры, гостиницы, жилые дома. И стоит учесть то, что вместе с жилыми домами появляются учреждения инфраструктуры и обслуживающие учреждения. В Китае за последние десять лет ежегодно строилось до десяти миллионов новых квартир [2].

Благодаря значительным инвестициям в недвижимость, Китай предлагает неплохие перспективы для долгосрочных проектов гражданского строительства. Согласно планам двадцатой пятилетки, страна собирается построить 36 млн жилых помещений, каждое из которых будет иметь в среднем площадь около 60 м², ориентировочной себестоимостью в 1500 юаней за м², реализовав таким образом государственную программу доступного жилья.

На сегодняшний день отрасль оценивается в 17,67 трлн юаней, а прирост составляет 10% ежегодно. В 2014 году при вовлечении 49 млн рабочих было построено 4,23 млрд м² жилых помещений. Всего в год в стране в эксплуатацию сдаётся около 7,4 млн промышленных и офисных, а также 5,1 млн жилых помещений [3].

В течение многих лет в Китае вырос спрос на жильё, возникший в связи с ростом населения страны, а также из-за дефицита земельных площадей. Благодаря индустриальным методам домостроения в Китае раньше строились крупнопанельные, крупноблочные, сборно-монолитные и др. здания.

В последние десятилетия наряду со сборным домостроением из неизменяемых конструктивных элементов, приведших к некоторому однообразию в архитектуре, началось развитие строительства многоэтажных жилых и общественных зданий из монолитного железобетона. Современные условия строительства позволяют эффективную перевозку бетонной смеси до объекта, подачу в места укладки и технологий выдерживания бетона конструкций и т.д.

Экономические преимущества монолитных железобетонных конструкций, по сравнению со сборно-монолитным строительством, характеризуются снижением единовременных затрат на создание производственной базы, уменьшением расхода стали, энергоемкости, меньшими суммарными трудовыми затратами.

В составе проектной документации в виде самостоятельного раздела, учитывая особенности стесненных условий, разрабатываются технические, организационные и технологические решения по производству опережающих археологических изысканий, сохранению имеющихся объектов культурного наследия, сносу зданий и сооружений, а также рекультивации земель, извлечению из грунта ликвидируемых подземных коммуникаций и сооружений [4].

Стесненные условия характеризуются наличием следующих факторов:

- интенсивное движение транспорта и пешеходов в непосредственной близости от места работ, обуславливающих необходимость строительства короткими захватками с полным завершением всех работ по захватке, включая восстановление разрушенных покрытий и посадку зелени;

- разветвленная сеть существующих подземных коммуникаций, подлежащих подвеске или перекладке, выполняемой в основной период строительства;

- здания жилищно-гражданского и производственного назначения, а также сохраняемые зеленые насаждения в непосредственной близости от места работ;

- стесненные условия складирования материалов или невозможность их складирования на строительной площадке для нормального обеспечения материалами рабочих мест;

- при строительстве объектов, когда, в соответствии с требованиями правил техники безопасности проектом организации строительства предусмотрено ограничение поворота высотных положений стрелы башенного крана или одновременная работа двух и более монтажных кранов.

Стесненные условия существующей городской застройки предполагают наличие пространственных препятствий на строительной площадке и прилегающей к ней территории, ограничение по ширине, протяженности, высоте и глубине размеров рабочей зоны и подземного пространства, мест размещения строительных машин и проездов транспортных средств, повышенную степень строительного, экологического, материального риска и, соответственно, усиленные меры безопасности работающих на строительном производстве и проживающего населения.

Под стесненностью здесь понимается ограничение возможности эффективного использования средств механизации, материалов, изделий, конструкций, а также рациональной организации площадки при наличии единичных препятствий или их совокупности [5].

Особенности строительства в условиях плотной городской застройки Китая сегодня имеют важное значение. Особенности организации строительной площадки в стесненных условиях предполагают выбор машин и механизмов для ограниченной площади строительства объекта, выбор конструктивных и технологических методов при устройстве котлованов, а также мероприятия по организации поддержки эксплуатационных свойств окружающей застройки. Способы снижения шума, охрана экологической среды зоны строительства. В условиях плотной городской застройки возведение зданий и сооружений осложняется ограниченностью площадей, выделенных под строительную площадку. При этом необходимо организовать эвакуационные выезды (проезды) по строительной площадке; пожарные гидранты, готовые к использованию; ограждения вокруг котлована/ограничительной обноски; средств экстренного тушения пожара; навесов над пешеходными зонами вдоль строительной площадки, указателей зон проведения работ.

Строительство в условиях плотной городской застройки распространенное явление в современном мире. Такие условия возведения зданий и сооружений имеют целый ряд трудностей для строительства связанных с ограниченной

площадью строительной площадки. Также все чаще новые объекты имеют развитое подземное пространство, что зачастую оказывает неблагоприятное воздействие на эксплуатационные показатели на близлежащие здания и сооружения, которые нередко имеют хозяйственную и культурную ценность.

Строительство в условиях плотной городской застройки должно обеспечивать не только качество и долговечность возводимых зданий и сооружений, но обязывает выполнение целого ряда условий по обеспечению устойчивого равновесия и сохранения эксплуатационных свойств близлежащей застройки, а также сохранения удобства проживания для жителей существующих зданий и сооружений.

При строительстве жилых зданий в стесненных условиях важное значение имеет выбор конструктивной схемы. Железобетонные каркасы наиболее часто применяемые конструкции при строительстве как многоэтажных и высотных сооружений и небольших частных домов.

Железобетонные каркасы подразделяются:

- по способу обеспечения пространственной жесткости на конструктивно-статические типы: рамные, связевые, рамно-связевые;
- по технологии возведения: сборные, монолитные, сборно-монолитные;
- по типу горизонтальных несущих конструкций: с балочными перекрытиями, безригельные, с перекрытиями по фермам (в том числе высотой в этаж) [6].

Технологическая схема возведения сборных конструкций состоит из рамы, балок и колонн. Соединение лучевой колонны представляет собой жесткое соединение, а нижняя опора, как правило, является фиксированным ограничением (Рис. 1).

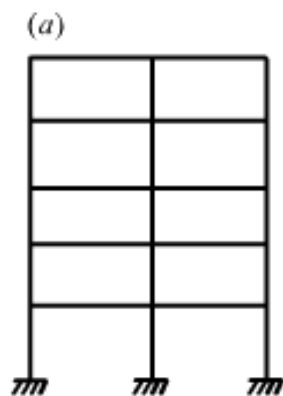


Рис. 1. Технологическая схема

Сборные балки и колонны изготавливаются из сборного материала, соединенные сваркой для образования единого целого. При таком строительстве скорость возведения протекает быстро, но общая производительность низкая и не используется в сейсмической зоне.

Сборные конструкции изготавливают на заводах и полигонах, затем доставляют на строящийся объект и устанавливают в проектное положение.

Преимущества: можно сохранять шаблоны, улучшать условия строительства во время производства, повышать производительность труда и ускорять ход строительства.

Недостатки: низкая жесткость и сейсмичность.

Монолитные конструкции возводят непосредственно на строящемся объекте. Монолитные балки, колонны и плиты - это бетон создаваемые на месте. Во время строительства колонну каждого слоя одновременно поддерживают и укрепляют, а бетон заливают за один раз. Эта форма наиболее приемлема при сейсмостойком строительстве.

Преимущества: хорошая целостность, высокая жесткость, ударостойкость и прочность, водостойкость.

Недостатки: требуется большое количество шаблонов и много места на строительной площадке.

Сборно-монолитные конструкции выполняют из сборных элементов заводского изготовления и монолитной части, объединяющей эти элементы в единое целое.

Сборно-монолитные колонны и плиты изготовлены из сборного материала. После сборки балок и блоков все заливается бетоном, колонны и плиты соединяются вместе. Эта форма не только обладает хорошей целостностью и сейсмическими характеристиками, но также может принимать сборные компоненты, но заливка в зоне соединения представляет сложность (Рис. 2) [7].

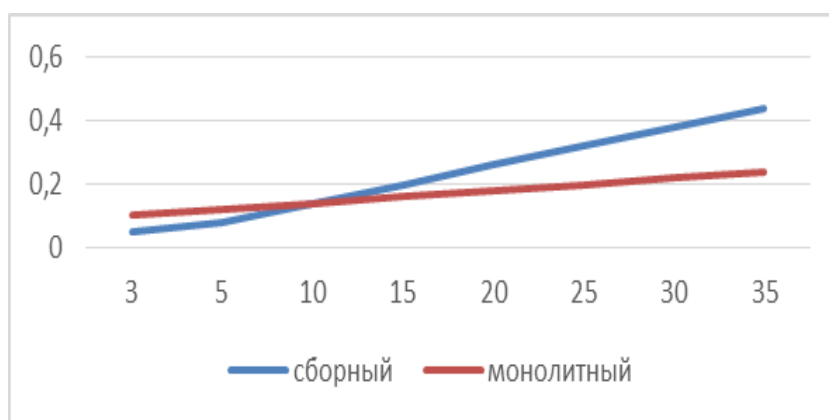


Рис. 2. Трудоемкость выполнения работ при возведении высотных зданий: 1. Схема сборного варианта; 2. Схема монолитного варианта

В работе обобщены результаты исследования технологии и механизации по трудоемкости выполнения работ при возведении высотных зданий по двум конструктивным схемам. На графике представлены две схемы сборного и монолитного вариантов.

Анализ показателей трудоемкости выполнения работ на графике позволяет сделать вывод:

- высотные здания до 10-ти этажей целесообразнее выполнять, используя сборный вариант;

- для возведения зданий и сооружений более 10-ти этажей следует использовать вариант из монолитного бетона.

Организационные и технологические решения строительных процессов, как правило, рассматриваются совместно, что оправдано практикой. Тем не менее, нельзя забывать, что это различные понятия взаимодействия факторов строительного производства.

Технологический процесс строительства зданий из монолитного железобетона довольно сложен и подвержен влиянию значительного числа факторов. Характерными особенностями монолитного домостроения являются значительная трудоёмкость выполнения отдельных технологических работ, входящих в общий комплекс работ по возведению объекта из монолитного железобетона и сильное влияние погодных-климатических условий на строительные процессы.

Для оценки наиболее значимых факторов, отобранных на основе экспертного опроса, необходимо выбрать определенный показатель, который будет являться мерой эффективности принимаемых решений по организации и технологии строительных работ при возведении монолитного здания. Данный показатель называется критерием эффективности принимаемого решения.

Под критерием эффективности понимается числовая функциональная характеристика системы (процесса или явления), которая оценивает степень её приспособления к выполнению поставленных задач.

В качестве критерия эффективности технологии строительного процесса принимаем удельную стоимость выполнения строительно-монтажных работ.

Для установления зависимостей технико-экономических показателей от отдельных факторов в научно-исследовательских работах в качестве инструмента, позволяющего количественно оценивать влияние факторов на определяющий критерий, чаще всего применяются теория корреляции и регрессионный анализ [8]. На основе количественных зависимостей строятся экономико-статистические модели.

Анализ экспериментальных данных позволил сделать вывод, что наиболее предпочтительной и обладающей значительной теснотой корреляционной связи является параболическая зависимость между отдельными факторами и критерием эффективности.

Однофакторные уравнения регрессии, а также графики зависимости, полученные в результате анализа экспериментальных данных и установления достоверности параметров с применением специализированных программных средств, приведены на рисунках (Рис. 3-5).

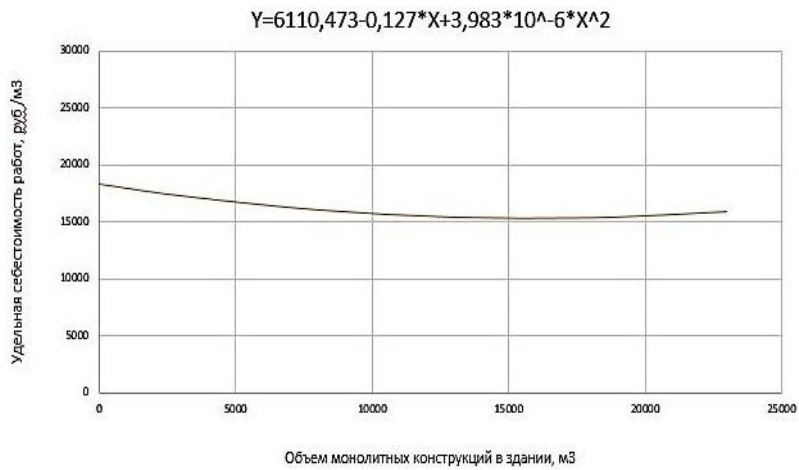


Рис. 3. Влияние объема монолитного ж/б здания на удельную себестоимость работ

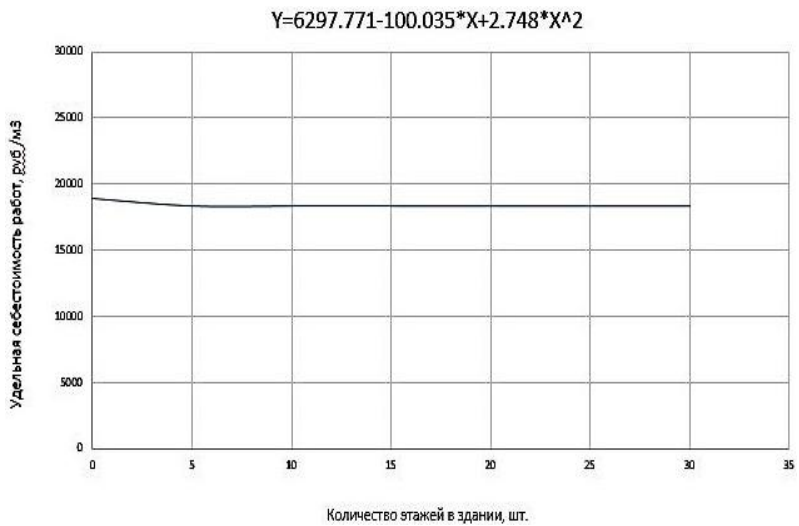


Рис. 4. Влияние числа этажей в здании на удельную себестоимость работ

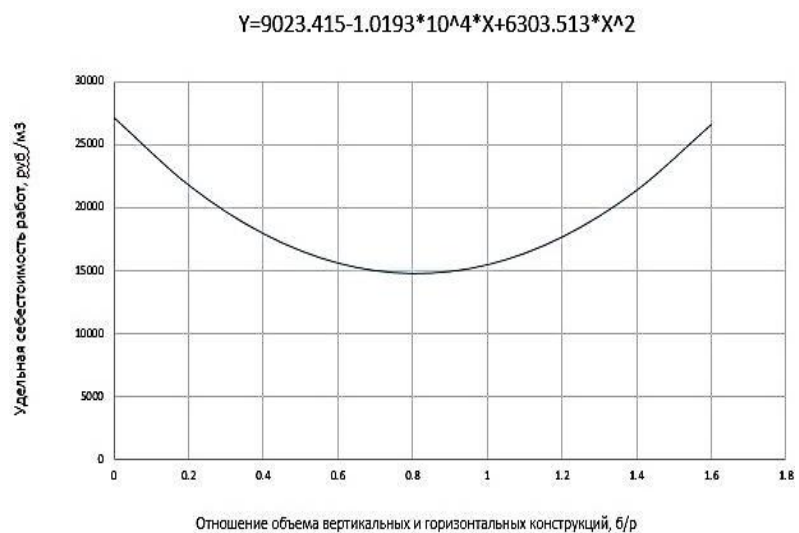


Рис. 5. Влияние особенностей конструктивных решений на удельную себестоимость работ

Сформулировано факторное пространство из факторов, оказывающих влияние на эффективность организационно-технологических решений строительных процессов в монолитном домостроении. Методом экспертного опроса выявлены факторы наибольшего влияния.

Произведена количественная оценка изучаемых факторов, определён критерий эффективности.

Методом корреляционно-регрессионного анализа выявлены закономерности влияния отдельных факторов наибольшего влияния на определяющий критерий - удельную себестоимость выполнения монолитных работ. Построена многофакторная регрессионная модель, учитывающая комплексное влияние факторов на определяющий критерий.

Список литературы

1. Стесненные условия производства работ Электронный ресурс — Режим доступа: <http://honneur.ru/stesnennie-usloviya-proizvodstva-rabot.html>
2. Строительство в Китае Электронный ресурс — Режим доступа: <http://rosbuilder.ru/499-stroitelstvo-v-kitae.html>
3. Строительство жилья в Китае: нарисуем — будем жить Электронный ресурс — Режим доступа: <https://magazeta.com/2016/06/civil-urban-planing/>
4. Стесненные условия строительства Электронный ресурс — Режим доступа: <http://helpiks.org/1-126825.html>
5. Стесненные условия производства работ Электронный ресурс — Режим доступа: <http://honneur.ru/stesnennie-usloviya-proizvodstva-rabot.html>
6. Каркасы железобетонные Электронный ресурс — Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5434908/page:3/>
7. Конструктивная схема Электронный ресурс — Режим доступа: <https://zhidao.baidu.com/question/434654257.html>
8. Ногин В. Д., Протодяконов И.О., Евлампиев И.И. Основы теории оптимизации. – М.: Высшая школа, 1986. - 384 с.
9. Бардаханова А.А. Повышение эффективности строительного производства в монолитном домостроении в городе Улан-Удэ на основе оценки организационно-технологических решений

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ОТДЕЛОЧНОЙ ПЛИТКИ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ

Н.А. Тарбеева, О.А. Рублева

Вятский государственный университет

Аннотация. В связи с современными задачами экономии и рационального использования природных ресурсов в области деревообработки возникает потребность в разработке прогрессивных технологий и создании новых материалов из древесины малоценных пород с комплексом уникальных свойств. Среди большого ассортимента отделочных материалов из древесины, представленных на рынке, достаточно инновационным считается деревянная плитка. В статье рассмотрены различные виды деревянной плитки, предложена их классифи-

кация. Выделены особенности конструкции и технологии изготовления плитки из древесины. Описан способ изготовления деревянной плитки с упрочненной лицевой поверхностью, имитирующей старинную древесину.

Ключевые слова: *отделочные материалы, состаривание древесины, прессование.*

INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE MANUFACTURE OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY WOOD-BASED FINISHING TILES

N.A. Tarbeeva, O.A. Rubleva

Vyatka State University

Summary. In connection with modern tasks of economy and rational use of natural resources in the field of woodworking, it is necessary to develop advanced technologies and create new materials from low-value wood with a set of unique properties. Among the large range of wood finishing materials on the market, wood tile is considered to be quite new and unusual for today. Various types of wooden tiles and its classification are offered in the article. The features of design and technology of making wood tiles are highlighted. A method of manufacturing wooden tile with a hardened front surface that imitate antique wood is described.

Keywords: *finishing materials, wood aging, pressing.*

В настоящее время на строительном рынке представлен огромный выбор отделочных материалов как из массивной древесины, так и из переработанного древесного сырья. В связи с тем, что веянием последних десятилетий является акцент на экологичности применяемых отделочных материалов, спрос на материалы из древесины постоянно растет. Отделка древесиной уместна для интерьеров, выполненных в различных стилевых решениях: в скандинавском, японском, эко-стиле и стиле лофт. Древесину используют для облицовывания бетонных, кирпичных, деревянных, металлических и других конструкций [1].

Относительно новым и необычным отделочным материалом для внутренней отделки помещений можно считать деревянную плитку. Данный материал редко применяют для облицовки всей площади стен. Использование деревянной плитки в качестве вставки, акцента, отделки функциональной зоны выглядит более выигрышно. Благодаря выбору разных пород древесины, вариативности форм плиток и технологий их изготовления создается множество неповторимых способов декорирования помещений. В связи с этим в задачи данного исследования входят анализ существующих вариантов плитки из массивной древесины, выявление характерных преимуществ и недостатков их конструкций и технологий изготовления, что служит основанием для проектирования нового вида отделочного материала из древесины.

Существование на рынке большого количества различных видов деревянной плитки создает необходимость их классифицирования.

По форме элементов деревянная плитка может быть квадратной, прямоугольной, ромбовидной (в том числе виде параллелограмма), круглой, в виде сложных фигур, напоминающих пазлы, или смешанная, сочетающая одновременно несколько видов форм. На рисунке 1 представлены различные по форме виды деревянной плитки [2]. В случае плотной укладки плитки без зазоров эле-

менты должны изготавливаться с высокой степенью точности. Фигурные формы плиток и сложные схемы сборки усложняют технологию изготовления и сборки, что оказывает влияние на стоимость отделочного материала.

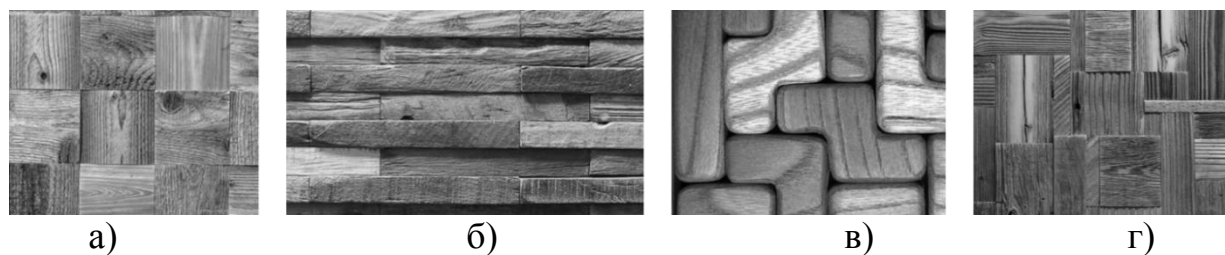


Рис. 1. Форма деревянной плитки: а – квадратная, б – прямоугольная, в – фигурная, г – смешанная

По направлению волокон древесины на лицевой поверхности можно выделить торцовую плитку и плитку с продольным расположением волокон. Образцы таких плиток представлены на рисунке 2 [3]. Торцовая плитка выглядит достаточно небрежно, она отлично вписывается в интерьер в стиле лофт. Плитка с лицевой поверхностью, полученной радиальным или тангенциальными распилами, выглядит лаконично и сдержанно, что делает ее стилистически универсальной.

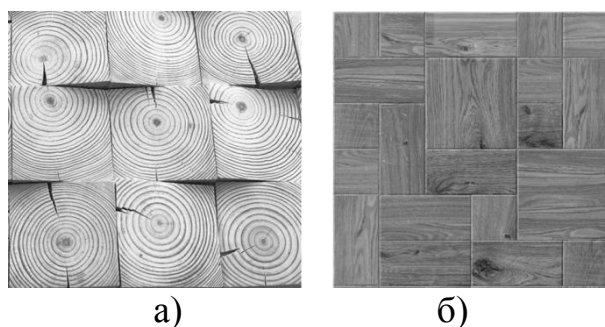


Рис. 2. Виды деревянной плитки: а - торцовая, б – с продольным расположением волокон

Плитку из древесины по наличию рельефа можно разделить на три группы: гладкую, рельефную и рельефную в собранном состоянии (рисунок 3) [4]. Гладкая плитка более гигиенична и проста в уходе. Плитка с рельефом же обладает повышенными декоративными свойствами и особой выразительностью.

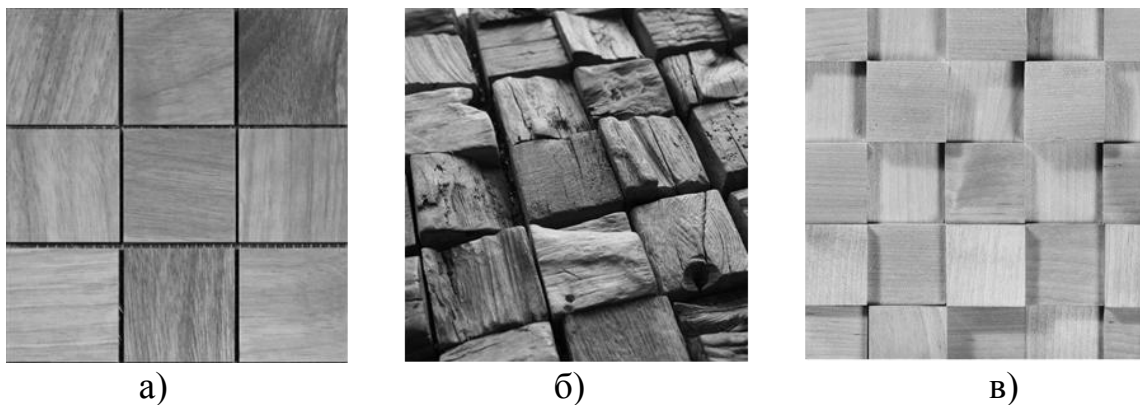


Рис. 3. Варианты плиток из древесины: а – гладкая, б – с рельефом, в – гладкая с рельефом в собранном состоянии

Для декорирования деревянной плитки используется множество способов. Интерьеры в романском стиле отделывают плиткой, применяя естественное и искусственное состаривание древесины. Подчеркнуть природную текстуру и фактуру древесины можно с помощью обжига, браширования, имитации червоточин, раскалывания древесины вдоль волокон. Повышение художественно-декоративной ценности гладкой плитки достигается путем сочетания различных пород древесины, окрашиванием, включениями сучков [5].

Декоративная ценность отделочных материалов, в том числе и деревянной плитки, определяется не только цветом и фактурой отдельных элементов, но и композиционной целостностью отделочного материала в целом, зависящей от схемы укладки. Наиболее часто употребляемый вариант – квадратная плитка с взаимно перпендикулярным наклоном волокон у смежных элементов. Классикой также является прямоугольная плитка, располагаемая в виде кирпичной кладки. Схема укладки и форма деревянной плитки, заявленные в патенте РФ №2087645 [6], позволяют создать визуальное объемное покрытие при помощи плоских элементов. Таким образом, благодаря использованию деревянной плитки можно создавать индивидуальный и неповторимый вид каждого помещения.

Большинство производителей деревянной плитки, представленных на рынке, позиционируют данный отделочный материал как материал высшего класса. В качестве сырья они используют в основном дефицитную и дорогостоящую древесину дуба, ясеня, кедра, а также старинные сосновые и еловые брусья и доски [7]. Соответственно стоимость такой отделки примерно в 10 -20 раз выше по сравнению с всем известной доской обшивочной.

Конечная стоимость готовой продукции определяется не только стоимостью исходного сырья, но и зависит от трудоемкости технологии изготовления отдельных элементов и сборки. В большинстве случаев изготовление деревянной плитки осуществляется под заказ. Ряд операций по обработке мелких деталей выполняется вручную. При изготовления деревянной плитки применяются типовые технологические операции пиления, фрезерования, шлифования, нанесения защитно-декоративного покрытия. Для декорирования производят раска-

лывание древесины вдоль волокон, фрезерование рельефов, браширование или браширование в сочетании с обжигом, пескоструйную и дробеструйную обработку лицевой поверхности, имитацию ходов жука-короедов. Устойчивость древесины к воздействию влаги воздуха увеличивают при помощи пропитки различными модифицирующими составами.

С целью снижения трудоемкости сборки изделия на месте отдельные мелкие элементы плитки соединяют между собой в более крупные модули или панели. Размеры элементов плитки могут варьироваться, начиная от 20 мм. Наиболее распространенные размеры сборных модулей 300×300 мм [8]. В качестве связующего или основы для плитки разные производители предлагают следующие варианты. Для обеспечения прочности и жесткости используются древесноволокнистые плиты, тонкая фанера. В качестве гибкой основы выступает полимерная сетка, аналогична той, которая применяется для крепления мозаики из стекломассы. Элементы плитки крепятся с небольшим зазором друг от друга. Такая система модулирования плитки предполагает дополнительную технологическую операцию – затирку швов после установки покрытия [9]. Наиболее простым способом соединения отдельных плиток в модули вплотную друг к другу является их скрепление между собой металлическими скобами. Так соединяют крупную плитку. Однако, скобы мебельного степлера не обеспечивают качественного соединения плиток между собой и применяются с целью удешевления конструкции.

Все рассмотренные варианты деревянной плитки монтируются на пол или на стены при помощи клеевого соединения.

Рассмотрев различные виды деревянной плитки, технологии изготовления, декорирования и сборки можно сделать вывод, что деревянная плитка является экологичным и безопасным отделочным материалом, обладающим уникальным внешним видом, однако по причине высокой стоимости за счет использования дорогого и дефицитного сырья, трудоемкости изготовления и монтажа, имеет довольно узкий круг потенциальных потребителей.

Одним из путей снижения стоимости деревянной плитки можно рассматривать замену дефицитного сырья малоценной древесиной хвойных пород. Так как плитка в большинстве случаев представляет собой небольшие элементы, для ее производства целесообразно применять маломерное сырье. Для производства деревянной плитки из древесины хвойных пород, например сосны, предлагается следующая технология.

Технологический процесс разделяется на два потока – изготовление элементов лицевого слоя (плитки) и подготовка основы.

Для лицевого слоя фрезерованную с четырех сторон заготовку распиливают на фрагменты плитки. Далее каждый элемент обжигают огнем паяльной лампы или газовой горелки с пяти сторон, исключая обратную пластъ. Сгоревшие и менее плотные слои древесины удаляются механически металлической щеткой с образованием рельефной поверхности, соответствующей природной структуре древесины. Методом холодного прессования плоскими плитами осуществляется последующее упрочнение древесины и выравнивание по-

лученного ранее рельефа. Для снижения влагопоглощения древесины, обеспечения стабильности размеров и формы плитки проводится заключительная операция – термообработка.

Готовые плитки подбираются по цвету и текстуре в единое полотно, после чего в том же порядке наклеиваются на основу с взаимно перпендикулярным расположением волокон у смежных плиток. В качестве основы используется древесноволокнистая плита толщиной 4 мм. Для выполнения требований к технологичности сборки плитки наклеиваются на основу со смещением, образуя фальц и гребень. Так, предлагаемый отделочный материал может изготавливаться в виде квадратных (прямоугольных) модулей или в виде длинных узких панелей. Образец декоративной плитки изображен на рисунке 4.

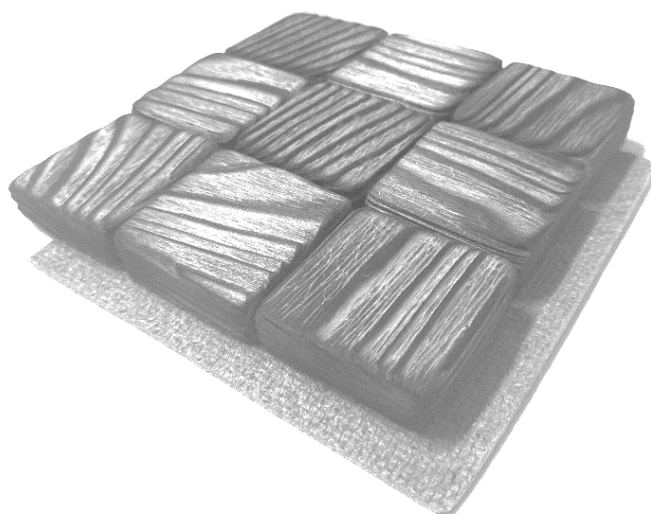


Рис. 4. Образец упрочненной декоративной плитки из массивной древесины

Возможный недостаток деревянной плитки – высокая трудоемкость изготовления которая компенсируется следующими преимуществами:

- экологичностью;
- высокими декоративно-художественными свойствами и уникальным дизайном;
- низкой стоимостью исходного сырья;
- улучшенными физико-механическими показателями прочности, твердости, влагопоглощения, стабильности формы и размеров.

Таким образом, проведенный в результате исследования анализ существующих вариантов плитки из массивной древесины позволил выявить их основные конструктивные и технологические особенности. Структурирование информации о данном отделочном материале в виде классификации обеспечило установление преимуществ и недостатков деревянной плитки на всех важнейших стадиях жизненного цикла продукции: в процессе изготовления, установки и эксплуатации. Новый предложенный вид отделочного материала обладает комплексом уникальных эстетических и физико-механических эксплуатацион-

ных свойств, что делает его конкурентоспособным на рынке отделочных материалов из массивной древесины.

Список литературы

1. Отделочные материалы из дерева – свобода выбора и широкие возможности. URL: <http://semidelov.ru/mar/otdelochnye-materialy-iz-dereva-svoboda-vybora-i-shirokie-vozmozh/> (дата обращения 20.10.18).
2. Tetris. URL: <http://www.demagic.co.nz/en/tetris> (дата обращения 21.10.18).
3. Деревянная мозаика. URL: <http://www.parketkov-plus.ru/derevyannaya-mozaika> (дата обращения 21.10.18).
4. Плитка из дерева: как изготовить и как монтировать. URL: <https://stroisovety.org/plitka-iz-dereva/> (дата обращения 21.10.18).
5. Деревянная плитка из старой древесины. URL: <https://www.houzz.ru/projects/2675476> (дата обращения 22.10.18)
6. Пат.2087645 Рос. Федерация, МПК E04F13/08. Древесная облицовочная плитка / Кравченко Г. Ф., Мансуров Б. К., Ганоцкий В. Н., заявители Кравченко Г. Ф., Мансуров Б. К., Ганоцкий В. Н., патентообладатели Кравченко Г. Ф., Мансуров Б. К., Ганоцкий В. Н. – заявл. 12.09.1994, опубл. 20.08.1997
7. Деревянная плитка. URL: <https://www.flitch-design.com/derevyannaya-plitka> (дата обращения 21.10.18).
8. Деревянная мозаика Tarsi. <http://www.tarsi.pro/#products> (дата обращения 20.10.18).
9. Arabesco Деревянная мозаика. URL: <https://arabesco-mosaic.com/ru/> (дата обращения 22.10.18).

УДК 674.07

ОТДЕЛКА ИСКУССТВЕННО СОСТАРЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

А.Ю. Федорова, И.П. Демитрова

Поволжский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы отделки искусственно состаренной (брашированной) древесины.

Ключевые слова: *древесина, дизайн, отделка, декорирование, браширование, фактура, рельеф, эффект.*

FINISHING OF ARTIFICIAL WELFARE WOOD

A.Yu. Fedorova, I.P. Demitrova

Povolzhsky State Technological University

Summary: In this article are considered the issues of finishing artificially aged (brushed) wood.

Keyword: *wood, design, decoration, decoration, brushirovannye, texture, relief, effect.*

Введение. Древесина обладает уникальными эстетическими свойствами - благородным цветом, красивой текстурой, разнообразной фактурой, и при этом нуждается в защите, которая осуществляется нанесением ЛКМ.

Эстетические свойства древесины и лакокрасочных покрытий успешно используются дизайнерами в качестве средств декорирования, придающих изделиям художественную выразительность.

Цель работы: совершенствование дизайна изделий из древесины, имитирующей состаренную, за счет рационального сочетания эстетических свойств фактуры брашированной древесины и эффекта от нанесения лакокрасочных покрытий.

Состояние вопроса. Вопросами отделки древесины занимались многие ученые. Работ посвященных отделке брашированной поверхности, практически нет. Газеев М.В. [1] рассматривает вопросы формирования лакокрасочных покрытий на древесине хвойных пород красящими составами на основе алкидных смол. В выводах он отмечает, что применение красящего состава на основе алкидных смол обеспечивает равномерное окрашивание поверхности с сохранением ее текстурного рисунка и не вызывает набухания поверхности древесины. Колягина Т.В. [2] рассматривает вопрос эстетических свойств фактуры древесины при имитационном старении и последующем окрашивании. Автор отмечает, что разработанная классификация изделий различного назначения из древесины устанавливает взаимосвязь изделия со свойствами фактуры и способами фактурирования. Также подчеркивает в своей работе, что различные по цвету и блеску лакокрасочные покрытия в разной степени усиливают эстетический эффект фактуры древесины, имитирующей состаренную Лукьяновой Н.Г [3] рассматривает способы искусственного старения поверхности изделий из древесины. Автор в своей работе выделяет два способа: получение рустикального эффекта (рельефной фактуры, повторяющей естественный рисунок древесины) ранней зоны древесины с последующей обработкой лакокрасочными материалами и нанесение лакокрасочных материалов, создающих эффект искусственного старения (патины, кракле). Никифорова В.А [4] рассматривает вопрос создания декоративно-защитного покрытия на основе водно-дисперсионной краски, модифицированной узоробразующими добавками. Автором разработаны рекомендации по выбору рациональных лакокрасочных композиций для создания узоробразующих эффектов на ровной поверхности.

Вывод. Декоративная отделка древесины увеличивает период эксплуатации изделия, создает уникальный внешний вид, защищает древесину от непосредственного влияния внешней среды. Вопросам отделки высокофактурных рельефных поверхностей уделено недостаточно внимания, в то время как брашированная древесина всё более широко применяется для отделки интерьеров различных стилевых направлений. Задача создания надежного лакокрасочного покрытия на брашированной поверхности древесины с эффектом патинирования актуальна.

Список литературы

1. Газеев М.В. Формирование лакокрасочных покрытий на древесине с применением красящего состава на основе алкидных смол. Текст.: автореферат на соискании ученой степени кандидата технических наук / М.В. Газеев. Екатеринбург, 2004. -20с.
2. Конягина Т.В. Эстетические свойства фактуры древесины при имитационном старении и последующем окрашивании. Текст.: автореферат на соискании ученой степени кандидата технических наук / Т.В. Конягина. Ижевск, 2010. -23с.
3. Лукьянова Н.Г. Искусственное старение древесины. [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://business.cahul.org/iskysstvennoe-starenie-drevesinyskromnoe-obaianie-starinupo/>
4. Никифорова В.А. Формирование декоративно-защитных текстурированных покрытий методом пневматического распыления. Текст.: автореферат на соискании ученой степени кандидата технических наук / В.А. Никифорова. Санкт-Петербург, 2002. -28 с.

МАЛОЭТАЖНОЕ ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

В.А. Хисматуллина

Камский строительный колледж имени Е.Н. Батенчука

Аннотация. Особое внимание уделяется обеспечению населения качественным комфортным и доступным жильем как основе сохранения народонаселения страны и материально-технической базы жизнедеятельности общества.

Ключевые слова: *малоэтажное жилищное строительство, инновационные проекты, социально-экономический результат.*

LOW-RISE HOUSING CONSTRUCTION

V.A. Hismatullina

Kama construction college named after Batenchuck

Abstract. Special attention is paid to providing the population with high-quality comfortable and affordable housing as the basis for preserving the population of the country and the material and technical base of society.

Keywords: *low-rise housing construction, innovative projects, social and economic results.*

Формирование экономических отношений, связанных с переходом к рынку, болезненно отразилось на всей экономике России, в том числе и на строительной отрасли малых городов. Придавая огромное значение этой отрасли как локомотиву национальной экономики, последнее десятилетие усиленно осуществляет реализацию крупномасштабных целевых программ в сфере социального строительства.

Анализ жилищного рынка свидетельствует о том, что увеличение объемов жилищного строительства только за счет многоэтажного домостроения в малых

городах не позволит быстро решить проблему обеспеченности жильем. Преобладающая долгое время индустриальная концепция упрощенного жилья, в свою очередь, начинает проявляться в объемах ветхого жилья ввиду его износа, несоответствия потребительским предпочтениям населения и инновационному развитию в сфере жилищно-коммунального хозяйства малых городов. Кроме того, многоэтажное жилье часто проявляется в виде накопителей социальной напряженности на почве эксплуатации общего имущества. Малоэтажное строительство обладает рядом преимуществ, например, оно характеризуется высокой адаптивностью к инновациям, позволяет проектировать жилые здания с уникальными потребительскими характеристиками и т.д. Однако эффективно развивать малоэтажное жилищное строительство без сформированного и функционирующего механизма реализации инновационных проектов невозможно. Усугубляют проблему технологическая отсталость строительных организаций, низкая инновационная и инвестиционная активность, недостаточность научно-технических разработок и методического обеспечения инновационных процессов препятствуют эффективному решению жилищной проблемы и развитию малоэтажного жилищного строительства в малых городах. В связи с этим изучение предпосылок внедрения новаций в этой сфере, формирование экономического механизма реализации инновационных процессов в малоэтажном жилищном строительстве малых городов имеет важное научно-практическое значение.

К сожалению, в настоящее время строительство характеризуется как наиболее инертная и консервативная отрасль народного хозяйства в контексте внедрения инноваций, а также уровня расходов на НИОКР. Вместе с тем, данная отрасль призвана решить одну из главных социальных проблем малых городов – обеспечение населения комфортным и качественным жильем. Смена концепции жилищной политики России в 2011 году и переход к комплексному освоению территорий с целью малоэтажного жилищного строительства сегмента эконом-класса с повышением требований по уровню комфорта и качества, в частности, экологичности и энергосбережения, свидетельствует о том, что без внедрения инноваций и реализации инновационных проектов, достигнуть поставленных целей будет невозможно.

В настоящее время инновации в жилищном строительстве достаточно разнообразны, например, к ним относят: применение принципа рационального использования территории на основе подземной урбанистики; формирование перспективного жилого фонда на основе индивидуальной застройки в большей степени малоэтажного жилья; обеспечение разнообразия применения архитектурно-дизайнерского искусства при реконструкции возведенного жилого фонда; рациональное совмещение территории садово-дачных участков и малоэтажной застройки; достижение разнообразия видов жилых домов комплексной застройки в целях создания стилового единства и ярко выраженного архитектурного ансамбля; обеспечение рационального совмещения объектов жилой застройки с социально-хозяйственными объектами (например, размещением паркинга, детских площадок, погребов и т.д.); уплотнение территории новым каче-

ственным и комфортным жильем, строительство объектов инфраструктуры на месте сноса ветхого жилья; обеспечение сбалансированности жилой застройки с размещением зоны отдыха [2].

Также в целях повышения инновационности жилищного строительства малых городов крайне важно применять современные перспективные строительные технологии, расширять возможности зеленого строительства (в том числе использование технологических отходов), уменьшать энергоемкость строительного производства, применять более экологичные и эстетичные отделочные материалы и т.д. Под инновациями в малоэтажном жилищном строительстве малых городов понимается введение в систему строительного производства малоэтажных зданий результатов научно-технического прогресса в области новых материалов, конструкций, оборудования, технологий, проектно-конструкторских разработок, прогрессивных методов организации в управлении строительством, призванных обеспечить повышение эффективности строительного производства, улучшение качественных и количественных характеристик объектов малоэтажного жилищного строительства и повышение их конкурентоспособности.

Внедрение инноваций в малоэтажном жилищном строительстве малых городов осуществляется преимущественно на основе реализации инновационных проектов. Общеизвестно, что проект подразумевает постановку и решение совокупности задач или мероприятий, направленных на достижение какой-либо цели. Как правило, при этом цель характеризуется уникальностью и неповторимостью. Осуществление инновационных проектов имеет свои особенности.

Под инновационным проектом принято понимать сложную систему взаимосвязанных и взаимообусловленных мероприятий по всем необходимым ресурсам, срокам и исполнителям, которые направлены на достижение конкретных инновационных целей по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий [1]. Инновационный проект может рассматриваться не только как комплекс мероприятий, но и как процесс осуществления инновационной деятельности, а также как совокупность документов, позволяющих реализовывать запланированные мероприятия в целях решения инновационной проблемы.

Инновационный проект является сложной организационной системой, состоящей из совокупности взаимосвязанных элементов. Представляется целесообразным выделение таких составляющих проекта, как:

- научно-техническая составляющая, включающая определенные этапы инновационного процесса, в том числе планирование, реализацию, контроль, осуществление мониторинга;

- интеграционная составляющая, предусматривающая распределение и концентрацию ресурсов в конкретном месте в определенный период времени.

Инновационные проекты отличаются друг от друга в зависимости от комбинации, количества и качества применяемых ресурсов, а также от способов их реализации. Воздействие на определенные стороны проекта осуществляется на основе подбора и использовании тех или иных ресурсов. Способы реализации

вливают на показатели эффективности осуществления проектов, включая как количественные, так и качественные показатели. С целью лучшей управляемости проектов, их рекомендуется структурировать, то есть «разбивать» на взаимосвязанные элементы и процессы с разным уровнем детализации. В результате проект может быть представлен как иерархическая декомпозиция с составными частями (элементами и модулями), необходимыми и достаточными для планирования и контроля реализации проекта его участниками. Таким образом, на практике осуществляется выделение наиболее важных стадий (этапов), дробление задач реализации проекта на подзадачи, выявление основных функций, подсистем управления. Реализация различных функций проекта требует распределения сфер ответственности между его участниками [3].

Применительно к малоэтажному жилищному строительству в малых городах инновационный проект – это система взаимосвязанных и взаимоувязанных мероприятий и процессов, направленных на создание объектов малоэтажного жилищного строительства, с применением каких-либо новаций. Существуют значительные различия между инновационными и инвестиционными проектами.

Однако, несмотря на существующие различия, инновационный проект можно рассматривать как долгосрочный инвестиционный проект с высокой степенью неопределенности параметров, включая предстоящие инвестиции.

К сожалению, в настоящее время осуществлению инновационных проектов в области малоэтажного жилищного строительства в малых городах препятствуют объективные и субъективные причины, действующие на уровне предприятия, региона или страны в целом. В результате фактический строительный объем возводимых малоэтажных жилых зданий не соответствует современным потребностям общества. Возможности реализации инновационных проектов в малоэтажном жилищном строительстве во многом зависят от внешних условий и инвестиционной привлекательности самих проектов.

При оценке инвестиционной привлекательности инновационных проектов в малоэтажном жилищном строительстве малых городов важно учитывать сущностные характеристики этих проектов, а также региональные особенности его реализации, интересы инвесторов и конечных потребителей. В связи с вышеизложенным, инвестиционная привлекательность инновационных проектов в малоэтажном жилищном строительстве – это совокупность объективных условий (общеекономических, природно-климатических, социально-политических, научно-технических), особенностей проводимой политики на региональном и муниципальном уровнях, факторов, характеризующих комфортность проживания и качества объектов малоэтажного жилищного строительства, их доступность, а также экономическую эффективность инновационных проектов в малоэтажном жилищном строительстве.

Оценив инвестиционную привлекательность инновационных проектов малоэтажного жилищного строительства малых городов, можно выбрать наиболее предпочтительный вариант проекта не только с точки зрения инвесторов, но и потенциальных жителей. Процессом разработки, отбора и реализации иннова-

ционных проектов в малоэтажном жилищном строительстве необходимо управлять для достижения желаемых качественных и количественных характеристик, получения наилучших социально-экономических результатов.

Список литературы

1. Беляев М.К., Лысенко А.В. Развитие малоэтажного домостроения в российских городах // Социология города, 2013. – № 2. – с. 3-8.
2. Елохова И.В., Малинина С.Е. Современные проблемы оценки экономической эффективности инновационных проектов // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2014. – № 3. – С. 74-81.
3. Соколов Г.К. Технология строительного производства: учеб. пособ. – М.: Академия, 2017. – 544 с.

УДК 691.175.2

ВЛИЯНИЕ СМОЛ НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.Д. Черкасов, А.Н. Волоцкой, М.В. Тюрин

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

Аннотация. Данная работа посвящена проблеме разработки вибропоглощающих полимерных материалов с высокими демпфирующими свойствами в широком эксплуатационном диапазоне температур.

Ключевые слова: *этиленвинилацетат, смола, тангенс угла механических потерь, модуль упругости, температура.*

INFLUENCE OF PITCHES ON PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS

V.D. Cherkasov, A.N. Volotskoy, M.V. Tyurin

Abstract. The article deals with the problem of creating vibration damping polymeric materials with high damping properties in a wide temperature range.

Keywords: *ethylene-vinyl acetate, resin, mechanical loss tangent, modulus of elasticity, temperature.*

В настоящее время полимерные материалы представляют самый важный сегмент всех материалов в плане производства и использования их в различных сферах жизнедеятельности. В сравнении с металлами полимеры лучше подвергаются обработке, имеют низкую плотность, высокое значение соотношения прочности к весу, обладают хорошим сопротивлением к коррозии [1]. Такие материалы имеют различные области применения. Одной из них является использование полимерных материалов в качестве защиты от шума и вибрации.

Вибропоглощающие материалы представляют собой композит, состоящий из одной или нескольких непрерывных фаз (матрицы) и одной (или более) дисперсной фазы (наполнителя) [2]. В данной работе в качестве матрицы вибропоглощающего полимерного материала использовался этиленвинилацетат (ЭВА).

Демпфирующие способности вибропоглощающих полимерных материалов оцениваются высотой и шириной пика тангенса угла механических потерь в области стеклования материала.

Большинство полимеров имеют температуру стеклования (T_c) за пределами диапазона эксплуатации вибропоглощающих материалов и поэтому их применение в чистом виде ограничено. Для того чтобы сдвинуть T_c в требуемый диапазон температур и повысить значения тангенса угла механических потерь ($tg\delta$) в полимер вводят различные добавки. Одним из способов повышения демпфирующих свойств полимеров является добавление модификаторов – смол [3-5].

Эффективность модификаторов зависит от их совместимости с этиленвинилацетатом и определяется параметром растворимости. «Полярное» растворяется в «полярном». При добавлении смол в количестве 20 мас. ч. и 30 мас. ч. тенденция к увеличению тангенса угла механических потерь сохраняется, однако повышение концентрации модификатора в составе композита приводит к смещению температуры стеклования и, следовательно, $tg\delta$ в сторону положительных температур. Например, для композита с АФФС в количестве 20 мас. ч. при частоте 1 Гц тангенс угла механических потерь увеличивается на 0,098 относительно $tg\delta$ композита с АФФС содержанием 10 масс. ч., а T_c и пик $tg\delta$ смещается в сторону положительных температур на 22 °С. Для композита с ЭК содержанием 20 масс. ч. при частоте 1 Гц наблюдается та же зависимость: $tg\delta$ увеличивается на 0,113 относительно $tg\delta$ композита с ЭК содержанием 10 масс. ч., а T_c и пик тангенса угла механических потерь смещается в область положительных температур на 13 °С. Увеличение и смещение пика $tg\delta$ в сторону положительных температур происходит из-за образования внутримолекулярных водородных связей между гидроксильными группами смол и боковыми группами ЭВА [3, 6, 7]. С точки зрения молекулярного уровня увеличение T_c модифицированного композита означает, что наличие модификатора (АФФС или ЭК) вызывает уменьшение свободного объема в матрице [15]. В результате данные смолы образуют собственную фазу и располагаются в виде частиц подобно наполнителю в объеме композита.

Например, при частоте 1 Гц увеличение концентрации смолы в составе полимерной композиции приводит к смещению T_c и $tg\delta$ на 13 °С и 10-22 °С для эфира канифоли и алкилфенолформальдегидной смолы соответственно. Аналогично при повышении концентрации смолы в составе полимерной смеси наибольшие значения $tg\delta$ наблюдаются у композитов с АФФС относительно композитов с эфиром канифоли. Например, при частоте 1 Гц и наибольшей концентрации смолы (30 мас. ч.) значение $tg\delta$ составляет 0,551 и 0,595 для эфира канифоли и алкилфенолформальдегидной смолы соответственно.

Полимеры оказывают наиболее эффективное вибропоглощение в силу наличия у них переходной области вследствие вязкоупругого поведения полимеров [8].

Композиты с добавлением эфира канифоли являются более жесткими и, соответственно, имеют наибольшие значения динамического модуля упругости.

Установлено, что все модифицированные композиты способны выдерживать воздействие отрицательных температур до -40°C . Исследования дают возможность выбрать тип и концентрацию модификатора для композитов на основе ЭВА исходя из требуемого диапазона температур и других условий, предъявляемых к тому или иному вибропоглощающему материалу.

Список литературы

1. Lapcik L. Jr., Jindrova P., Lapcikova B., Tamblyn R., Greenwood R., Rowson N. Effect of the talc filler content on the mechanical properties of polypropylene composites // *J. of Applied Polymer Sc.* 2008. PP. 2742–2747.
2. Ричардсон М. Промышленные полимерные композиционные материалы / М. Ричардсон; пер. с англ. Б. Г. Бабаевского, А. А. Грабильникова, С. Г. Кулика. – М.: Химия, 1980. 472 с.
3. Chang Su, Pan He, Lihuan Xu, Cheng Zhang, Effects of phenolic oligomer on the dynamic mechanical properties of nitrile butadiene rubber // *Advanced Materials Research.* 2011. PP. 120–123.
4. Caiyun Wu, Guozhang Wu, Chifei Wu. Dynamic mechanical properties in blends of poly (styrene-*b*-isoprene-*b*-styrene) with aromatic hydrocarbon resin // *Journal of Applied Polymer Science.* 2006. PP. 4157–4164.
5. Chang Su, Cunbin Zhao, Lihuan Xu, Cheng Zhang. Effects of chemical structure of phenolic resin on damping properties of acrylate rubber-based blends // *Journal of Macromolecular Science.* 2015. PP. 177–189.
6. Chifei Wu, Effects of a hindered phenol compound on the dynamic mechanical properties of chlorinated polyethylene, acrylic rubber, and their blend // *J. of Applied Polymer Sc.* 2001. PP. 2468–2473.
7. Saburo Akiyama, Dynamic mechanical and adhesive properties of acrylate rubber/chlorinated polypropylene blends compatibilized with a hindered phenol compound // *Polymer Journal.* 2001. PP. 955–958.
8. Robert D. Corsaro, Sperling L. H. Sound and vibration damping with polymers, American chemical society, 1990. – 480 p.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МЕХАТРОНИКЕ И РОБОТОТЕХНИКЕ

А.В. Чечина, Р.К. Зарецкий, Д.О. Золкин, Н.В. Токмаков, М.А. Токмакова
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Аннотация. В данной статье затронем актуальность поиска новых источников энергии. Проведем анализ между традиционными и нетрадиционными методами. Рассмотрим применения новой энергии на примерах автомобиль и умный дом.

Ключевые слова: *энергия, источник, традиционный, альтернативный, мехатроника, робототехника, применение, виды, умный дом, автомобиль.*

APPLICATION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN MECHATRONICS AND ROBOTICS

A.V. Chechina, R.K. Zaretsky, D.O. Zolkin, N.V. Tokmakov, M.A. Tokmakova
Orel state university named after I.S. Turgenev

Abstract. In this article we will touch on the relevance of the search for new sources of energy. We will analyze between traditional and non-traditional methods. Consider the use of new energy on the examples of the car and the smart home.

Keywords: *energy, source, traditional, alternative, mechatronics, robotics, application, types, smart home, car.*

В настоящий момент цены на общепринятые энергоносители, такие как уголь, газ, нефть, постоянно возрастают. Это приводит к постоянному удорожанию вырабатываемой ими энергии. Таким образом, разработка, применение и создание альтернативных источников энергии является актуальной задачей. Альтернативные источники питания (АИЭ) могут представлять собой устройства, методы или мехатронные механизмы позволяющие получать энергию из возобновляемых источников.

Возобновляемые источники характеризуются неограниченными возможностями получения энергии [1,2]. К ним относятся:

1. Солнечная энергия. Преобразование солнечной энергии в электрическую является одним из самых распространенных нетрадиционных источников. Здесь используются фотоэлектрический и термодинамический методы. Термодинамический метод выделяет тепло, которое превращает в механическую, а затем в электрическую энергию. Существуют существенные недостатки данного метода: непостоянство погодных условий и цикличность, низкие показатели энергии, длительный и сложный анализ метеорологических условий. В фотоэлектрическом методе проще. Он использует фотоэлектрический преобразователь, который превращает кванты в энергию.

2. Ветреная энергия. Ветер относится к постоянно возобновляемым ресурсам. Конструкции, установленные на станции, могут преобразовывать этот природный ресурс в любой вид энергии: электрическую, механическую, тепловую и т.д.

3. Биомассовая энергия. К биомассам относят навоз, растения, умершие организмы и прочее. Получение энергии происходит на основании выделяющегося газа –метана.

4. Волновая энергия мирового океана. Потенциальная энергия волн преобразуется в кинематические пульсации, которые в последствии приводят во вращение вал генератора.

5. Градиент-температурная энергия. Разность температур преобразовывается в электроэнергию. Установки в основном расположены на морских побережьях. Температура на глубине моря значительно отличается от температуры поверхности, так как вода поглощает около 70% солнечного света. Этот АИЭ можно принять за большой источник энергии.

6. Геотермальная энергия. Электроэнергия получается от внутренней тепла Земли.

Существуют следующие схемы получения энергии [3,4]:

1. прямая схема;
2. непрямая схема;
3. смешанная схема.

Традиционные источники энергии не (ТИЭ) рациональны в использовании из-за ограниченности ресурсов [5,6]. К традиционным источникам относят:

1. Гидроэлектростанция (ГЭС). Способ превращения воды в энергию является не самым безопасным, так как может возникнуть затопление долины реки.

2. Тепловые электростанции (ТЭС). Энергия вырабатывается при сжигании органического и ограниченного топлива (нефть, газ, уголь).

3. Атомные электростанции (АЭС). АЭС работают ядерном горючем (плутоний, уран и другие). Из истории было доказано, что данный вид добычи энергии является самым вредным и опасным, а в случае ошибки — это может привести к негативным и необратимым последствиям.

Был проведен анализ сравнения традиционных и нетрадиционных источников энергии, результаты которого указаны в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ АИЭ и ТИЭ

Альтернативные источники энергии		Традиционные источники энергии	
Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
Неограниченность ресурсов	Непостоянство	Свободное местоположение	Ограничение ресурсов
Экологичность	Низкий КПД	Не зависит от времени года и метеорологических условий	Негативное влияние на экологию.
Доступность	Высокая стоимость	Развитая инфраструктура	Трудность в получении
Широкое распространение	Низкая мощность установок	Высокая мощность установок	Ограниченное время хранения
Низкая себестоимость производства энергии	Не развитая инфраструктура	Шаговая доступность	Высокая себестоимость

Исходя из таблицы 1, преимущества альтернативных источников энергии намного больше, чем традиционных. Использование АИЭ может в динамической системе и статической, которые непосредственно связаны с автоматизацией, мехатроникой и робототехникой.

Под мехатронной системой подразумеваются объекты, которые включают в себя механические системы, системы управления и информационные системы. Примером служит автомобиль. Ежедневно современный транспорт выбрасывает огромное количество вредных веществ, от которых страдают все живые существа, в том числе человек. Некоторые компании, такие как Google car, Тесла и другие, уже разрабатывают электромобили. Есть идеи использовать не только электричество, но и следующие виды топлива:

1. Водород;
2. Растительное масло;
3. Сжатый воздух;
4. Биоэтанол;
5. Биотопливо;
6. Жидкий азот;
7. Солнечная энергия;
8. Водоросли.

В другой мехатронной системе используются объекты, не имеющие возможность передвигаться. В данном случае рассмотрим систему «умный дом». Разработка имеет большие перспективы и с каждым годом развивается все больше. Поэтому, в доме будущего нельзя будет обойтись без новых источников энергии. Электричество дом сможет получать следующими основными способами:

1. Ветреные установки;
2. Солнечные батареи и радиаторы;
3. Геотермальные источники;
4. Биогазовая энергетика;
5. Комбинированные виды энергии.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Применение альтернативных источников энергии является одной из главных задач на ближайшее будущее;
2. Альтернативные источники энергии являются неотъемлемой частью мехатронных и роботизированных устройств.

Список литературы

1. Непорожный П.С., Энергетические ресурсы мира/П.С. Непорожный под ред. В.И. Попкова. – М.: Энергоатом издат, 1995. –232 с.
2. Кирилин В.А. Энергетика. Главные проблемы в вопросах и ответах./В.А. Кирилин - М.:Знание, 1990. – 128с.
3. Баланчевадзе В.И. Энергетика сегодня и завтра/В.И. Баланчевадзе,А.И. Барановский и др.; Под ред. А.Ф. Дьякова. – М.:Энергоатомиздат, 1990 – 344 с.

4. Альтернативная энергетика для частного дома [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://stroychik.ru/raznoe/alternativnaya-energiya>
5. Википедия: Свободная энциклопедия на русском языке * [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
6. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение изд.2 Уч. пос. для студ. ВУЗов. МАШИНОСТРОЕНИЕ, 2007 г. - 256 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-МОДЕЛИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НАВЕСНОЙ СТЕНЫ

Чжан Кай, Г.П. Иванова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Аннотация. В статье излагается технология 3D-модели навесной стены и методы, используемые для построения таких конструкций.

Ключевые слова: *3D-моделирование, технология навесной стены, управление проектами.*

APPLICATION OF 3D MODELING TECHNOLOGY IN WALL BUILDINGS

Zhang Kai, G.P. Ivanova

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Annotation: The article describes the technology of the 3D model of the curtain wall and the methods used to construct such structures.

Keywords: *3D modeling, curtain wall technology, project management.*

Совершенствование строительных технологий и конструкционных материалов ведёт к реализации масштабных конструкций, уникальных по своим характеристикам и сложным методам их изготовления. Объект рассмотрения - стена с двойным изогнутым металлическим занавесом со ступенчатой многослойной структурой в Международном спортивном центре в Гуанчжоу (КНР).



Трудность конструкции проекта навесной стены заключается в сверх-большом размере двухслойной металлической навесной стены.

Успешное применение технологии двойной изогнутой металлической листовой занавески со ступенчатой многослойной структурой накопило ценный опыт для строительства и управления стеной из металлического листа.

3D-модели широко используются везде. Строительная индустрия использует их для представления предлагаемых зданий или ландшафтных характеристик, инженерное сообщество использует их для разработки нового оборудования, транспортных средств, конструкций и других приложений.[1]

Стеновая занавеска из многослойной структуры гиперболоидной металлической пластины имеет уникальную форму и сложную пространственную структуру (рис.1).

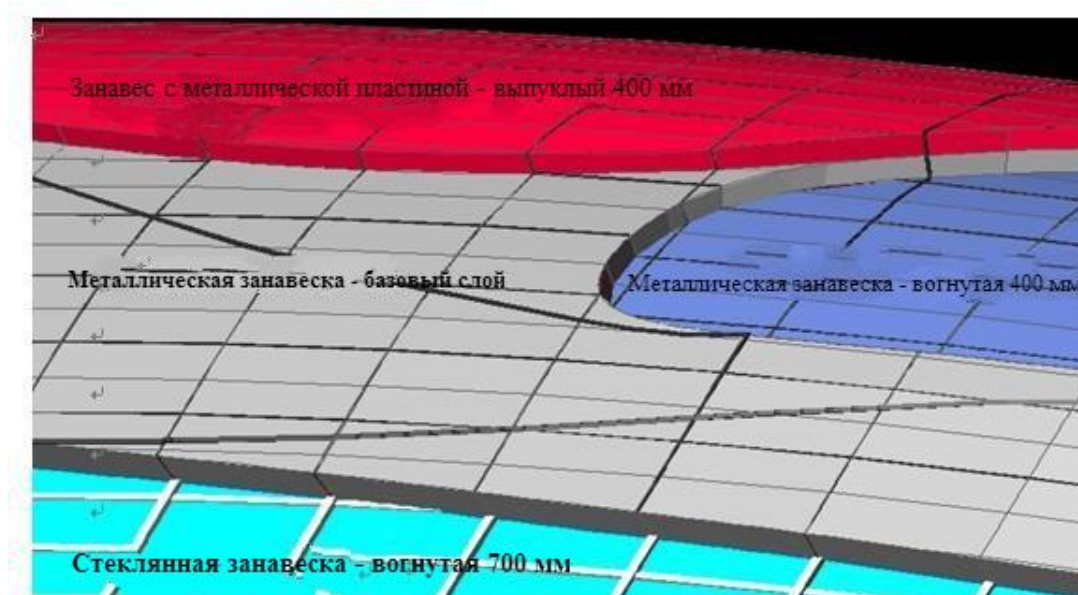


Рисунок 1. Принципиальная схема занавеса металлической пластины.

Конструкции навесных стен каждого слоя устанавливаются на основе структуры стального внутреннего слоя. Из-за большого отклонения в процессе строительства трудно использовать конструкцию здания в качестве эталонного объекта формы навесной стены, что увеличивает сложность реализации проекта.

1) Внедрение компьютерной 3D-модели заключается в использовании компьютерного программного обеспечения для имитации реальных условий работы, сравнения данных основной структуры ввода и данных формы стены занавеса здания и точного отражения пространственного положения и отношения структуры здания и стены занавеса здания в каждом месте. Основой являются дизайн и корректировки программ.

2) Структура металлической панели занавеса разделена на 8 основных частей. От внутреннего слоя до наружного слоя:

<1> слой каркаса стальной конструкции,

- <2> слой подложки,
- <3> пароизоляционный слой,
- <4> слой изоляции,
- <5> жесткий водонепроницаемый слой (вертикальная шовная алюминиевая магниево-марганцевая металлическая крыша),
- <6> зажимное устройство из алюминиевого сплава,
- <7> слой фермы,
- <8> декоративный слой панели (рисунок 2).

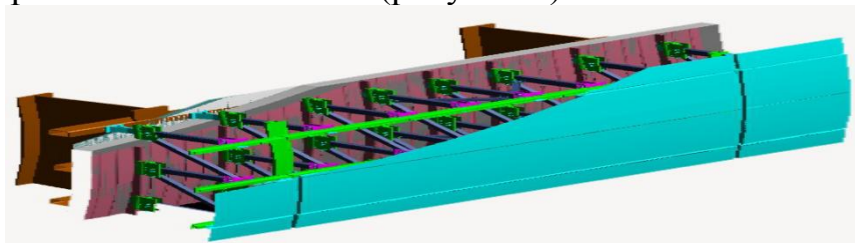


Рисунок 2. Трехмерная диаграмма металлического занавеса

В обычном представлении трудно точно выразить пространственную позиционную взаимосвязь между структурой системы навесной стены и компонентами, что создаёт большие трудности для углубления конструкции и накладной стены навесной конструкции. Благодаря использованию компьютерной технологии трехмерного моделирования отчетливо отображается общий архитектурный эффект стены занавеса, четко отражается форма контура каждого шага, четко выражено отношение пространственной структуры каждого слоя навесной стены, формируется четкое пространственное трехмерное изображение, которое помогает дизайнеру и строительному персоналу понимать конструкцию.

3) Процесс занавеса металлической пластины проекта, который должен быть установлен, расположен в воздухе. После завершения некоторых процессов будут измеряться точки позиционирования предыдущего процесса, а линии измерения и выпуска должны быть повторно измерены. Поэтому измерение и позиционирование на месте являются ключом к точному завершению каждого процесса.

3D-модель здания навесной стены используется для иерархического определения точек управления позиционированием и использования 3D-модели для получения данных трехмерного пространственного позиционирования. В качестве основы используются экспортированные данные, а общая база используется для многоуровневого управления для точного определения местоположения линии для обеспечения точной пространственной позиции каждого слоя. Так что гиперболическая стена занавеса может быть закрыта точно. 3D-модель стены занавеса здания основана на исходных контрольных точках здания. Она построена в соответствии с соотношением 1:1. 3D-координаты ключевых компонентов каждого процесса могут быть точно представлены, а 3D-координаты точек старта и исходных контрольных точек используются для формирования

управляющей сети. Необходимо строго контролировать ошибки измерения, чтобы обеспечить качество измерения.

4) Панель, используемая для занавеса, представляет собой сплошную глиноземную плиту толщиной 3 мм, импортированную из Германии. Поскольку цикл обработки и транспортировки алюминиевой панели составляет до трех месяцев, более чем 15 000 различных спецификаций размера алюминиевой пластины можно точно заранее определить через трехмерную модель компьютера. Когда инженерный скелет начинает устанавливаться, панель заказывается заранее, так что период строительства проекта значительно сокращается.

Используя компьютерную трехмерную технологию навесной стены, необходимо точно определить размеры обработки металлической панели, последовательность установки и чертежи алюминиевых листов, а также другие строительные вопросы. [2]

На основе проекта двухслойной металлической занавески стены Международного спортивного центра в Гуанчжоу были получены следующие результаты:

1) Благодаря технологии трехмерных моделей координаты контрольных точек каждого слоя стены занавеса и размеры обработки металлической панели были точно обеспечены, кроме этого обеспечивалась общая точность монтажа стенки металлической занавески. Материал панели был заказан на начальной стадии, что значительно ускорило период строительства.

2) Метод многоуровневого управления, многоуровневого измерения и управления, а также уменьшение межслойной ошибки использовался для обеспечения качества конструкции проекта навесной стены.

3) Постепенно внедряя метод ступенчатых изменений, количество профилей из алюминиевого сплава можно сократить, а стоимость инженерных систем значительно снизить.

4) Применяется технология жесткого водонепроницаемого слоя с изменением температуры, которая эффективно предотвращает повреждение водонепроницаемого слоя, вызванного изменением температуры, и повышает долговечность навесной стены.

5) Впервые в КНР была использована непрерывная плита из глинозема в качестве навесной стеновой панели.

Список литературы

1. 3D-моделирование—<https://baike.so.com/doc/6634597-6848403.html>.
2. Строительная техника и контроль качества занавеса из металлической плиты в Международном центре спортивных достижений в Гуанчжоу—<http://down6.zhulong.com/tech/detailprof1072181SG.htm>.

РАСЧЕТ ОПЕРАТИВНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПО ДЛИНЕ НОРМАЛЬНЫХ ТРЕЩИН

Л.С. Шевцов

ФГБОУ ВО Вологодский государственный университет

Аннотация. В работе поставлена проблема определения уровня механической безопасности эксплуатируемых железобетонных балок по критерию длины трещин. Рассмотрено два подхода к расчету вероятности безотказной работы (надежности) балки по критерию длины нормальных трещин: на основе вероятностно-статистического метода при нормальном законе распределения и на основе возможностного метода с учетом ограниченной (неполной) статистической информации о длине трещин в балке. Разработанные подходы можно применить при выявлении категории технического состояния железобетонных балок в соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ 31937-2011 при визуальном обследовании балок. Приведен численный пример расчета надежности, который можно рассматривать как алгоритм, на основе которого также могут быть разработаны методы расчета надежности других несущих элементов конструкций.

Ключевые слова: железобетонная балка, длина трещины, надежность, механическая безопасность, вероятность отказа, механика разрушения.

OPERATIONAL RELIABILITY ANALYSIS OF EXISTING REINFORCED CONCRETE BEAMS ON NORMAL CRACKS LENGTH

L.S. Shevcov

Vologda State University

Abstract. The article describes the problem of mechanical safety level evaluation of existing reinforced concrete beams by normal cracks length criterion. Two approaches of the beam reliability (safety) analysis are considered: on the basis of the probabilistic-statistical method with normal distribution and on the basis of the possibilistic method taking into account limited (incomplete) statistical information about cracks length in reinforced concrete beam. The developed methods can be used to identify the category technical condition of reinforced concrete beams in accordance with the Interstate Standard GOST 31937-2011 in visual inspection. A numerical example of reliability analysis is given. It can be considered as an algorithm on the basis of which methods of reliability analysis can be developed for other load-bearing structural elements.

Keywords: reinforced concrete beam, crack length, reliability, mechanical safety, failure probability, fracture mechanics.

Федеральным Законом РФ №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» устанавливаются требования обеспечения механической безопасности к эксплуатируемым несущим элементам конструкций, в т.ч. железобетонным балкам. Железобетонные балки являются несущими конструкциями многих зданий и сооружений в виде элементов покрытия и перекрытия, балочных ростверков, перемычек и других элементов. От безопасности эксплуатации железобетонных балок зависят: непрерывность технологических процессов в здании, безопасность эксплуатации других элементов конструкции, безопасность пребывания людей.

В качестве количественной оценки механической безопасности несущих элементов конструкций принимаются такие показатели как несущая способ-

ность, надежность, остаточный ресурс, риск. Особой проблемой является количественная оценка механической безопасности на стадии эксплуатации, когда специалист может столкнуться с ограниченной по количеству и качеству статистической информации о контролируемом параметре. На решение таких задач были направлены новые методы расчетов надежности элементов строительных конструкций на основе теории возможностей и теории нечетких множеств [1, 2].

Согласно СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции» для железобетонных балок устанавливаются следующие критерии работоспособности: прочность бетона и арматуры (в нормальных и наклонных сечениях), прогиб, трещинообразование и ширина раскрытия нормальных трещин. В научном сообществе предлагается добавить к данным критериям работоспособности длину трещины [1, 3]. Профессоры Пирадов К.А. и Савицкий Н.В. в [3] замечают, что «обоснованного теоретически расчета железобетонных балок при наличии в них трещин в настоящее время не разработано, а существующий расчет по предельным состояниям, введенный в 1955 г., построен на целом ряде эмпирических коэффициентов». В связи с этим, использование в расчетах железобетонных конструкций такой науки как «механика разрушения», где ключевыми параметрами являются длина трещины и коэффициент интенсивности напряжений, представляет особый интерес.

Математическую модель предельного состояния для расчета надежности железобетонных балок по критерию длины трещины можно записать в виде:

$$\tilde{l}_{crc} \leq l_{crc,ult}, \quad (1)$$

где \tilde{l}_{crc} - измеряемая длина трещины (случайная величина, что отмечено волнистой линией над символом); $l_{crc,ult}$ - предельная (критическая) длина трещины, принятая постоянной (детерминированной) величиной в первом приближении.

Для измерения длины трещины в бетоне балки можно использовать различные способы: ультразвуковой метод, применение тепловизора, использование специальных щупов, тензометрирование, фотометрирование и другие подходы.

В качестве предельной длины трещины можно принять значения, предложенные зарубежными учеными [4] в зависимости от местоположения трещины. Нормальная трещина по [4], которая располагается ближе к опоре (рис. 1), является более опасной, поэтому предлагается ограничить ее высоту до $0,3h$, где h – высота сечения балки. В середине пролета допускаются трещины до $0,7h$, после превышения $0,7h$, по данным исследования [4], арматура балки достигает предела текучести.

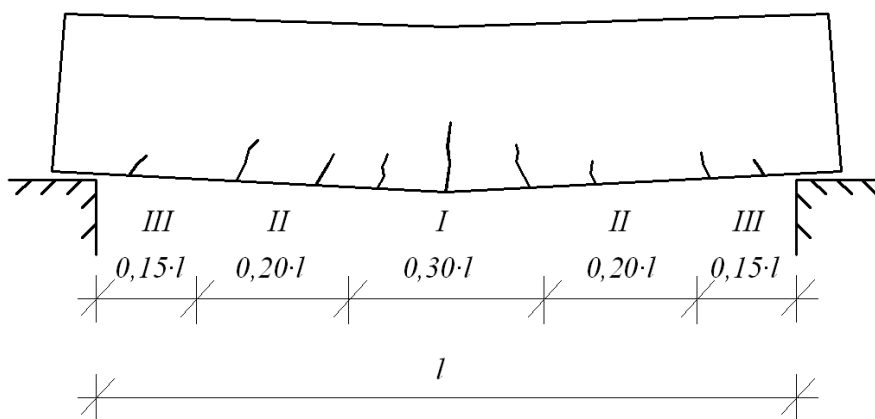


Рис. 1. Зоны предельных длин трещин по [4]: для зоны I – $0,7h$, для зоны II – $0,65h$, для зоны III – $0,3h$

В вероятностно-статистической постановке (при гипотезе о нормальном распределении) надежность вычисляется по формуле:

$$P = \Phi(\beta) = \Phi\left(\frac{l_{crc,ult} - m_{l,crc}}{s_{l,crc}}\right), \quad (2)$$

где $m_{l,crc}$ - математическое ожидание длины трещины (в качестве оценки которого допускается принимать среднее арифметическое значение длины трещины по результатам измерений); $s_{l,crc}$ - среднеквадратическое отклонение длины трещины; Φ – значение функции Лапласа, определяемое по табличным данным для нормального распределения.

Вероятностно-статистический метод расчета применим при полной статистической информации об измеряемой длине трещины при многократном числе измерений ее длины. Однако на практике можно столкнуться с ограниченным числом измерений ее длины по различным причинам, например, по труднодоступности балки для проведения испытаний (измерений). В таком случае можно использовать вероятностный метод расчета надежности железобетонной балки по длине трещины.

В работе [1] сформирован подход к расчету надежности железобетонной балки по длине трещины на основе теории возможностей. Возможность отказа рассчитывается по формуле:

$$Q = \exp\left\{-\left[\frac{l_{crc,ult} - a_{l,crc}}{b_{l,crc}}\right]^2\right\}, \quad (3)$$

где $a_{l,crc} = 0,5(l_{crc,max} + l_{crc,min})$ - условная «средняя» длина трещины; $b_{l,crc} = \frac{l_{crc,max} - l_{crc,min}}{2\sqrt{-\ln \alpha}}$ - мера рассеяния (изменчивости) длины трещины, где α – уровень среза (риска), значением которого при расчете надежности задаются.

При выполнении условия $a_{l,crc} \leq l_{crc,ult}$, возможность безотказной работы принимается $R=1$. Необходимость безотказной работы вычисляется по формуле: $N=1-Q$. Надежность характеризуется интервалом $[N; R]$.

Надежность следует рассчитывать по каждой нормальной трещине, рассматривая балку как условную последовательную механическую систему, т.к. при отказе каждого элемента системы (трещины) происходит отказ всей системы (балки). В вероятностно-статистическом методе расчета надежности железобетонной балки надежность балки по критерию длины трещин определяется как:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (4)$$

где n – число нормальных трещин.

В возможностном подходе надежность балки как системы рассчитывается по формуле (при отсутствии информации о зависимости/независимости элементов системы):

$$\begin{cases} \underline{P} = \max\left(0, \sum_{i=1}^n \underline{P}_i - (n-1)\right), \\ \overline{P} = \min(\overline{P}_i) \end{cases}, \quad (5)$$

где в качестве нижней границы вероятности безотказной работы принимается $\underline{P}=N$, а в качестве верхней границы $\overline{P}=R$.

Пример. По результатам обследования в железобетонной балке выявлено три нормальные трещины – две в середине пролета балки (их параметры: $m_{l,crc,1}=0,220$ м, $s_{l,crc,1}=0,02$ м и $m_{l,crc,2}=0,205$ м, $s_{l,crc,2}=0,03$ м) и одна у опоры (с параметрами: $m_{l,crc,3}=0,110$ м, $s_{l,crc,3}=0,03$ м). Высота сечения балки $h=0,4$ м. Предельные значения трещин: в середине пролета $l_{crc,ult}=0,7 \cdot h=0,7 \cdot 0,4=0,28$ м, у опоры $l_{crc,ult}=0,3 \cdot h=0,3 \cdot 0,4=0,12$ м.

Вычислим вероятность безотказной работы по (2) по каждой трещине:

$$P_1 = \Phi\left(\frac{0,280-0,220}{0,02}\right) = 0,9987; \quad P_2 = \Phi\left(\frac{0,280-0,205}{0,03}\right) = 0,9938;$$

$$P_3 = \Phi\left(\frac{0,120-0,110}{0,03}\right) = 0,9996. \text{ Надежность балки как системы можно определить}$$

по (4): $P = \prod_{i=1}^n P_i = 0,9987 \cdot 0,9938 \cdot 0,9996 = 0,9921$. Надежность (вероятность безотказной работы) балки по критерию длины трещин составляет 0,9921 или 99,21%.

Выводы:

1. Рассмотрена проблема количественной оценки механической безопасности (в показателе надежности) железобетонной балки по критерию длины трещины в бетоне;

2. Рассмотрены два подхода к анализу надежности железобетонной балки по длине трещины: вероятностно-статистический (при полной статистической

информации) и возможностный (при ограниченной статистической информации);

3. Приведен численный пример расчета надежности ж/б балки по критерию длины трещин по каждой трещине отдельно, а также по системе трещин.

Список литературы

1. Utkin, V.S. Reliability analysis of reinforced concrete elements with normal cracks (on RC beam example) / V.S. Utkin, S.A. Solovyev // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2018. No. 3. pp. 150-160.

2. Уткин, В.С. Расчет надежности основания фундамента, сложенного просадочными грунтами, по критерию деформаций / В.С. Уткин, А.А. Каберова, С.А. Соловьев // Геотехника. 2016. №3. С. 18-25.

3. Пирадов, К.А. Механика разрушения и теория железобетона / К.А. Пирадов, Н.В. Савицкий // Бетон и железобетон. 2014. №4. С. 23-25.

4. Carpinteri, A. Propagation of flexural and shear cracks through RC beams by the bridged crack model / A. Carpinteri, J.R. Carmona, G. Ventura // Magazine of concrete research. 2007. No. 10. pp. 743-756.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.Н. Шутова, Ю.С. Стукалова, А.И. Шагина

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова*

Аннотация. Проведен анализ эффективности усиления неработоспособных колонн промышленного здания с использованием трех вариантов: металлической обоймы, железобетонной рубашки и углепластиковых ламинатов. Рассмотрены вопросы безопасности, целесообразности и экономической выгоды применения данных вариантов усиления.

Ключевые слова: *Усиление железобетонных колонн, углепластик, металлическое усиление, надежность, категория технического состояния.*

A DEFINITION OF THE EFFECTIVE METHOD OF STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE DESIGNS WITH USE OF COMPOSITE MA- TERIALS

M.N. Shutova, U.S. Stukalova, A.I. Shagina

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)

Abstract. The analysis of efficiency of strengthening of disabled columns of the industrial building with use of three options is carried out: metal holder, reinforced concrete shirt and carbon fiber laminates. Safety issues, expediency and an economic benefit of application of these options of strengthening are considered.

Keywords: *Strengthening of reinforced concrete columns, coal plastic, metal strengthening, reliability, category of technical condition.*

Под воздействием внешних факторов влияния климатических условий, режима и тяжести работы (для промышленных зданий) и агрессивного влияния

окружающей среды, эксплуатационные характеристики зданий с течением времени ухудшаются, что приводит к необходимости проведения усиления и восстановления конструкций здания.

При проведении экспертизы промышленной безопасности одноэтажного цеха в г. Таганроге были выявлены, значительные повреждения железобетонных колонн цеха. К тому же по результатам экспертизы других конструкций, техническое состояние плит покрытия было признано неработоспособным, в связи с чем, было принято решение о замене поврежденных плит и полном ремонте плоской кровли с устройством слоя утеплителя и стяжки. Так как подобный ремонт неизбежно вызовет увеличение нагрузки на колонны, которые и так находятся в неработоспособном состоянии, возник вопрос об усилении колонн обоями.

Для того чтобы выбрать наиболее эффективный метод усиления было проанализировано современное состояние существующих способов и проведено вариантное проектирование – усиление с помощью металлической, железобетонной и углепластиковой обоями.

1. Вариантное проектирование. Усиление сжатых железобетонных элементов цеха

На основе исходных данных и сбора нагрузки (учитывая ремонт кровли) на существующую колонну, было выявлено, что величина продольной силы в колонне при грузовой площади превышает несущую способность, где перегрузка составляет 22%. Эта причина вызвала необходимость усиления колонны, поперечное сечение которой показано на рисунке 1.

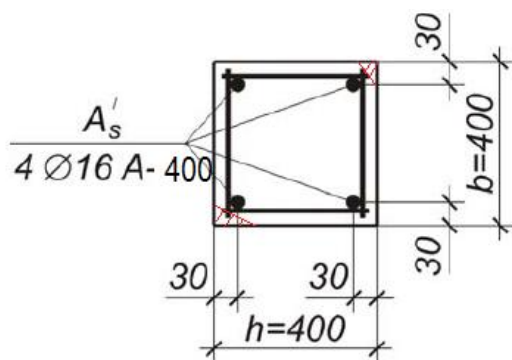


Рисунок 1. Сечение существующей железобетонной колонны (красным указаны повреждения колонны)

Для вариантного проектирования были приняты три метода усиления:

- усиление железобетонной обоями;
- усиление металлической обоями;
- усиление углепластиковыми ламелями;

Вариант №1. Усиление колонны железобетонной обоями

Проведя расчёт на усиление колонны с помощью железобетонной обоями в установленном порядке, по результатам было выявлено, что продольная сила в рассматриваемой колонне от действующей нагрузки с учетом дополнитель-

ной нагрузки от железобетонной обоймы не превышает продольную силу, воспринимаемую колонной первого этажа после усиления.

Запас прочности данного усиления составляет 120%, следовательно, несущая способность после усиления достаточна. Вариант усиления колонны железобетонной обоймой показан на рис. 2.

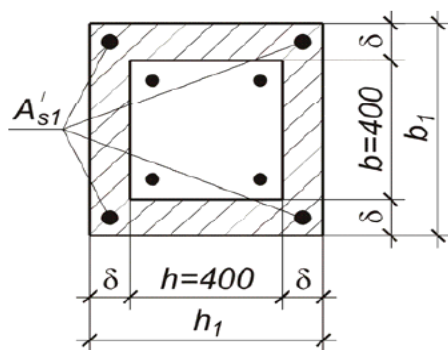


Рисунок 2. Расчетное сечение колонны, усиленной железобетонной обоймой

Вариант №2. Усиление колонны металлической обоймой

Расчёт усиления колонны металлической обоймой проведен двумя способами:

- Расчет усиления колонны предварительно напряженными распорками;
- Расчет усиления колонны обычной металлической обоймой.

При первом способе, усиленную конструкцию можно рассматривать как железобетонную с дополнительной внешней жесткой арматурой, так как технология производства работ по усилению колонны данным способом обеспечивает плотное прилегание предварительно напряженных вертикальных уголков к колонне (расчетное сечение показано на рисунке 3). При втором способе, расчёт выполняется как самостоятельная система, представляющая собой металлическую сквозную колонну, обрамляющую существующую железобетонную: (расчетное сечение показано на рисунке 4).

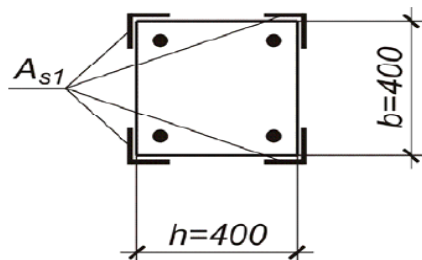
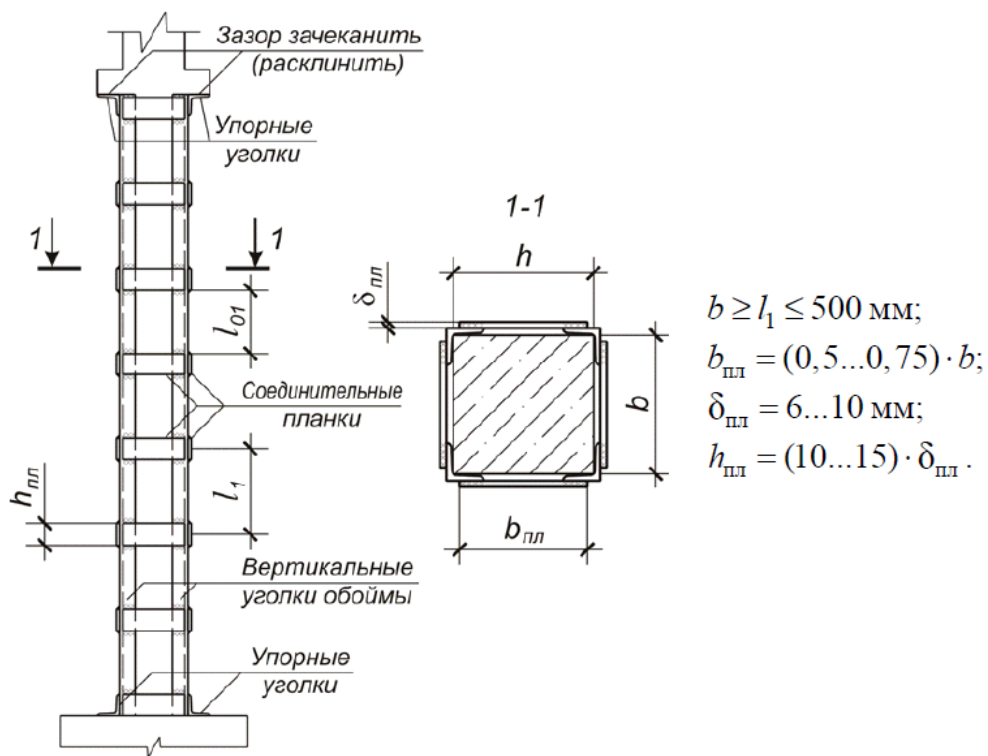


Рисунок 3. Расчетное сечение колонны, усиленной предварительно напряженными распорками



$$b \geq l_1 \leq 500 \text{ мм};$$

$$b_{пл} = (0,5 \dots 0,75) \cdot b;$$

$$\delta_{пл} = 6 \dots 10 \text{ мм};$$

$$h_{пл} = (10 \dots 15) \cdot \delta_{пл}.$$

Рисунок 4. Схема усиления колонны обычной металлической обоймой

В результате проведённых расчётов, учитывая гибкость (рисунок 5), несущая способность в каждом из способов усиленной колонны достаточна, где запас прочности при первом способе составляет 82%, а при втором 87%. Соблюдая эти условия, могут проводиться работы по усилению колонны предварительно напряжёнными распорками или обычной металлической обоймой в определенной последовательности.

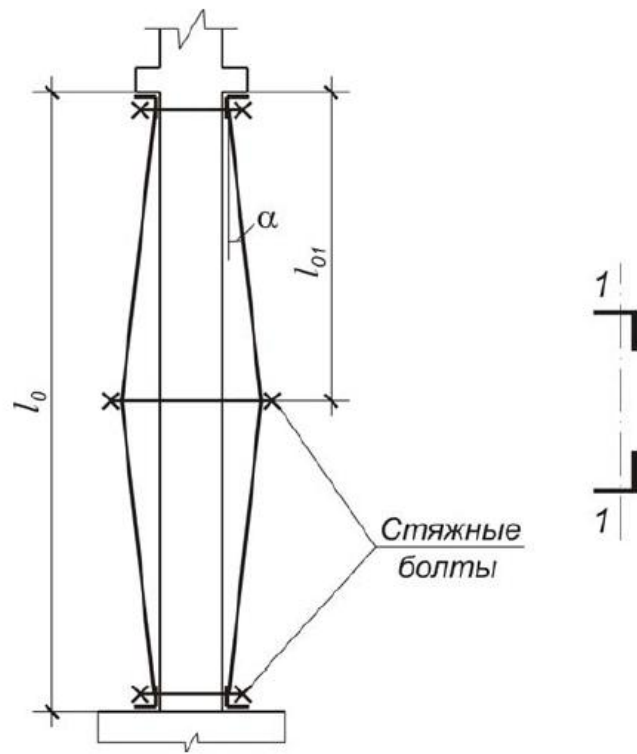


Рисунок 5. К проверке гибкости распорки при монтаже и определению величины перегиба α

Вариант №3. Расчет усиления железобетонной колонны углепластиком

Так как для надежной работы обоймы необходим ее плотный контакт с элементом, принцип усиления конструкций углеволокном заключается в наклейке с помощью специального эпоксидного клея на поверхность конструкций высокопрочных холстов или ламинатов, а также сетки (рисунок 6). Возможно усиление как изгибаемых конструкций в растянутых зонах и на опорных участках в зоне действия поперечных сил, так и сжатых, и внецентренно сжатых элементов.

Основные прочностные и деформационные характеристики полимерных композитов для расчета железобетонных конструкций, усиленных внешним армированием из полимерных композитов:

- сопротивление растяжению R_{fn} ;
- модуль упругости при растяжении E_{fn} ;
- предельные относительные деформации ϵ_{fn} ;
- коэффициента поперечной деформации μ_{fn} .

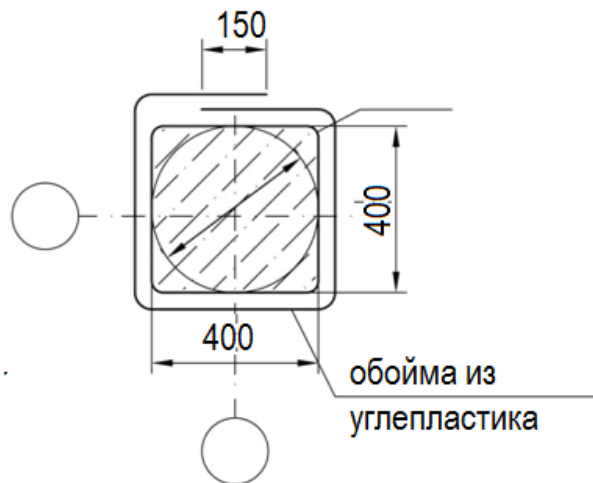


Рисунок 6. Схема усиления обоймой из углепластика

При использовании обойм из ФАП (фиброармированные пластики) увеличивается общая пластичность сечения из-за способности развивать при сжатии более высокую деформацию до разрушения. Обойма ФАП может также отсрочить искривление стальной продольной арматуры, работающей на сжатие, и усилить место нахлесточного соединения стальной продольной арматуры.

Следует учитывать, что для прямоугольных сечений с соотношением высоты к ширине, превышающим 1,5, или размерами поперечного сечения b или h , превышающими 900 мм, ограничивающим воздействием обоймы ФАП следует пренебрегать, если испытания не покажут ее эффективность.

Для усиления принимаем ламель фирмы Sika CarboDur S.

Ламели Sika CarboDur представляют собой углеродные волокна в эпоксидной матрице (содержание углеродных волокон более 68%). Выпускается три вида ламелей (Sika CarboDur S, Sika CarboDur M, Sika CarboDur H), обладающих различными механическими характеристиками, что дает возможность выбрать оптимальное решение для усиления различных видов конструкций.

2. Технико-экономическое сравнение вариантов усиления

Расчеты стоимости материалов усиления (без работ) указаны в таблице 1. Все объемы приведены в расчете на полное усиление одной колонны.

Таблица 1

Расчет стоимости усиления железобетонной оболочкой

Вариант усиления	Объем работ	Стоимость тыс. руб.
Вариант №1 Усиление железобетонной обоймой		
- Бетон В20	1,32 м ³	4,62**
- Арматура Ø 16	48 м.п.	3,0*
	Итого:	7,62

Продолжение таблицы 1

Вариант усиления	Объем работ	Стоимость тыс. руб.
Вариант №2 Усиление металлической обоймой		
- Уголок L 75x5	48 м.п.	13,44*
- Соединительная планка	390 кг.	15,6
Итого:		29,04
Вариант №3 Усиление обоймой из углепластика		
- Угловые ламели	2,4 м ²	72***
- Горизонтальные элементы	1,2 м ²	36
- Клей	1 кг	5
Итого:		113

* - стоимость металлоконструкций принята согласно [9];

** - стоимость бетона принята согласно [10];

*** - стоимость углепластиковых ламелей принята согласно [8];

Сравнительные эксплуатационные характеристики обойм усиления приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительные эксплуатационные характеристики обойм усиления

Вид характеристики	Железобетонная обойма	Металлическая обойма	Углепластиковая обойма
Коррозия	минимально	Требуется АКЗ	отсутствует
Нагрузка на фундамент 1м ³ , т	2,5	7,8	0,35
Температура проведения работ, не ниже °С	+5	-10	10
Огнестойкость	Огнестойка	Требуется покрытия огнезащитой	Углепластик огнестоек, эпоксидный клей – горюч. Требуется утепления сертифицированными минераловатными плитами

На основе проведенного расчёта технико-экономических и эксплуатационных показателей для каждого вида обойм, в результате были получены следующие данные:

- Железобетонная обойма наиболее экономичная (7,62 тыс.руб. на колонну), затраты на поддержание работоспособного состояния в процессе эксплуатации минимальны. Однако трудоемкость устройства выше, чем у остальных вариантов обоймы.

- Металлическая обойма (стоимость 29,4 тыс. руб.) проще в устройстве. Однако имеет более высокую стоимость и требует постоянного поддержания работоспособного состояния (нанесения антикоррозийного покрытия).

- Углепластиковая обойма является наиболее дорогой (113 тыс. руб.), не может быть устроена в холодное время года, эпоксидный клей, который ис-

пользуется при наклеивании на углепластиковую арматуру, горюч, поэтому конструкция усиления требует теплоизоляции.

Несмотря на бурное развитие новых строительных технологий и материалов, наиболее востребованным по соотношению цена – качество для типовых задач (незначительного увеличения несущей способности) остаются железобетонные обоймы.

Список литературы

1. СП 20.13330. 2016 Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» – М. – 2012 г.
2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003
3. Мальганов А.И., Плевков В.С. Восстановление и усиление ограждающих конструкций. *Альбом* чертежей и схем узлов реконструируемых зданий
4. Система углеволоконного усиления несущих конструкций транспортных и промышленно-гражданских сооружений, паспорт решений, Технологии строительства 4(32)/2004
5. Рак В. И. Богомоллов А.Н., Якименко И.В., Кожихов А.Г., Тарариев Д.А. Усиление железобетонных конструкций/ Информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 30 ноября 2016 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). - Новочеркасск : ЮРГТУ, 2016. - С. 44-55
6. Теряник В.В. Прочность и устойчивость внецентренно сжатых элементов, усиленных железобетонными и металлическими обоймами: автореф. Диссертации на соискание степени д-ра техни. наук / ЮУрГУ. – 2009.
7. СЕВ – FIP Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1: General Rules and Rules for Buildings, ENV 1992. –1-1. – Brussels: CEN, 1991. – 253 с.
8. Электронный ресурс: прайс официального представителя Sika <https://mpkm.org/pechat-prayslista/?catpost=&brandpost=5>
9. Электронный ресурс: прайс — публичная оферта <http://tagmetall.ru/>
10. Электронный ресурс: прайс — публичная оферта <http://betontaganrog.ru/>

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ВИБРОЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ ФИБРОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ

Е.М. Щербань, С.А. Стельмах, М.П. Нажуев, А.К. Халюшев

Донской государственный технический университет

Аннотация. Обоснована актуальность поиска путей снижения веса железобетонных конструкций при сохранении прочностных и деформативных характеристик. Отмечен научный интерес к регулированию структурообразования тяжелых бетонов за счет рецептурно-технологических факторов. Выражен эффект применения рецептурно-технологических факторов, таких как применение комбинированных заполнителей и фибровое армирование; их влияние на прочность, деформативность и стойкость строительных композитов. Исследована структура фибробетонов, полученных и испытанных авторами в лабораторных условиях. Экспериментально подтверждено, что введение в состав виброцентрифугированных бетон-

ных смесей комбинированных заполнителей и комбинированных дисперсно-армирующих волокон является целесообразным и перспективным рецептурно-технологическим приемом.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, виброцентрифугирование, фибробетон, гранитный щебень, керамзитовый гравий, прочность, трещиностойкость.

SOME TECHNOLOGICAL ASPECTS OF REGULATING THE STRUCTURE FORMATION OF VIBROCENTRIFUGED FIBER CONCRETE CONSTRUCTION STRUCTURES AND PRODUCTS

E.M. Shcherban', S.A. Stel'makh, M.P. Nazhnev, A.K. Khalyushev
Don State Technical University

Abstract. The urgency of finding ways to reduce the weight of reinforced concrete structures while maintaining the strength and deformative characteristics. There is a scientific interest in the regulation of the structure formation of heavy concrete due to the recipe-technological factors. The effect of using prescription-technological factors, such as the use of combined fillers and fiber reinforcement is expressed; their effect on the strength, deformability and durability of building composites. The structure of fiber-reinforced concrete obtained and tested by the authors under laboratory conditions was investigated. It was experimentally confirmed that the introduction into the composition of vibrocentrifuged concrete mixtures of combined aggregates and combined dispersion-reinforcing fibers is an expedient and promising formulation and technological technique.

Keywords: reinforced concrete structures, vibrocentrifugation, fiber concrete, granite rubble, expanded clay gravel, strength, crack resistance.

В современном строительстве актуальным направлением является поиск путей снижения веса железобетонных конструкций при сохранении прочностных и деформативных характеристик. В связи с этим научный интерес вызывает регулирование структурообразования тяжелых бетонов за счет рецептурно-технологических факторов, таких как применение комбинированных заполнителей и фибровое армирование.

При применении в качестве комбинированного заполнителя для бетонов строительных конструкций керамзитового гравия и природного щебня существенно снижается вес конструкций, при этом при правильно подобранном составе сохраняются высокие прочностные и деформативные показатели [1, 2].

В работе [3] установлено, что повышение эксплуатационных характеристик асфальтобетонов возможно за счет включения высокодисперсных отсеков дробления керамзита в состав наполнителя. Этот прием способствует повышению морозостойкости, трещиностойкости и сдвигоустойчивости асфальтобетонных смесей. Керамзит снижает теплопроводность и коэффициент температурного линейного расширения, что вызывает снижение температурных напряжений материала и улучшает его эксплуатационные характеристики.

При проведении экспериментальных исследований авторами рассматривался вариант комбинированного заполнителя в виде гранитного щебня и керамзитового гравия, а также комбинированного армирования виброцентрифугированного бетона в виде комбинации стальной и базальтовой фибры.

Применяли гранитный щебень Павловского месторождения, Воронежская область. В таблице 1 приведены его характеристики.

Таблица 1

Характеристики гранитного щебня

Наименование материала	Фрак-ция	Удельная поверхность, см ² /г	Насыпная плотность, кг/м ³	Истинная (средняя) плотность, кг/м ³	Пустотность, %	Общее водопоглощение
Щебень гранитный	20-2,5	4,2	1460	2700 (2690)	0,457	0,41
	20-10	2,7	1430		0,468	0,40
	10-5,0	5,4	1510		0,438	0,42
	5,0-2,5	9,4	1590		0,408	0,45

В качестве пористого компонента применяли керамзитовый гравий, произведенный в Тульской области. В таблице 2 приведены его характеристики.

Таблица 2

Характеристики керамзитового гравия

№	Характеристика	Величина
1	Размер фракции	5-10 мм
2	Насыпная плотность	400 кг/м ³
3	Прочность при раздавливании	МПа
4	Морозостойкость 20 циклов, потеря массы гравия	1,1 %
5	Процент раздавленных частиц	9 %
6	Теплопроводность	0,0910 Вт/м*К
7	Водопоглощение	260 мл
8	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	270 Бк/кг

Характеристики полученных бетонов по результатам испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристики полученных бетонов

№	Название состава	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	
			После ТВО	Нормальное твердение
1	Виброцентрифугированный бетон с заполнителем «гранит»	2405	59,7	61,2
2	Виброцентрифугированный бетон с комбинированным заполнителем «гранит+керамзит»	2153	58,1	58,7
3	Виброцентрифугированный фибробетон с заполнителем «гранит+керамзит», армированный стальной фиброй	2190	64,2	64,6
4	Виброцентрифугированный фибробетон с заполнителем «гранит», армированный базальтовой фиброй	2411	61,4	62,5

Продолжение таблицы 3

№	Название состава	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	
			После ТВО	Нормальное твердение
5	Виброцентрифугированный бетон с комбинированным заполнителем «гранит+керамзит», армированный базальтовой фиброй	2160	58,1	59,1
6	Виброцентрифугированный бетон с заполнителем «гранит+керамзит», комбинированно армированный стальной и базальтовой фиброй	2200	69,6	70,2

Анализ полученных данных показывает, что лучшие прочностные характеристики по сравнению с остальными испытанными составами имеет виброцентрифугированный фибробетон на комбинированных заполнителях, армированный комбинированной фиброй.

Эффективность фибрового армирования и степень эффективного использования возможностей фибры зависят во многом от взаимодействия волокон с бетоном-матрицей на границе раздела фаз [4]. Характер разрушения фибробетона определяется прочностью их сцепления. К разрушению может приводить разрыв волокон при максимальных напряжениях или их вытягивание из матрицы после нарушения связи с ней. Величина сцепления зависит от площади боковой поверхности фибры, которая контактирует в бетоне с цементным камнем, а также от ее размеров, формы. Условия равновесия внутренних и внешних сил:

$$\sigma_{\phi} \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\tau_{\text{сц}} \pi * d_{\phi} l_{\text{кр}}}{2} \quad (1)$$

критическая длина фибры составляет

$$l_{\text{кр}} = \sigma_{\phi} \frac{d_{\phi}}{2\tau_{\text{сц}}} \quad (2)$$

где:

σ_{ϕ} – нормальное напряжение в волокнах;

d_{ϕ} – диаметр фибровых волокон;

$\tau_{\text{сц}}$ – сцепление фибровых волокон с бетоном-матрицей.

При таких условиях будет обеспечиваться совместная работа стальной и базальтовой фибры без ее вытягивания из бетона-матрицы композита.

Структура фибробетонов, полученных и испытанных авторами в лабораторных условиях, представлена на фотографиях, сделанных с помощью микроскопа с 400-кратным увеличением (рисунки 1-6).

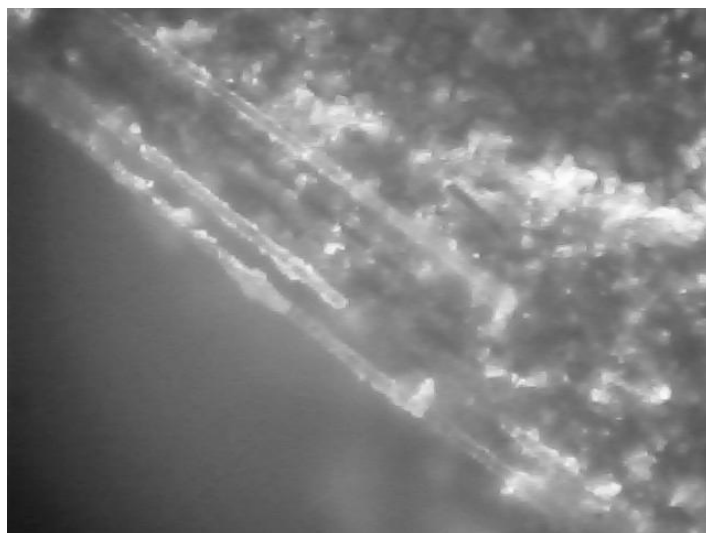


Рис. 1. Зона анкеровки базальтовой фибры

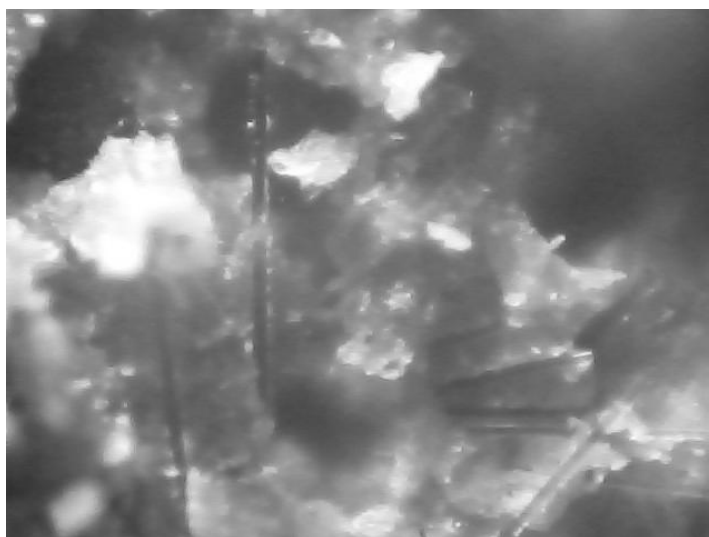


Рис. 2. Зона анкеровки базальтовой фибры

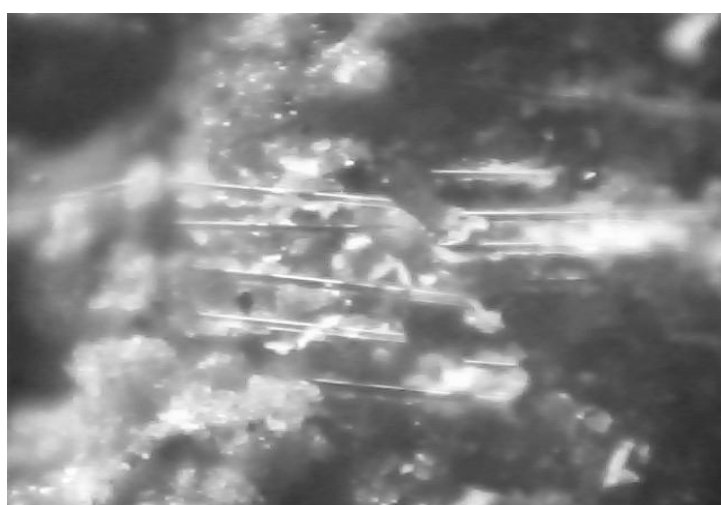


Рис. 3. Распределение базальтовой фибры в теле бетона

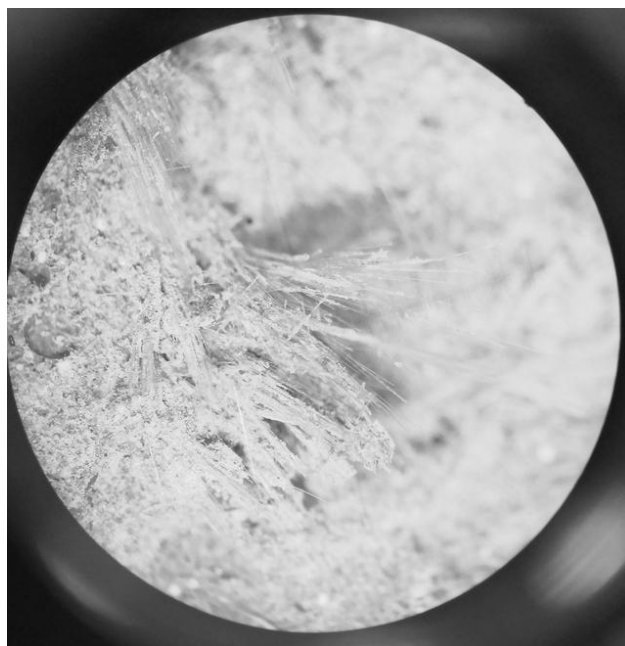


Рис. 4. Разрыв базальтовой фибры в теле бетона

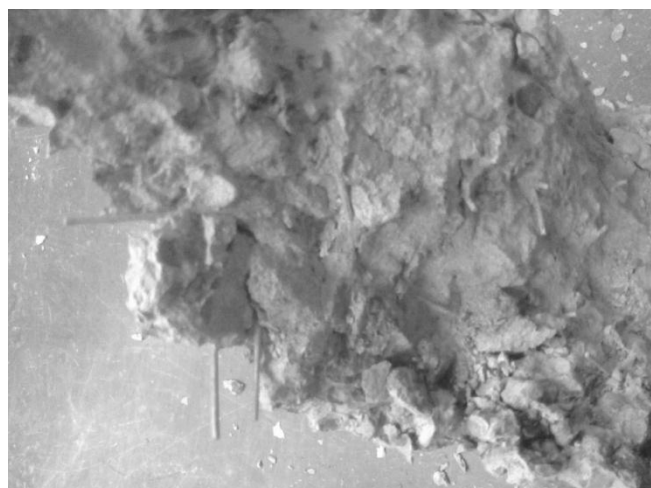


Рис. 5. Распределение стальной фибры в теле бетона

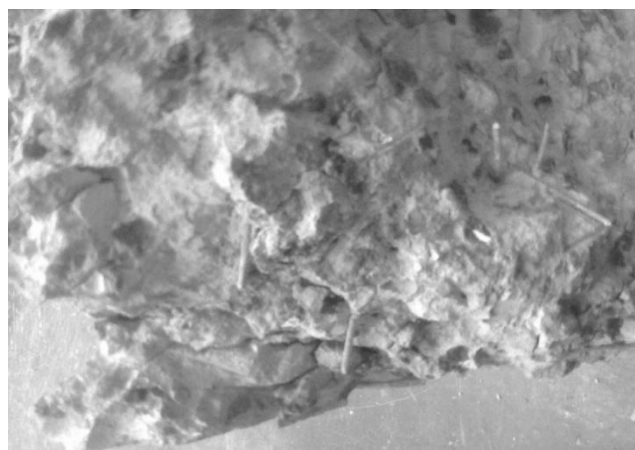


Рис. 6. Зона анкеровки и разрыв стальной фибры

Таким образом, было экспериментально подтверждено, что введение в состав виброцентрифугированных бетонных смесей комбинированных заполнителей и комбинированных дисперсно-армирующих волокон является целесообразным и перспективным рецептурно-технологическим приемом.

Список литературы

1. Искусственные пористые заполнители и легкие бетоны на их основе: справочное пособие / С.Г. Васильков, С.П. Онацкий, М.П. Элинзон и др.; Под ред. Ю.П. Горлова. М.: Стройиздат, 1987. 304 с.
2. Довгалюк В.И., Кац Г.Л. Конструкции из легких бетонов для многоэтажных каркасных зданий. М.: Стройиздат, 1984. 223 с.
3. Борисенко Ю.Г., Солдатов А.А., Бондарев Б.А. Повышение качества и эксплуатационных свойств дорожных асфальтобетонов за счет применения в их составах высокодисперсных отсевов дробления керамзита / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. Выпуск № 4 (24). 2011. С. 103-109.
4. Пантелеев Дмитрий Андреевич. Полиармированные фибробетоны с использованием аморфнометаллической фибры: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Санкт-Петербург, 2016. 155 с.
5. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М., Халюшев А.К. Влияние технологии производства на структурообразование и свойства бетона виброцентрифугированных колонн // Строительство и архитектура (2017). Том 5. Выпуск 4 (17). С. 224-228.
6. Холодняк М.Г., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Нажуев М.П., Яновская А.В., Осадченко С.А. Механические свойства виброцентрифугированных бетонов с комбинированным заполнителем и волокнистой добавкой // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]: электрон. науч.-инновац. журн. 2018. № 3. Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5047>.
7. Нажуев М.П., Яновская А.В., Холодняк М.Г., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Осадченко С.А. Анализ зарубежного опыта развития технологии виброцентрифугированных строительных конструкций и изделий из бетона // Вестник Евразийской науки [Электронный ресурс]: научный журнал. 2018. №3. Режим доступа: <https://esj.today/PDF/58SAVN318.pdf>.
8. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Халюшев А.К., Холодняк М.Г., Щербань Е.М., Нажуев М.П. Совершенствование режимов формования центрифугированных бетонных изделий кольцеобразного сечения // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]: электрон. науч.-инновац. журн. 2018. № 2. Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4832>.

ОБОЗНАЧЕНИЯ МАРОК АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТАХ

Б.Н. Ягнюк

Петрозаводский государственный университет

Аннотация. Рассматриваются обозначения марок алюминиевых сплавов, используемых для изготовления полуфабрикатов и строительных конструкций из них в европейских стандартах последнего поколения. Рассмотрены обозначения термически неупрочняемых и термически упрочняемых сплавов, литейных сплавов и состояния поставки полуфабрикатов из них. Приводится химический состав сплавов и обозначения различных химических элементов, входящих в состав сплавов.

Ключевые слова: *алюминиевые сплавы, строительные конструкции, обозначения марок, европейские стандарты.*

DESIGNATION OF ALUMINIUM ALLOYS GRADES USED FOR BUILDING STRUCTURES IN EUROPEAN STANDARDS

B.N. Yagnyuk

Petrozavodsk State University

Abstract. Designations of aluminium alloys grades used as basic products for building structures fabrication according to last generation of European Standards are considered. Designations of heat-treated and not heat-treated aluminium alloys in wrought and casting conditions with different their tempers are considered. Chemical components of alloys and their designations in grades are introduced.

Keywords: *aluminium alloys, building structures, designations of grades, European Standards.*

В связи с развитием международных отношений в области экономического сотрудничества и строительства все более проявляется интерес к характеристикам материалов, используемых в развитых странах Европы и в т. ч. металлических строительных материалов: стали и алюминиевых сплавов [1, 2, 3].

Как и в российском документе на проектирование алюминиевых конструкций (СП 128.13330.2012 [4]), так и в европейских стандартах алюминиевые сплавы разделяются на деформируемые (мягкие) и литейные сплавы (жесткие).

Обозначения деформируемых сплавов

Цифровая система обозначений алюминиевых сплавов в соответствии с их химическим составом, которая используется сейчас в странах Евросоюза, это система, принятая в Ассоциации алюминия (АА), созданной в США, и развитая в странах Европы. В европейском обозначении деформируемых сплавов появились приставка «EN AW-», а количество цифр в обозначении деформируемого сплава равно 4-м (таблица 1). Обозначения сплавов объединены в группы, а в некоторых случаях за цифровыми символами следуют буквы латинского алфавита (А, В, С, и т. д.). Наиболее важные химические элементы, входящие в

сплав, характеризуются первой цифрой в его обозначении и представлены в таблице 1.

Группы, не представленные в таблице 1 (1xxx, 8xxx и 9xxx), включают в себя следующие серии сплавов:

Таблица 1

Европейское обозначение групп деформируемых сплавов

	Mn	Mg	Si	Zn
Mn	AlMn 3xxx			
Mg	AlMgMn 5xxx	AlMg 5xxx	AlMgSi 6xxx	
Si		AlSiMg 6xxx	AlSi 4xxx	
Zn		AlZnMg AlZnMgCu 7xxx		
Cu		AlCuMg 2xxx		

1xxx – группа сплавов без присутствия легирующих элементов, но различающихся по степени чистоты сплава;

8xxx – группа разнородных сплавов (т.е. сплавов алюминия с железом), которые не могут быть объединены с другими группами;

9xxx – не используемая в настоящее время группа обозначений.

Первая цифра в обозначении представляет основную информацию о важнейшем элементе (или элементах) в группе сплавов:

2xxx – медь;

3xxx – марганец;

4xxx – кремний;

5xxx – магний;

6xxx магний и кремний;

7xxx – цинк.

Система обозначений позволяет также судить и о термической обработке сплавов соответствующей группы с целью повышения их прочности. Так, группы сплавов 1xxx, 3xxx, и 5xxx – термически не упрочняемые сплавы, увеличивающие свою прочность за счет повышения содержания магния или нагартовки. Группы сплавов 2xxx, 6xxx и 7xxx – термически упрочняемые, увеличивающие свою прочность за счет легирования но, в большей степени, за счет закалки, но нагартовка их, как правило, не выполняется. Для повышения прочности сплавов, принадлежащих группам 4xxx и 8xxx, могут использоваться все три метода (легирование, термическая обработка, нагартовка).

Обозначения литейных сплавов

Здесь предпочтение отдается сплавам с другим составом легирующих компонентов, например, широко используется группа сплавов 4xxx, с большим

содержанием кремния, что позволяет достаточно просто получать сплав высокой прочности.

В европейском обозначении литейных сплавов есть приставка «EN AC-», а количество цифр в обозначении равно 5 (таблица 2).

Первая цифра в обозначении группы литейных сплавов обозначает то же, что и первая цифра в обозначении группы деформируемых сплавов, т.е. важнейший легирующий элемент. Однако есть и отличие, которое связано с добавками магния и кремния, доля которых в литейных сплавах выше, чем в деформируемых. Это связано с использованием кремния, который вводится в сплав для уменьшения склонности к образованию усадочных трещин. И в обозначении, несмотря на то, что сплав включает в себя магний, первая цифра группы 4, а не 6, как это принято для деформируемых сплавов.

Таблица 2

Европейское обозначение групп литейных сплавов

	Mn	Mg	Si	Zn	Cu
Mn					
Mg		AlMg 5xxxx			
Si		AlSiMg 4xxxx	AlSi 44xxx		AlSiCu 4xxxx
Zn		AlZnMg 7xxxx			
Cu					AlCu 2xxxx

К группе 4xxxx относятся, в основном, термически упрочняемые сплавы, а сплавы термически не упрочняемые, с содержанием только кремния, выделены в подгруппу 44xxx.

Вторая группа термически не упрочняемых сплавов, это группа 5xxxx, в которую входят сплавы, легируемые только магнием. Упрочнение нагартовкой для них не актуально.

Марки сплавов, включенные в европейский стандарт EN 1999-1-1

Несмотря на существующую и рассмотренную нами цифровую систему, обозначения сплавов в EN 1999 для быстрого и простого понимания химического состава элементов, входящих в сплав, используется система обозначений цифровая и буквенная. В таблице 3, соответствующей таблице 3.2а-с EN 1999-1-1 [5], приводятся марки деформируемых сплавов. В таблице 4, соответствующих таблицам 3.1 и 3.2 EN 1999-1-4 [6], приводятся марки деформируемых сплавов, применяемых для изготовления тонких листов, и марки литейных сплавов.

В оголовках таблиц приводятся начальные буквы обозначения «EN AW-» или «EN AC-», относящиеся к марке любого из представленных в таблицах сплавов. Буквы латинского алфавита, используемые в названии алюминиевого

сплава, соответствуют добавке в него определенного химического элемента и дают представление о его содержании в составе сплава.

Таблица 3

Деформируемые алюминиевые сплавы, используемые для изготовления различных полуфабрикатов

Цифровое обозначение	Обозначение по хим. составу	Для изготовления первичных элементов в виде		
		листов	профилей	отливок
EN AW-	EN AW-			
3004	AlMn1Mg1	x		
3005	AlMn1Mg0,5	x		
3103	AlMn1	x		
5005/5005A	AlMg1(B)/(C)	x		
5049	AlMg2Mn0,8	x		
5052	AlMg2,5	x		
5083	AlMg4,5Mn0,7	x	x	x
5454	AlMg3Mn	x	x	
EN AW-	EN AW-			
5754	AlMg3	x	x	x
6060	AlMgSi		x	
6061	AlMg1SiCu	x	x	
6063	AlMg0,7Si		x	
6005A	AlSiMg(A)		x	
6082	AlSi1MgMn	x	x	x
6106	AlMgSiMn		x	
7020	AlZn4,5Mg1	x	x	
8011A	AlFeSi	x		

Таблица 4

Деформируемые и литейные сплавы, приведенные в EN 1999-1-4

Деформируемые сплавы, используемые для изготовления тонких листов		Литейные сплавы	
EN AW-	EN AW-	EN AC-	EN AC -
3003	AlMn1Cu	42100	AlSi7Mg0,3
3004	AlMn1Mg1	42200	AlSi7Mg0,6
3005	AlMn1Mg0,5	43000	AlSi10Mg(a)
3103	AlMn1	43300	AlSi9Mg
3105	AlMn0,5Mg0,5	44200	AlSi12(a)
5005	AlMg1(B)	51300	AlMg5
5052	AlMg2,5		
5251	AlMg2		

Состояния поставки полуфабрикатов и их обозначения

Для обозначения состояния поставки полуфабрикатов из литейных сплавов не используют латинские буквы H и O, так как такая обработка для них не выполняется. Состояние сплава, обозначаемое буквой F, является также нехарактерной особенностью. В соответствии с EN 515 это означает что «в процессе производства сплава определенные величины механических свойств не гаран-

тируются» и, следовательно, его состояние не позволяет использовать такой сплав в рассчитываемых элементах конструкций, где механические свойства имеют определяющие значения. Для прессованных полуфабрикатов это состояние сплав получает сразу после первого этапа его производства – прессования. Понятно, что производство таких сплавов будет экономичным, т. к. не требуется процедуры термической обработки.

Состояния поставки термически не упрочняемых сплавов

В разное время и в разных странах такое состояние сплава характеризовалось как «мягкий», «1/4 степень жесткости» или «1/2 степень жесткости». Сейчас состояние наиболее жесткого из таких сплавов обозначается как Н18, а состояние «1/4 степень жесткости» обозначается как Н14. Соответственно, состояния Н12 и Н16 лежат по обеим сторонам от состояния Н14. Возможно состояние «сверх жесткий», обозначаемое - Н19. Часто применяются сплавы, в двузначном цифровом обозначении состояния которых вторая цифра совпадает, например, Н1х и Н2х (Н14 и Н24). Оба этих состояния применяются для сплавов с одинаковым пределом прочности, но сплав Н2х имеет несколько меньшее значение предела текучести, но большую деформативность. Аналогичная ситуация, возникает при обозначениях состояния сплавов типа Н3х. Эти состояния достигаются с помощью поэтапной нагартовки и последующей термообработки. Собственные напряжения в таких сплавах будут меньшими, чем в сплавах состояния Н1х.

Таблица 5

Примеры состояния поставки термически не упрочняемых алюминиевых сплавов, используемых для изготовления первичных полуфабрикатов

Обозначение	Описание достижения состояния
О	Отожженный (мягкий)
Н 111	Отожженный и не полностью нагартованный (меньше, чем Н 11) при последующей вытяжке или выпрямлении
Н 12	Нагартованный, 1/4 степень жесткости
Н 22	Нагартованный и частично отожженный, 1/4 степень жесткости
Н 32	Нагартованный + стабилизирующий отпуск
Н 42	Нагартованный с лакокрасочным покрытием, 1/4 степень жесткости
Н 14	Нагартованный, 1/2 степень жесткости
Н 18	Нагартованный, 4/4 степень жесткости (полностью нагартованный)

Обозначения состояний Н4х применяются для сплавов, которые первоначально подвергаются нагартовке, а затем отжигу в процессе запекания окрасочного материала на его поверхности. Примеры состояния термически не упрочняемых алюминиевых сплавов, используемых для изготовления первичных полуфабрикатов приведены в таблице 5.

Состояния поставки термически упрочняемых полуфабрикатов

Термически упрочняемые сплавы могут иметь много состояний, но для конструктора наиболее важными будут характеристики, приведенные в таблице 6.

Примеры состояния термически упрочняемых алюминиевых сплавов, используемых для изготовления первичных полуфабрикатов

Обозначение	Описание достижения состояния
T4	Закаленный и естественно состаренный
T5	Охлажденный при равномерной температуре после формообразования и искусственно состаренный
T6	Закаленный и искусственно состаренный
T61 T64	Закаленный и не полностью искусственно состаренный для улучшения формообразования (T64 между T61 и T6)
T66	Закаленный и искусственно состаренный – уровень механических свойств выше, чем у T6, что достигается специальным контролем
T7	Закаленный и искусственно излишне состаренный (приведен с целью лучшего понимания системы обозначений)
Tx51 Tx510 Tx511	Последние цифры в этих обозначениях (51; 510; 511) показывают степень контроля над растяжением, выполняемым для снижения собственных напряжений

Список литературы

1. Malinen, P.A., Comparison of Structural Steel to Russian and European Standards / P.A. Malinen, B.N Yagnyuk // Scientific Journal. - New York : Springer New York Consultants Bureau, 2002. - vol.44, №.1-2. - P. 86.

2. Малинен, П.А. Сопоставление строительных сталей по российским и европейским стандартам / П.А. Малинен, Б.Н. Ягнюк // Сб. трудов 5-го Собрания металлословов России 10-13 сентября 2001 г. - Краснодар. 2001,- С. 339-341.

3. Малинен, П.А. Российские и европейские стали для металлических сварных конструкций / П.А. Малинен, О.В. Казачков, Б.Н. Ягнюк // Resources and Technology. - Петрозаводск : Петрозаводский университет, 2003. - №4. - С. 78-81.

4. СП 128.13330.2012: Алюминиевые конструкции // Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85 / Минрегионразвитие. Москва. 2011. – 86 с.

5. EN 1999-1-1: Eurocode 9: Design of aluminium structures, Part 1-1: General structural rules/European Committee for Standardization. Brussels, 2007. – 209 p.

6. EN 1999-1-4: Eurocode 9: Design of aluminium structures, Part 1-4: Cold-formed structural sheeting/ European Committee for Standardization. Brussels, 2007. – 65 p.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КИТАЕ И РОССИИ

Ван Ян, Л.А. Немчикова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Аннотация. В статье рассматриваются в сравнительном плане современные энергоэффективные технологии КНР и России.

Ключевые слова: *энергоресурсы, «нулевые технологии», энергосберегающие здания.*

THE MAIN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN CHINA AND RUSSIA

Wang Yang, L.A. Nemchikova

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Annotation: The article considers modern energy-efficient technologies of China and Russia in comparative terms.

Keywords: *energy resources, "zero technologies", energy-saving buildings.*

Строительство энергосберегающих зданий в Китае является важным направлением в современных строительных технологиях. В настоящее время потребление энергии и энергоресурсов в Китае намного выше, чем в других развитых странах. Сегодня Россия и Китай активно сотрудничают в сфере энергоэффективности. Это приоритетные направления, включающие продвижение лучших энергоэффективных технологий и оборудования, реализацию демонстрационных проектов в сфере энергоэффективного освещения, изучение инженерных решений по сокращению потребления энергии в ключевых отраслях энергетики, финансирование мер по повышению энергоэффективности, развитие технологий smart-грид.

Российско-китайское инновационное и научно-техническое сотрудничество является важной составной частью стратегического партнерства двух стран. В XXI веке в тенденции развития энергоэффективности обеих стран можно выделить два направления: 1) постоянное повышение эффективности использования энергии и дальнейшее снижение энергопотребления зданий; 2) улучшение сочетания развития окружающей среды и энергетики и энергичное исследование и разработка и использование возобновляемых источников энергии таких, как солнечная энергия, энергия ветра и геотермальная энергия.

Развитие возобновляемых источников энергии в энергетических программах наших стран является важной задачей для достижения цели сокращения выбросов парниковых газов, предусмотренного Киотским протоколом.

Энергосбережение – это комплекс организационных, производственных, научных, экономических, технических мер, направленных на рациональное использование и экономное расходование топливно-энергетических ресурсов.

В Китайской Народной Республике был принят специальный закон об энергосбережении, цель которого поощрения экономии энергии во всем обществе, повышения эффективности использования энергии, охраны окружающей среды, а также содействия всеобъемлющему скоординированному и устойчивому социально-экономическому развитию.

В нормативной базе и методах расчета тепловой защиты зданий в Китае и России есть много общего в подходах к энергосбережению. Тепловая защита зданий в Китае так же, как в России нормируется в зависимости от климатических условий района строительства.

Территория Китая разделена на пять зон по климатическим параметрам, которые включают субзоны в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода или периода охлаждения. Нормирование приведенных коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций осуществляется для каждой субзоны и зависит от этажности зданий. Расчет приведенного коэффициента теплопередачи ограждающих конструкций производится по методике, аналогичной приведенной в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». На значения коэффициента теплопередачи окон влияет не только этажность здания, но и коэффициент остекленности фасада. Чем выше доля остекленности фасада, тем ниже значение требуемого коэффициента теплопередачи окон.

Остекленность фасада нормируется также по зонам и учитывает ориентацию фасада. Коэффициент компактности зданий нормируется отдельно для зон с суровыми, холодными и переходными условиями. Надо сказать, что нормы тепловой защиты зданий в Китае отличаются гибкостью и реальностью выполнения.

В последние годы в Китае построены ряд энергосберегающих зданий по так называемой «нулевой технологии», когда вся энергия, необходимая для обеспечения деятельности здания производится в нем и нет потребностей в дополнительных источниках извне.

Следует заметить, что для строительства «нулевых» энергосберегающих домов требуются значительные финансовые затраты. Однако финансовые затраты компенсируются за счет экономии средств на тепло- и электроэнергию.

Правительство Китая считает, что строительство энергосберегающих домов по «нулевой технологии» имеет большие перспективы и всячески поддерживает их ввод и возведение.

Можно привести один из примеров объектов по энергосберегающим технологиям. Это Центр энергетических технологий в городе Нинбо, который сдан в эксплуатацию в сентябре 2008 года. Инженеры и генеральные подрядчики при возведении этого энергосберегающего здания, спроектировали его таким образом, чтобы максимально задействовать возможности, представленные природой, как с точки зрения эффективного использования солнечного света, так и других природных факторов.

Электроэнергия для нужд здания, общая площадь которого составляет более 1300 квадратных метров, вырабатывается с помощью солнечных батарей, которые размещены на стенах и крыше, а также с помощью ветрогенераторов.

Высокая энергоэффективность здания достигается за счет того, что его стены построены с учетом солнечных световых потоков. При этом в центральной части здания возведена светопрозрачная, открытая сверху шахта, что позволяет освещать большую часть внутренних освещений при помощи солнечного света, а не за счет электроэнергии. Аккумуляторы, в которых запасается неиспользованная электроэнергия, способны обеспечить центр электричеством в течение 14 дней.

Другой объект – это Башня Pearl River Tower в Гуанчжоу, насчитывающая 73 этажа и высоту 309 метров. Она по праву считается одним из самых крупных энергосберегающих «нулевых» зданий. Это здание было спроектировано инженерами американской компании таким образом, что для его нужд не используются внешние энергокоммуникации.

Для выработки электроэнергии применяются солнечные батареи нового поколения, а для ее аккумуляции — специальные коллекторы. Дополнительным источником электроэнергии служат ветрогенераторы, расположенные на технических этажах — движение воздушных масс в них достигается за счет специальной конструкции стен на уровне технических этажей.

Снижению потребления электроэнергии на охлаждение здания способствует специальная конструкция окон южной части башни (двойное остекление и межстекольная вентиляция), применение саморегулирующихся жалюзи (в зависимости от положения Солнца) и специальных конструкционных материалов, которые снижают прогрев здания солнечными лучами. Эффективному охлаждению способствуют и специальные каналы, насквозь принизывающие башню хладагентом. В здании планируется использовать дождевую воду для технических целей, предусмотрена специальная система рециркуляции и очистки.

Еще одним ярким примером энергосберегающих зданий является один из учебных корпусов университета Синьхуа, который находится в Пекине. Это строение не является «нулевым», т.е. для обеспечения используется энергия, подводимая извне, однако его энергоэффективность тоже поражает. До 70% электроэнергии экономится за счет крыши, которая спроектирована таким образом, чтобы максимально сократить расходы электроэнергии на охлаждение в жаркую погоду и одновременно наилучшим образом расположить солнечные батареи в ней.

Таким образом, в сфере развития и использования энергоэффективных технологий Китай и Россия успешно продолжают сотрудничать, применяя лучшие достижения мировой практики, делятся своими перспективными разработками и решают общие проблемы.

Список литературы

1. Ли Синь. Реформы в Китае: проблемы и дискуссии // Вестн. Санкт-Петерб. ун-та. Сер. 5, Экономика, – 2007. - № 1. - с. 87-95.

2. Экономика Китая : анализ состояния и перспективы развития / гл. ред. Чэнь Цзягуэй ; [рук. коллектива переводчиков А. В. Островский]. - М : Наука, 2009. – 373 с.

3. Бергер Я.М. Новый этап экономического развития Китая (К итогам 3-го пленума ЦК КПК 18-го созыва) // Проблемы Дал. Востока, – 2014. – №2 – с. 49-62.

СЕКЦИЯ 5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Председатель секции: кандидат технических наук, заведующий кафедрой
«Электроэнергетика» Гончаров Сергей Алексеевич

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКА ТРЕТЬЕЙ ГАРМОНИКИ В СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 400 В ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОЙ И НЕЛИНЕЙНОЙ БЫТОВОЙ НАГРУЗКЕ

С.М.-К. Абдулаев

Волгоградский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье проведено моделирование электрической сети напряжения 400 В с учётом несимметричной и нелинейной бытовой нагрузки. При моделировании использовались данные полученные в результате измерений, проводимых на подстанциях 10/0,4 кВ и исследований бытовых электроприемников. По результатам моделирования получено распределение тока третьей гармоники в фазных и нулевом проводах по длине линии и сделан вывод, что компенсация наибольшего тока – в нулевом проводе, на головном участке сети, является наиболее предпочтительным способом снижения потерь электроэнергии из-за протекания несинусоидальных токов.

Ключевые слова: *высшие гармоники, несимметрия, нелинейная нагрузка, потери электроэнергии, электрические сети, бытовая нагрузка.*

DISTRIBUTION OF THE CURRENT HARMONIC CURRENT IN A RURAL ELECTRIC NETWORK WITH A VOLTAGE OF 400 V WITH UNSYMMETRIC AND NONLINEAR DOMESTIC LOAD

S.M.-K. Abdulaev

Volgograd State Agrarian University

Abstract. In the article, the modeling of a 400 V electric network was carried out taking into account asymmetric and nonlinear household loads. In the simulation, the data obtained from measurements carried out at 10 / 0.4 kV substations and studies of household electrical receivers were used. According to the simulation results, the third harmonic current distribution in the phase and zero wires along the line was obtained, and it was concluded that compensation of the highest current — in the neutral wire, at the head section of the network — is the most preferable way to reduce electric power losses due to non-sinusoidal currents.

Keywords: *higher harmonics, asymmetry, nonlinear load, electrical networks, household load.*

На данный момент энергосбережение и энергоэффективность являются одними из ключевых стратегий нашего государства в электроэнергетической сфере.

Нагрузка бытового сектора в сельской электрической сети напряжением до 1000 В является несимметричной, а количество нелинейных нагрузок, генерирующих в электрическую сеть высшие гармоники тока, с каждым годом увеличивается, это также приводит к увеличению дополнительных нагрузочных потерь электроэнергии из-за протекания в распределительной сети и силовом трансформаторе несимметричный и несинусоидальных токов.

Сельские электрические сети обладают рядом неблагоприятных, с точки зрения их экономичности, особенностей. Большая протяженность, разрозненность множества маломощных потребителей, подключенных по двухпроводному соединению, радиальное построение сети, относительно малые плотности нагрузки – всё это приводит к неэффективности применения средств снижения потерь электроэнергии, применяемых в городских и промышленных сетях [1].

Электрические нагрузки – постоянно меняющаяся величина: ежегодно растет удельная нагрузка на жилые дома, происходит насыщение бытовыми электрическими приборами, производится подключение новых потребителей. Так, в последние годы наблюдаются изменения в структуре электропотребления сельского хозяйства происходит перераспределение нагрузок в сторону бытового сектора, при одновременном спаде в производственном секторе [2]. Такое изменение характера потребления в сельском хозяйстве приводит к тому, что сельские распределительные сети на данный момент характеризуются как электрические сети с преобладающей нелинейной нагрузкой.

Бытовой сектор в современном доме характеризуется широким спектром электроприемников, подразделяемых по своему назначению и влиянию на электрическую сеть на пассивных потребителей активной мощности (нагревательные приемники - утюги, электроплиты, обогреватели и пр., лампы накаливания); радиоэлектронная аппаратура и компьютерная техника; высокочастотные установки (СВЧ-печи и пр.); люминесцентные и светодиодные лампы; приемники, включающие асинхронные электродвигатели, которые работают в однофазном режиме (холодильники, стиральные машины и пр.); приемники с коллекторными электродвигателями (пылесосы, электродрели и пр.) [3].

Стоит отметить, что электропотребление жилого дома имеет случайный характер и зависит от множества различных факторов, таких как трудовой режим жильцов, уровень их достатка и быта, насыщенность электроприборами, уровень естественной освещенности комнат и т.п. Влияние на электрическую сеть каждого отдельно взятого бытового электроприбора незначительно, но в совокупности приборы, подключаемые к шинам низкого напряжения трансформаторных подстанций, оказывают ощутимое воздействие.

Характер распределения по электрической сети тока основной гармоники не представляет большого интереса для современной науки, в силу своей изученности, в то время как распределение токов высших гармонических составляющих имеет гораздо больше белых пятен. Известно, что характер протекания токов высших гармоник по электрической сети отличается от характера протекания токов основной гармоники в силу определенных обстоятельств: расположения источников высших гармоник – нелинейных сопротивлений, характер изменения реактивных сопротивлений от частоты, повышенное сопротивление электрической сети и силовых трансформаторов токам нулевой последовательности.

Проведение полноценных исследований распределения токов высших гармоник по участкам в реальной сети напряжением 400 В является трудновыпол-

нимой задачей, вследствие этого характер протекания токов высших гармоник по участкам электрической сети остается малоизученным.

Известно, что наиболее значимой в спектре гармоник бытовых потребителей является третья. Это объясняется и тем, что третья гармоника как правило имеет наибольшую амплитуду в гармоническом составе тока и напряжения, так и синфазность гармоник кратных третьей, что в итоге образуют нулевую последовательность [4].

В соответствии с вышесказанным, в среде Multisim 10.1. была разработана модель среднестатистической сельской электрической сети напряжением 400 В с нелинейной бытовой нагрузкой, генерирующей токи третьей гармоники [5].

Снимок экрана рабочего окна программы Multisim 10.1 с загруженной моделью представлен на рисунке 1.

Протяженность линии принята 500 м. Номинальная мощность подстанции - 250 кВА, схема соединения обмоток «звезда – звезда с нулем», сечение и марка провода – А50, расстояние между опорами – 25 м. Потребители подключались поочередно к каждой фазе (рисунок 2), таким образом, расстояние между потребителями одной фазы составляет 75 м, общее количество потребителей – 21, по 7 на каждую фазу.

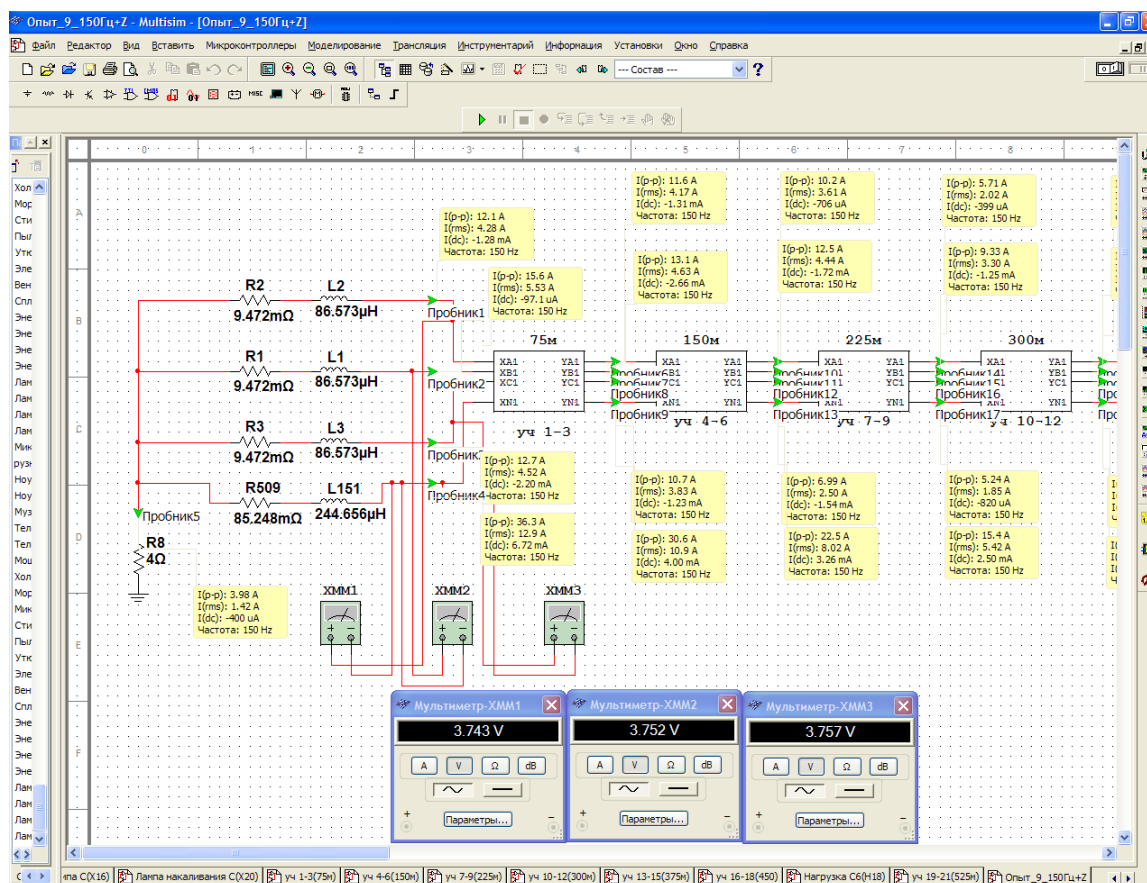


Рис. 1 – Окно программы Multisim 10.1 с загруженной моделью сельской электрической сети напряжением 400 В с нелинейной бытовой нагрузкой

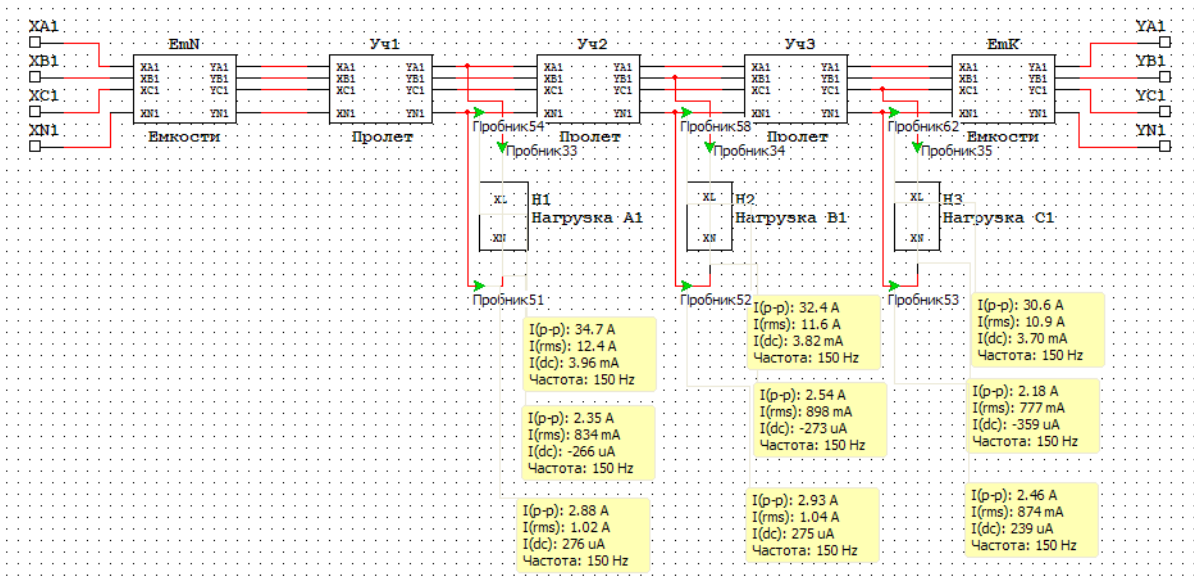


Рис. 2 – Состав одного участка сети модели сельской электрической сети напряжением 400 В с нелинейной бытовой нагрузкой

Узлы нагрузки представлены сопротивлениями основной гармоники и источником тока третьей гармоники, соединенными параллельно. Параметры нагрузки были получены из исследований электроприемников коммунально-бытового сектора [6, 7, 8]. В качестве нагрузки потребителей использовались: два ноутбука, музыкальный центр, три телевизора разной мощности, холодильник, морозильник, микроволновая печь (рисунок 3), стиральная машина, пылесос, утюг, электрочайник, вентилятор, сплит-система, четыре энергосберегающих лампы и четыре лампы накаливания.

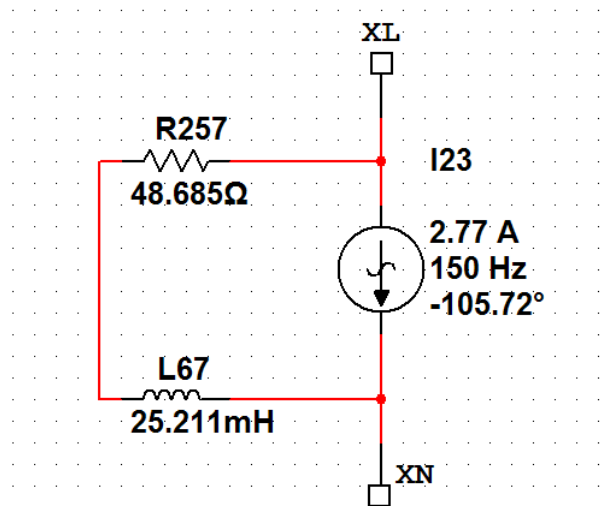


Рис. 3 – Модель нагрузки микроволновой печи

Также учитывались емкостные проводимости между проводами, между проводами и землей, которые были сосредоточены в начале и конце участков

длиной по 75 м. Учтено сопротивление нулевой последовательности трансформатора: $R_0 = (9-11) \cdot R_1$, $X_0 = (6-8) \cdot X_1$ [9].

Адекватность модели проверена путем сравнения значений коэффициентов третьей гармоники тока на головном участке сети, полученных в результате моделирования, со значениями, полученными в результате измерений на реальных головных участках сети напряжением 400 В посредством сертифицированных анализаторов качества электроэнергии Hioki 3196 и Энергомонитора 3.3Т1. Средние значения коэффициентов третьей гармоники тока в вечерний максимум различных подстанций с номинальной мощностью 250 кВА находятся в пределах от 2,93% до 15,41% для фазных проводников и в пределах от 13,17% до 65,78% для нулевого проводника. Значения коэффициентов третьей гармоники тока в вечерний максимум, полученные в результате моделирования, составляют: 6,49%, 8,79%, 7,10% для фазных проводников, соответственно, и 19,22% для нулевого проводника. Таким образом, значения, полученные в результате моделирования, укладываются в интервалы средних значений, полученных в результате измерений на реальных головных участках сети напряжением 400 В, а максимальная погрешность от среднего значения для всех измеренных подстанций мощностью 250 кВА составила 18,3% для фазных проводников и 33,7% для нулевого проводника.

При моделировании вечернего максимума нагрузки потребители включались в произвольном характере, с учётом наибольшей вероятности в период вечернего максимума. На рисунках 4 и 5 представлены графики распределения токов основной и третьей гармоники, соответственно по участкам сети в зависимости от длины линии.

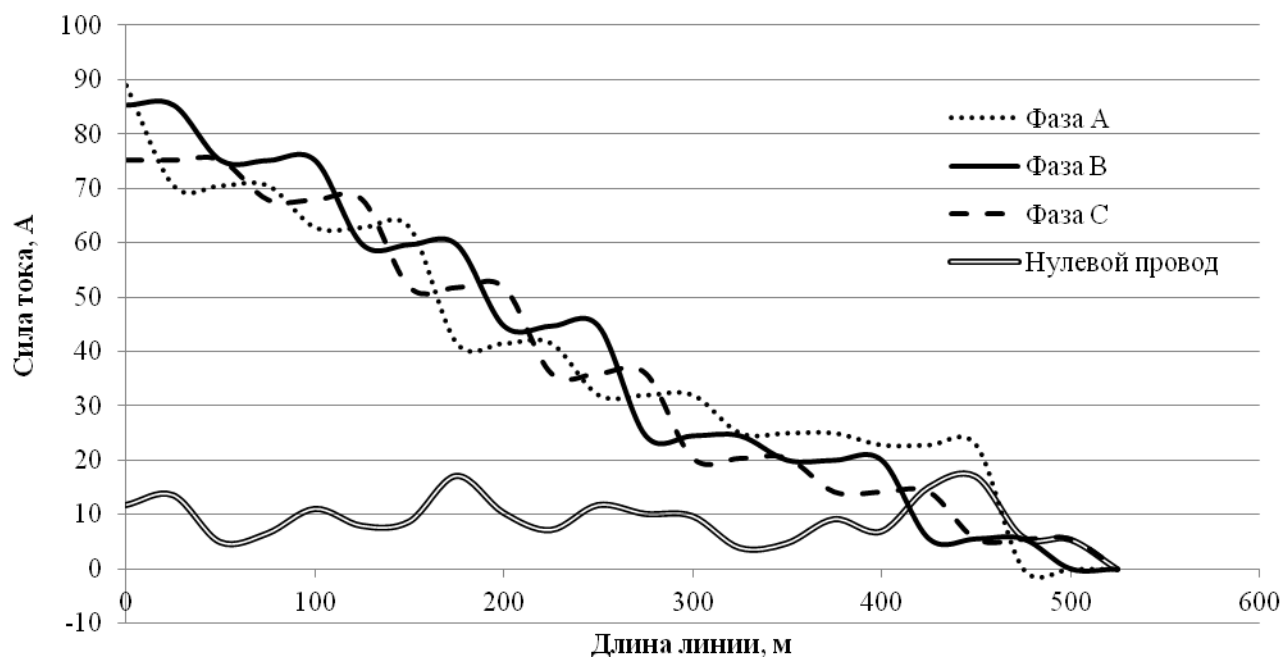


Рис. 4 – График распределения токов третьей гармоники вечернего максимума нагрузки по участкам сети

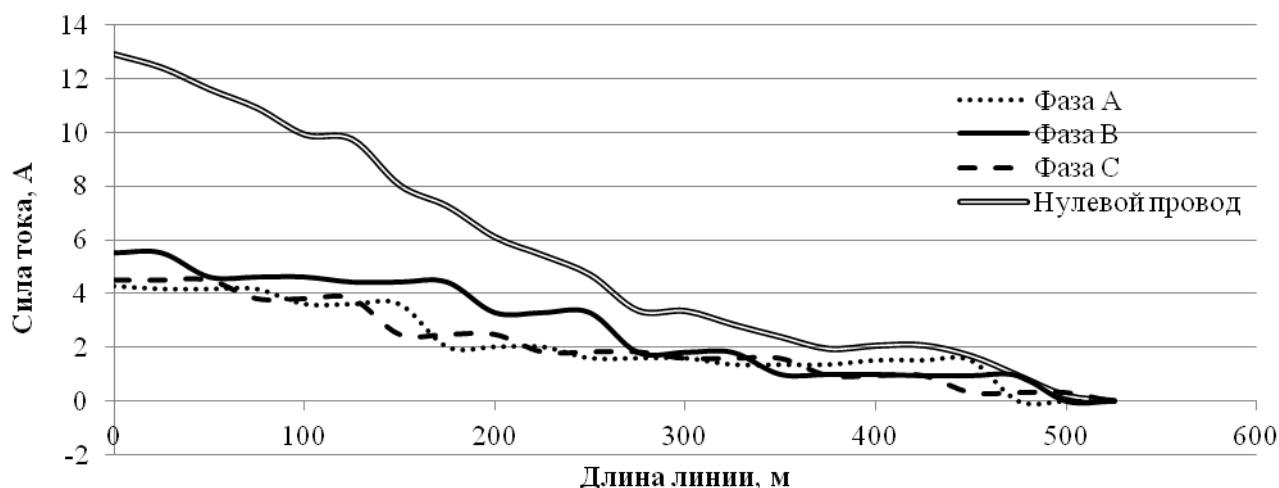


Рис. 5 – График распределения токов третьей гармоники вечернего максимума нагрузки по участкам сети

Как можно заметить, токи третьей гармоники в фазных проводах возрастают от конца линии к её началу, что свидетельствует о том, что данные токи преимущественно текут от потребителей в сторону источника питания основной частоты. Распределение тока основной частоты в нулевом проводе имеет переменный характер. В зависимости от симметричности подключения потребителей токи возрастают и убывают. Ток основной гармоники в нулевом проводе на некоторых участках линии был больше величины тока на головном участке сети. Ток третьей гармоники в нулевом проводе сети в отличие от тока основной гармоники превышает величину соответствующих фазных токов.

Наибольшая часть тока третьей гармоники нелинейного потребителя замыкается по нулевому проводу через силовой трансформатор, сопротивление которого является наименьшим по сравнению с сопротивлением нагрузок, что объясняет характер протекания тока частотой третьей гармоники от потребителя к источнику питания сети напряжением 400 В.

Таким образом, компенсация наибольшего тока – в нулевом проводе, на головном участке сети, является наиболее предпочтительным способом снижения потерь электроэнергии из-за протекания несинусоидальных токов.

Список литературы

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства: Учебник и учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – М.: Колос, 2008. - 655 с.: ил.
2. Юндин, М.А. Дополнительные потери электроэнергии в силовых трансформаторах 10/0,4 кВ / М.А. Юндин, Ю.И. Ханин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). – С.74–84.
3. Ханин, Ю.И. Корреляционный анализ факторов, влияющих на величину дополнительных потерь электроэнергии в силовых трансформаторах 10/0,4 кВ /

Ю.И. Ханин // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 26-28 января 2016 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2016. – Том 2. – 400 с.

4. Юндин, М.А. О дополнительных потерях электроэнергии в сети 0,38 кВ / М.А. Юндин, Ю.И. Ханин // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – №4(13). – С. 27–29.

5. Ханин, Ю.И. Моделирование сельской коммунально-бытовой распределительной сети 0,38 кВ с нелинейной нагрузкой, генерирующей токи частотой 150 Гц // Вестник Аграрной науки дона. – 2013. – №1(21). – С.72-77.

6. Белоусова, Л.В. Результаты статистического исследования работы холодильника «ОРСК-3» / Л.В. Белоусова // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы V Международной научно-практической конференции. / Под ред. В.А. Трушкина. – Саратов, Буква, 2014. – 358с.

7. Лещинская, Т.Б. Исследование токов эмиссии бытовых электроприемников / Т.Б. Лещинская, М.М. Таранов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2009. – №2. – С.54-61.

8. Таранов, М.М. Влияние современных электроприемников коммунально-бытового сектора на показатели качества электроэнергии и потери мощности в сетях 0,38 кВ : диссертация на соискание учёной степени канд. техн. наук / М.М. Таранов – Москва, 2010. – 172с.

9. Ханин Ю.И. Исследование динамики тока третьей гармоники в нулевом проводе электрической сети 0,38 кВ / Ю.И. Ханин, Т.С. Утёмова // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы. 2018 – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. – С.476-481.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЕЙ

И.С. Абушкин, А.Н. Попов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. В статье проанализирована нынешняя ситуация эксплуатации кабельных линий, рассмотрены причины старения изоляции кабелей и стандартные методы проверки изоляции. Выведена проблема определения остаточного ресурса изоляции кабелей. В статье приводятся методы, не приносящие вред изоляции при измерениях. На основании этих методов предлагается создать прибор, определяющий остаточный ресурс изоляции.

Ключевые слова: кабель, изоляция, возвратное напряжение, остаточный ресурс.

MODERN ASPECTS OF DETERMINATION THE RESIDUAL RESOURCE OF CABLES INSULATION

I.S. Abushkin, A.N. Popov

Polzunov Altai State Technical University

Annotation. The current situation of operation of cable lines is analyzed in the article, causes of aging cable insulation and standard insulation test methods are considered in the article. The problem of finding the residual resource of cables insulation is deduced. The article presents methods that do not bring harm to isolation during measurements. On the basis of these methods it is proposed to create a device that determines the remaining service life of the insulation.

Keywords: *cable, insulation, return voltage, residual life.*

Кабельные линии электропередач широко используются в настоящее время. Их применяют там, где установка воздушных линий электропередач затруднена или невозможна (например, на территории городов). Однако в условиях эксплуатации кабельных линий имеет место износ кабелей, а в первую очередь изоляции. Кабель с вышедшей из строя изоляцией непригоден к использованию и в случае эксплуатации такого кабеля может произойти пробой изоляции с последующим коротким замыканием на землю. Также известно, что 37% случаев отказов электрооборудования вызваны нарушением прочности электрической изоляции.

Старение изоляции вызвано различными факторами. Из-за частичных разрядов в изоляции накапливаются микротрещины, которые в будущем будут способствовать вредоносным пробоям. Влияние температуры также велико. Изнутри изоляцию может перегреть сам проводник вследствие протекания по нему электрического тока (закон Джоуля – Ленца). Нагрев изоляции приводит к её старению, а именно она становится хрупкой, появляются трещины. Также важным фактором будет влажность. Влага появляется как конденсат вследствие термоокислительных процессов или в качестве осадков. Под действием влаги будет снижаться сопротивление изоляции, так как вода имеет свободные ионы (то есть заряженные частицы), что усилит протекание тока утечки и сопутствующие потери.

В связи с существованием большого числа факторов, способствующих старению изоляции, существует необходимость в постоянном контроле её состояния и профилактики. В настоящее время определить состояние изоляции можно следующими методами:

- испытание повышенным напряжением в соответствии с действующими нормативами;
- единовременное испытание диагностическими методами.

Проблема в том, что первый метод хоть и применяется повсеместно, но имеет существенный недостаток. Поскольку испытания проводятся при повышенном напряжении, как правило в несколько раз превышающем номинальное, то происходит частичное разрушение изоляции саморазрядами на проблемных участках. Поэтому успешное испытание таким методом кабельной линии не гарантирует её дальнейшую безаварийную работу, а как раз наоборот, способствует возникновению пробоя в ближайшие полгода-год. Такой метод годится только для тестирования в лабораторных условиях изоляции вновь выпускаемых кабелей [1].

К тому же, не стоит забывать, что большинство кабельных линий уже имеет приличную наработку. Например, физический износ силовых кабельных ли-

ний с бумажной-масляной изоляцией составляет 70-80%, но они продолжают работать. Очевидно, что будет нецелесообразно проводить вредоносные для изоляции испытания повышенным напряжением. И поэтому при проверке таких кабелей стоит использовать диагностические методы оценки состояния изоляции. Это позволит не только определять ресурс изоляции, но и не уменьшать этот ресурс из-за проверки. Также существует экономическая потребность предприятий и сетевых организаций в продлении ресурса кабельных линий, ведь их повреждения являются причиной 80-90% всех отключений [3].

В настоящее время предлагают различные способы диагностики изоляции кабелей. Первый метод заключается в определении остаточного ресурса изоляции по возвратному напряжению. Суть этого метода состоит в том, что сначала прикладывают напряжения к изоляции, а затем после его отключения и замыкания электродов изоляции замеряют величину остаточного напряжения. По величине возвратного напряжения и по скорости его затухания можно судить о состоянии изоляции, однако этот метод не дает максимально точных сведений [2]. Чем больше амплитуда возвратного напряжения и чем быстрее оно затухает, тем изоляция хуже. Однако, у этого метода есть недостатки. Не всегда ухудшение качества изоляции сопровождается ростом возвратного напряжения. Например, при сквозном и равномерном увлажнении неоднородность изоляции может уменьшиться и возвратное напряжение снизится. Поэтому контроль по возвратному напряжению недостаточен и должен сочетаться с другими методами.

В качестве дополнительных методов можно применить метод определения и анализа коэффициентов абсорбции и поляризации и метод измерения тока релаксации.

Суть первого метода состоит в том, что проводят измерение величины зарядного тока изоляции при значениях времени в 15, 60 и 600 с. По полученным величинам определяют коэффициент абсорбции и поляризации, которые должны лежать в установленных пределах. По их значениям можно будет судить о состоянии изоляции.

Суть второго метода состоит в измерении разрядного тока методом амперметра после заряда изоляции напряжением в 1 кВ. Далее строятся кривые разрядного тока и по амплитуде определяют степень загрязнения изоляции.

Как уже говорилось выше, проблемой является несовершенство способов контроля изоляции. Исходя из вышесказанного, можно предложить решение проблемы. Решением проблемы может стать разработка прибора, позволяющего с помощью алгоритмов, основанных на описанных выше методах. При проведении замеров обрабатывать получаемые значения и рассчитывать остаточный ресурс, выдавая на дисплей результат. При правильном подборе компонентов можно будет сделать прибор дешевым, а значит, более доступным для организаций, что поспособствует внедрению безвредных методов контроля изоляции в практической деятельности. Но прежде всего, необходимы дальнейшие исследования описанных неразрушающих методов диагностики изоляции, поскольку экспериментальных данных пока мало. Стоит отметить, что приме-

ние неразрушающих методов совместно с использованием современного оборудования будет способствовать повышению надежности электроснабжения потребителей, а также позволит эффективнее планировать ремонт и замену силовых кабельных линий по их фактическому техническому состоянию.

Список литературы

1. Дубяго, М.Н. Разработка модели старения и определение остаточного ресурса изоляции силовых кабелей / М.Н. Дубяго // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2014. – № 4. – С. 107-114.
2. Ковригин, Л.А. Прогнозирование остаточного ресурса силовых кабелей по возвратному напряжению / Л.А. Ковригин // КАБЕЛЬ-news. – 2009. – №8. – С. 54-56
3. Хомутов, О.И. Проблема комплексной оценки изменения физико-химических свойств электроизоляционных материалов в реальных условиях эксплуатации электрооборудования / О.И. Хомутов, Т.Е. Бондаренко, А.А. Грибанов // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2002. – № 1. – С. 4-9.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ВАКУУМНЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОММУТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

А.А. Акимов, В.П. Буц, А.Н. Литвинов*

*Научно-исследовательский институт электронно-механических приборов
(НИИЭМП, Пенза)*

**Пензенский государственный университет*

Аннотация. Проведен анализ научно-технической и патентной литературы по разработке и проектированию зарубежных и отечественных вакуумных высоковольтных коммутирующих устройств (ВВКУ) для современных радиоэлектронных систем (РЭС). Показано, что в РФ в настоящее время единственным разработчиком и производителем ВВКУ является АО «НИИЭМП», проводящее большую научно-исследовательскую работу по проектированию и производству в рамках импортозамещения ВВКУ для современных РЭС, работающих в сложных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: *вакуумные высокочастотные коммутирующие устройства, радиоэлектронные системы, математическое моделирование, производство, импортозамещение.*

CONDITION AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF VACUUM HIGH-FREQUENCY COMMUNICATION DEVICES FOR MODERN RADIO ELECTRONIC SYSTEMS

A.A. Akimov, V. P. Butz, A. N. Litvinov*

Penza Scientific Research Institute of Electro-mechanical Devices (NIEMP)

**Penza State University*

Annotation. This article analyzes the scientific, technical and patent literature on the development and design of foreign and domestic high-voltage vacuum switching devices (HVVD) for modern radio-electronic systems (RES). It is shown that in the Russian Federation currently the on-

ly developer and manufacturer of HVVSD is joint stock society «НИИЭМП», conducting extensive research work on the design and production in the framework of import substitution of HVVSD for modern RES operating in difficult operating conditions.

Keywords: *high-frequency vacuum switching devices, radio-electronic systems, mathematical modeling, manufacturing, import substitution.*

Введение

Современное развитие радиоаппаратостроения, особенно в направлении снижения массы и габаритов при повышении эксплуатационных характеристик, предполагает широкое использование ВВКУ в современных РЭС различного назначения. Это обусловлено тем, что ни один из существующих типов электрических выключателей, переключателей и реле не может конкурировать с ВВКУ по совокупности основных технических характеристик в жестких условиях эксплуатации [1-3]:

- пробивное напряжение в вакууме во много раз больше, чем в воздухе, поэтому расстояние между контактами и, следовательно, ход подвижного контакта в вакууме малы, что позволяет получить большее количество операций включения-отключения, значительно повысить быстродействие коммутирующих устройств, уменьшить их массу и габариты за счет использования мало-мощных приводов;

- в вакууме не происходит окисление и загрязнение контактирующих поверхностей, поэтому контактное сопротивление мало и не изменяется в течение длительного времени, что позволяет обеспечить прохождение малых и больших токов, повысить надежность ВВКУ за счет исключения отказов, вызываемых окислением и воздействием агрессивных сред на контакты;

- вследствие малой массы подвижной части ВВКУ более устойчивы к высоким вибрационным и ударным нагрузкам;

- не происходит снижение электрической прочности межконтактного зазора при изменении атмосферного давления, влажности, пыли, повышенной температуры, т.к. контакты расположены внутри вакуумной оболочки.

Низкая резистивность контактов и низкая индуктивность ВВКУ, в сочетании с применением немагнитных материалов контактов и токопроводов, делают особенно эффективным их использование в высокочастотных цепях.

Вопросам исследования, разработки и промышленного выпуска вакуумных выключателей, переключателей и реле за рубежом в настоящее время уделяется весьма большое внимание. Лидерами по выпуску ВКУ за рубежом являются «JenningsTechnology» и «GIGAVAC» (США), «GLVAC» (Китай), в России – АО «НИИЭМП»[4-7].

В связи с разработкой мощной аппаратуры связи, комплексов радиоэлектронного противодействия, РЛС возникла необходимость в проведении работ по созданию высокочастотных высоковольтных выключателей на напряжения 10 кВ, ток до 35 А на частоте 30 МГц с повышенной износостойкостью до 5-10 млн. коммутационных операций и возможностью работы в режиме токовой коммутации. Анализ показал отсутствие разработанных, как зарубежными, так

и отечественными производителями ВВКУ, удовлетворяющих предъявляемым жестким эксплуатационным требованиям.

Таким образом, весьма актуальными являются вопросы импортозамещения и разработка новых конструкций ВВКУ, удовлетворяющих повышенным требованиям к их надежности в условиях эксплуатации. Особое значение приобретают вопросы их оптимального проектирования. При этом большое значение имеют вопросы математического моделирования состояния элементов ВВКУ при внешних технологических и эксплуатационных воздействиях, в число которых входят: технологические тепловые, вибрационные и силовые воздействия. Существенной особенностью математического моделирования состояния элементов ВВКУ является выбор и обоснование математической модели, позволяющей адекватно описывать напряженно-деформированное состояние (НДС) основных элементов, определяющих требуемые метрологические характеристики ВВКУ [8,9]: контактных систем, мембран, сильфонов.

1 Анализ зарубежных каталогов и патентов по вакуумным реле

Анализ каталогов зарубежных фирм [5-7] показывает, что по-прежнему ведущее положение в области разработки и выпуска высоковольтных реле занимают фирмы «JenningsTechnology» США, «KilovacCorporation» и «Gigavac», США. По последним данным фирма «JenningsTechnology» расширила и обновила номенклатуру выпускаемых изделий. В последнем каталоге представлено более 60 типов изделий. При этом все типы реле выполнены в металлокерамическом исполнении.

Среди вновь рекламируемых основную часть составляют реле, имеющие конструкцию «стержневого» типа. Повысился уровень номинальных напряжений и токов на частоте 32 МГц по сравнению с уровнем ранее рекламируемых реле: с 5 кВ и 12 А до 7 кВ и 15 А соответственно. На реле RF46 достигнуты величины времени срабатывания и отпускания не более 1 мс. На реле RF43 и RF73 достигнуто значение межконтактной емкости и емкости замкнутых контактов не более 0,8 пФ. Вновь рекламируются 12 типов реле, которые имеют привод с напряжением питания до 12 В. Анализ параметров этих изделий указывает, что остальные параметры находятся на ранее заявленном уровне. Это указывает на стремление разработчиков к снижению напряжения и мощности питания привода с целью расширения области использования вакуумных реле в нетрадиционных областях их применения.

К нетрадиционному использованию вакуумного реле «стержневого» типа можно отнести использование их для коммутации цепей промышленной частоты с напряжением до 24 кВ и токов до 15 А (например, RF69). Для повышения электрической прочности поверхность керамического корпуса реле покрыта диэлектрическим материалом с высокой электрической прочностью.

Анализ других конструктивных исполнений вакуумных реле, показывает, что они не претерпели существенных изменений. По-прежнему вакуумные реле RJ8A, RJ10A остаются самыми мощными среди высокочастотных вакуумных реле, а номинальные ток и напряжение у них остаются самыми высокими и со-

ставляют 10 кВ и 30 А на частоте 32 МГц. Эксплуатационные характеристики реле остались на прежнем уровне.

Фирма «Kilovac Corporation» значительно расширила выпуск вакуумных и газонаполненных реле. В настоящее время она выпускает высоковольтные и высокотоковые реле, высокочастотные, маломощные реле, реле для военной техники и реле общего назначения. Общее количество рекламируемых реле составляет более 70 типов, при этом продолжает выпускать реле в металлостеклянном исполнении. Вероятнее всего это связано с тем, что такие реле фирмы «Kilovac Corporation» в прежние годы широко использовались в медицинском оборудовании, лазерных и рентгеновских источниках питания, автоматическом оборудовании для испытаний на электрическую прочность диэлектрика и другом оборудовании, где не предъявляются высокие требования по стойкости к механическим воздействиям. В настоящее время фирмой рекламируется 12 типов реле в металлостеклянном исполнении, в том числе 7 типов высокочастотных вакуумных реле, рассчитанных на использование при напряжении до 5 кВ и токах от 2 до 8 А на частоте 32 МГц, высоковольтное вакуумное реле Н-25 рассчитанного на использование при напряжении 50 кВ и токе 30 А на частоте 60 Гц, 3 типа реле, заполненных газом SF-6 и рассчитанных на использование при напряжении до 7,5 кВ и токе до 10 А промышленной частоты. Все реле имеют электромагнитные приводы нейтрального типа. При этом привод реле Н-25 имеет питающее напряжение 26,5В. Реле заполненные газом имеют две модификации приводов, рассчитанные на напряжение питания 12 и 26,5В, а высокочастотные реле имеют три модификации приводов, рассчитанные на напряжения питания 12, 26,5 и 115В.

Отличительной особенностью ВВКУ в металлостеклянном исполнении является то, что они имеют двух- и четырехполюсные конструкции, в то время как реле в металлокерамическом исполнении имеют однополюсные конструкции. Объясняется это тем, что в металлостеклянном исполнении конструктивно легче реализовать многополюсные конструкции.

Все рекламируемые реле в металлостеклянном исполнении допускают их использование при вибрационных нагрузках в диапазоне частот от 55 до 500 Гц с ускорением до 10 g и многократных ударах с ускорением от 10 до 30 g.

Реле имеют механический срок службы от 10^5 до 10^6 коммутационных операций. Наименьшее количество коммутационных операций имеют реле, заполненные газом SF-6. Причиной низкого коммутационного ресурса является то, что указанные реле предназначены и широко используются в цепях емкостного разряда в режиме коммутации «замыкание под нагрузкой», что приводит к быстрому износу их контактов.

Анализ реле в металлокерамическом исполнении фирмы «Kilovac Corporation» показывает, что все многообразие реле разработано на базе ранее выпускаемых реле, по сути являющихся в настоящее время базовыми конструкциями. Типовыми представителями таких конструкций являются реле НС-1, К41, К61, НС-11, НС-20. Каждая базовая конструкция имеет до 6 конструктивных исполнений, отличающихся, в зависимости от области приме-

нения, конструктивным исполнением отдельных узлов, видом диэлектрика, используемого в межконтактном зазоре, материалом контактов и т.д.

Так, например, на базе реле НС-1 разработано еще 5 типов (НС-2...НС-6), каждый из которых имеет конкретную область применения. Реле НС-1 относится к высокочастотным реле и используется в высокочастотных цепях аппаратуры связи и других радиотехнических устройствах в режиме бестоковой коммутации. В изделии в качестве диэлектрика в межконтактном зазоре использован вакуум, а контакты изготовлены из меди, что позволяет обеспечить высокую электрическую прочность (до 5 кВ) в изделии при малом межконтактном зазоре, малое время срабатывания (6 мс) и малое контактное сопротивление (0,01 Ом). При этом номинальный ток и напряжение на частоте 32 МГц составляют 7 А и 1,5 кВ соответственно. Реле НС-2 относится к высоковольтным высокотокковым реле и используется для бестоковой коммутации цепей промышленной частоты. В отличие от реле НС-1 керамический корпус реле НС-2 залит диэлектрическим материалом, позволяющим повысить электрическую прочность реле до 8 кВ. Реле НС-3 относится к маломощным реле, используемым для токовой коммутации цепей промышленной частоты. Контакты изготовлены из вольфрама, для обеспечения коммутации малых токов под нагрузкой. Применение вольфрамовых контактов привело, по сравнению с реле НС-2, к увеличению межконтактного сопротивления с 0,01 Ом до 0,02 Ом и снижению пропускаемого тока до 18 А промышленной частоты. Реле НС-4, также как реле НС-3, имеет вольфрамовые контакты и залит диэлектрическим материалом, что позволяет его использовать в электрических цепях для токовой коммутации малой мощности и пропускать токи частотой 60 Гц до 15 А при напряжении в цепи до 8 кВ. Совокупность конструктивных особенностей параметров реле позволяет его широко использовать в схемах дефибрилляторов. В реле НС-5 и НС-6 в качестве диэлектрика в межконтактном зазоре использован электроотрицательный газ SF₆. Кроме того, в реле НС-6 керамический корпус залит диэлектрическим материалом и контакты выполнены из вольфрама. Совокупность таких конструктивных особенностей реле НС-5 и НС-6 позволяет использовать их для коммутации под нагрузкой электрических цепей промышленной частоты с напряжением до 3,5 кВ (НС-5) и 8 кВ (НС-6) и током 8 А. Все реле серии НС имеют привода трех модификаций, рассчитанные на работу при напряжении 12; 26,5 и 115 В.

Аналогичный подход наблюдается и в остальных изделиях. Так на основе базовой конструкции К-41 разработано 5 типов реле; два выключателя (НО и НС) и переключатель с приводом нейтрального типа, по одному выключателю и переключателю с приводом поляризованного типа. Все реле предназначены для использования в высокочастотных цепях и допускают коммутацию малых токов под нагрузкой.

Обзор рекламных публикаций фирмы «Gigavac» (США) показывает, что фирма после 2002 года значительно расширила выпуск вакуумных и газонаполненных реле. В настоящее время фирма выпускает высоковольтные и высокотокковые реле, высокочастотные, маломощные реле, а также реле для воен-

ной техники и реле общего назначения. Общее количество типов рекламируемых реле составляет более 70 типов. Все типы реле выполнены в металлокерамическом исполнении.

Анализ вакуумных реле, характерными представителями которых являются GH1-GH5, G41A, G41B, G41C, G43A, G43A, G43A, G45A, G47A, G2, G8, G15 и др., показывает, что указанные изделия, по массогабаритным, эксплуатационным и электрическим показателям полностью соответствуют аналогичным изделиям, выпускаемым фирмами «JenningsTechnology» и «KilovacCorporation».

Расширена линейка мощных вакуумных реле (G20, G22, G28, G30, G32 и G38), на номинальные ток и напряжение 10 кВ и 30 А на частоте 32 МГц. Линейка мощных высокочастотных вакуумных реле представлена 2 типами (G20 и G30), предназначенных для работы на промышленной частоте, двумя типами вакуумных и двумя типами газонаполненных ВВКУ.

2 Анализ технических решений, использованных в отечественных разработках ВВКУ

В настоящее время отечественной промышленностью разработано 16 типов вакуумных высокочастотных выключателей и переключателей, в том числе 5 имеют привод поляризованного типа. Основные технические характеристики упомянутых изделий приведены в [4]. Анализ конструкций отечественных ВВКУ позволяет выявить два вида конструкций, использование отдельных технических решений которых может обеспечить в разрабатываемой конструкции совокупность заданных в ТЗ электрических параметров при высоких надежности, быстродействии и устойчивости к механическим нагрузкам:

- конструкция ВВКУ «стержневого» типа с подвижным контактом, закрепленным на гибкой и вакуумно-плотной мембране, имеющая привод поляризованного типа, расположенный перпендикулярно основной оси изделия;
- конструкция ВВКУ «стержневого» типа с подвижным контактом, закрепленным на гибкой и вакуумно-плотной мембране, имеющая привод поляризованного типа, расположенный на основной оси изделия.

К изделиям первого и второго вида можно отнести вакуумные выключатели, разрабатываемые НИИЭМП. Вакуумные выключатели состоят из вакуумной металлокерамической оболочки, на которой расположены высоковольтные выводы, узла подвижного контакта и электромагнитного привода.

К достоинствам этих выключателей необходимо отнести простоту конструкции, малые габаритные размеры и массу, высокое быстродействие, обусловленные рядом конструктивных решений, примененных в изделии, в том числе: малый угол отклонения (до 2°) подвижного контакта; тонкостенная (до 30 мкм) гибкая мембрана, обеспечивающая вакуумную зону; сбалансированная конструкция подвижного узла и привода, не требующая больших усилий для переключения подвижного контакта в крайние положения и удержания его в этих положениях при механических воздействиях. Кроме того, в конструкции первого вида есть элементы настройки, регулирующие «натяг», бес-

печивающий гарантированный контакт при действующих виброударных эксплуатационных нагрузках [9] в контактной системе переключателя. Однако тонкостенная мембрана и подвижный контакт имеют относительно малое эффективное сечение, по которому может проходить высокочастотный ток. Малое сечение, особенно в месте сая мембраны с подвижным контактом, является причиной больших потерь энергии при прохождении через это сечение высокочастотного тока, вызывающего значительный перегрев тонкостенной мембраны. В совокупности с механическими нагрузками, которые испытывает мембрана от атмосферного давления, такой перегрев мембраны приводит к снижению ее циклической прочности. Кроме того, нагрев мембраны увеличивает проницаемость через нее газа из атмосферы в вакуумный объем при возрастающих электрических нагрузках, вызывая снижение электропрочности изделия в целом.

К недостаткам рассматриваемых конструкций необходимо отнести высокие значения межконтактной емкости, обусловленные конструктивными особенностями. Такие конструкции имеют межконтактные емкости от 1,2 до 4 пФ. Кроме того, в конструкции второго вида отсутствуют элементы подстройки, регулирующие «натяг» в замкнутой паре контактов выключателя, что требует при сборке наличия точно изготовленных деталей и высокоточной технологической оснастки или применения селективной сборки контактного узла.

Выводы

Анализ каталогов, патентов и рекламных публикации, а также технических решений, использованных в зарубежных и отечественных разработках ВВКУ, позволил установить следующее:

- ведущими производителями вакуумных и газонаполненных реле за рубежом остались фирмы «JenningsTechnologyCompany», «KilovacCorporation» (США) и «Siemens» (Германия). Среди отечественных производителей РЭС единственным разработчиком и изготовителем высоковольтных высокочастотных вакуумных реле является АО «НИИЭМП»;

- в рамках импортозамещения проведен анализ технических решений использованных в зарубежных и отечественных разработках ВВКУ.;

- проведенный анализ требований потенциальных заказчиков показал, что в рамках импортозамещения необходимо разрабатывать ВВКУ для РЭС с повышенными вибро-ударозащитными характеристиками, номинальным значением тока не менее 35А, напряжением 12КВ на частоте 30МГц с возможностью их использования в режиме токовой коммутации;

- конструкторско-технологическими способами необходимо обеспечить выполнение до 10^7 коммутационных операций при времени срабатывания контактных систем ВВКУ не более 0,2 мс.

Существенной особенностью проектирования современных ВВКУ является проведение теоретических исследований с использованием математического моделирования НДС элементов ВВКУ на ранних этапах их проектирования, что позволяет принимать научно обоснованные конструкторско-технологические

решения и существенно сократить сроки и стоимость проектирования современных ВВКУ [10].

Результаты проведенного анализа используются в АО "НИИЭМП" при разработке новых изделий ВВКУ в рамках программы работ по импортозамещению и позволяют сократить цикл "исследование-разработка" по созданию ВВКУ, превосходящих по основным тактико-техническим характеристикам существующих образцов передовых зарубежных фирм.

Список литературы

1. Рыбин, Г.Я. Коммутационные устройства радиоэлектронной аппаратуры. / Г.Я. Рыбин и др. Под ред. Г.Я. Рыбина. – М.: Радио и связь, 1983.-264 с.
2. Буц, В.П. Вакуумные конденсаторы / В.П. Буц, М.Г. Железнов, М.М. Юринов. – Л.: Энергия, 1971.-136 с.
3. Сливков, И.И. Электроизоляция и разряд в вакууме/И.И. Сливков.- М.: Атомиздат, 1972.-304 с.
4. <http://niiemp.ru/produksiya-i-uslugi/vakuumnye-pribory.html>
5. <http://www.gigavac.com/catalog/high-voltage-relays>
6. <http://www.glvac.com/product.asp>
7. <http://www.jenningstech.com/ps/jen/prodsearch.cgi?action=relays>
8. Akimov, A.A. Vibration Resistange analysis of contact systems in vacuum switching devices / A.A. Akimov, A.N. Litvinov // Saentific-Practical Conf. «Information Innovative Technologies», Prage, 2018, April 23-27, p.108-112.
9. Акимов, А.А. Алгоритм исследования напряженно-деформированного состояния контактных групп ВВКУ / А.А. Акимов, А.Н. Литвинов // Аналитические и численные методы моделирования естественно-научных и социальных проблем. Материалы XIIмеждунар. НТК. Пенза: Изд-во ПГУ, 2017.-С.132-135.
10. Артамонов, Д.В. Методика проведения экспериментально-теоретических динамических исследований в процессе проектирования приборных устройств / Д.В. Артамонов, А.Н. Литвинов, Н.К. Юрков // Надежность сложных технических систем, 2017, №4 (20).-С.170-178.

ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫЕ ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГОПРЕОБРАЗУЮЩЕЙ АППАРАТУРЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

А.С. Асочаков, А.И. Солдатов

Томский политехнический университет

Аннотация. В данной работе производится обзор решений по созданию отказоустойчивых цифровых систем управления в энергопреобразующей аппаратуре. Рассмотрены различные способы резервирования для повышения надёжности цифровых устройств управления.

Ключевые слова: *цифровые системы управления, резервирование, энергопреобразующая аппаратура.*

FAULT-TOLERANT DIGITAL CONTROL SYSTEMS IN POWER CONDITIONING UNIT OF SPACECRAFT

A.S. Asochakov, A.I. Soldatov
Tomsk Polytechnic University

Abstract. This paper reviews solutions for creating fault-tolerant digital control systems in power conditioning unit. Various redundancy methods are considered to increase the reliability of digital control devices.

Keywords: *digital control systems, redundancy, power conditioning unit.*

В настоящее время в отечественных приборах ЭПА КА применяется аналоговая система автоматического регулирования.

Данная система хорошо себя зарекомендовала с точки зрения высокого быстродействия, точности стабилизации выходного напряжения и безотказности. Недостатками данного способа построения системы автоматического регулирования являются [1]:

1. Большая площадь ЭРИ, размещенных на силовых блоках;
2. Сложность настройки, связанная с необходимостью разборки прибора и перепайки резисторов и конденсаторов, задающих коэффициенты регуляторов, одновременно во всех фазах настраиваемого преобразователя энергии;
3. Отсутствует возможность самонастройки системы автоматического регулирования при изменении характеристик источников энергии и нагрузки, что приводит к необходимости снижения быстродействия системы автоматического регулирования, а значит к необходимости увеличения емкости выходного фильтра;
4. Отсутствует возможность создания гибких алгоритмов работы системы автоматического регулирования, меняющих свою структуру при изменении режима работы преобразователя;

Для устранения вышеперечисленных недостатков необходимо разработать резервированную цифровую систему автоматического регулирования.

Разработка и внедрение цифровой системы автоматического управления позволит реализовать следующие возможности, которые недоступны при аналоговой реализации:

1. Выбор оптимальных режимов работы элементов силовой части (частоты переключения силовых транзисторных ключей, перепадов индукции в магнитных элементах, пульсаций тока в индуктивных элементах и напряжения на конденсаторах и т.д.);
2. Реализация математически сложных передаточных функций (законов управления), их изменение без перепроектирования аппаратуры;
3. Обслуживание и выдача сигнальной информации о нагрузке, первичном источнике питания, опасных режимах работы и др.;
4. Реализация интеллектуальных функций адаптации, самодиагностики и самонастройки;
5. Прогнозирования катастрофических режимов;

6. Автоматическая калибровка и коррекция системы в зависимости от температуры, входного напряжения и загрузки, синхронизация процесса преобразования электроэнергии с внешними событиями и возможность «горячего» подключения/отключения силовых блоков.

7. Мониторинг напряжения и отключение отдельных блоков при падении/повышении напряжения, дистанционный сбор данных, устранение неисправностей, обнаружение неполадок.

Применение цифровых систем управления позволит снизить количество компонентов, что приведет к повышению технологичности производства устройств с цифровым управлением, уменьшению массы и габаритных характеристик, что является одним из приоритетных направлений при создании бортовых систем космических аппаратов.

Переход на цифровое управление позволит быстро работать с множеством контуров, что ведёт к расширению технологических возможностей источников питания. Например, появляется возможность независимого управления и распределения нагрузки между несколькими блоками прибора; адаптивного, предиктивного управления (управления с предсказанием) частотой ШИМ, позволяющего уменьшить задержки в контуре управления и задержки в передаче информации; оптимизации переходного режима и др.

Для использования цифровых систем управления в энергопреобразующей аппаратуре космических аппаратах необходимо повышать надёжность и отказоустойчивость цифрового управления за счёт его резервирования.

На данный момент существуют различные способы повышения надёжности вычислительных систем, которые описаны в различных статьях и патентах.

Первый способ – применение трех идентичных каналов, которые связаны с элементом «ИЛИ» и устройством формирования сигналов выборки канала [2].

В состав источника питания каждого канала входят управляемые и неуправляемые преобразователи напряжения (рис. 1).

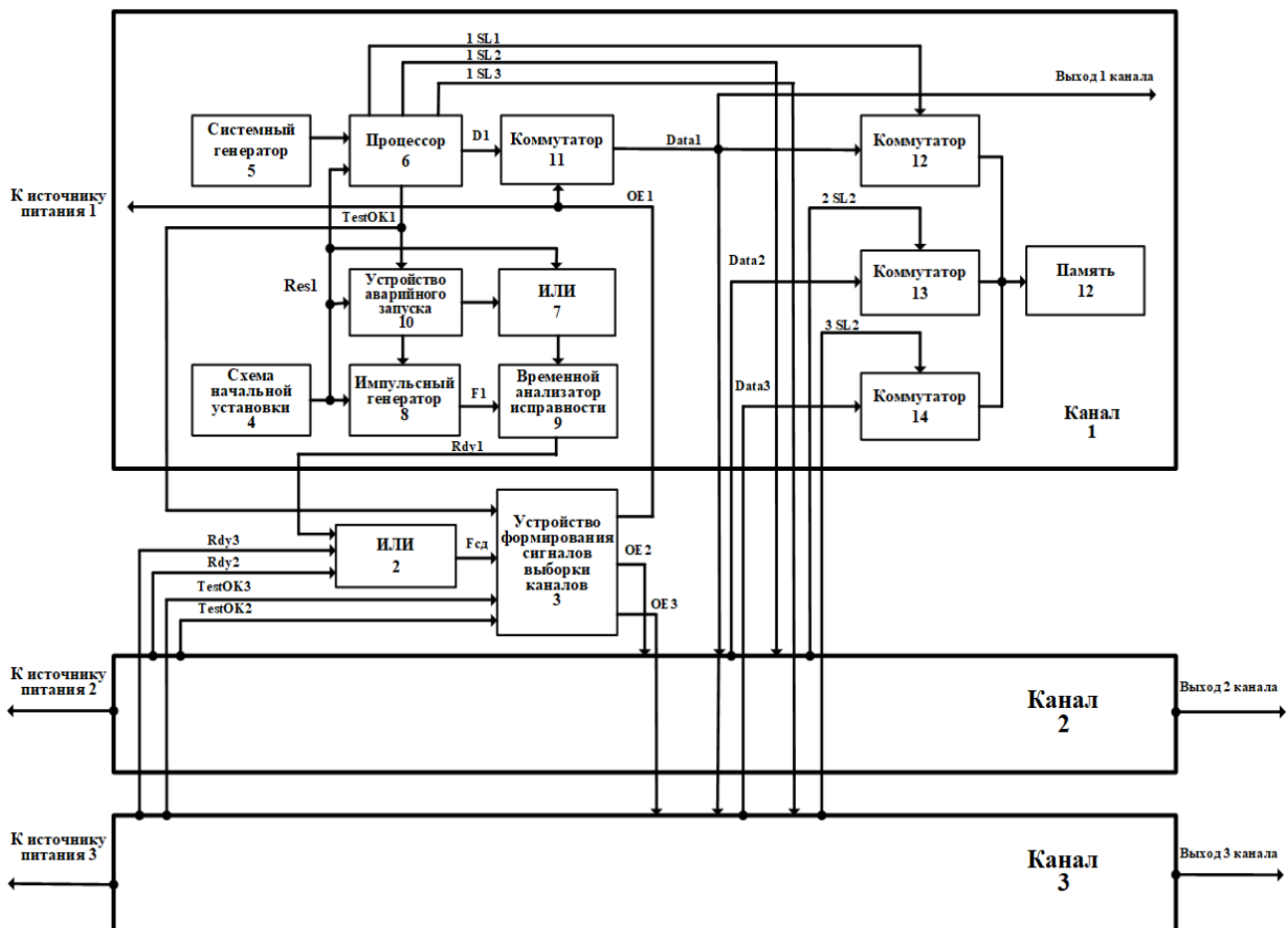


Рис.1. Структурная схема многоканальной системы

Управляемые преобразователи с помощью сигналов OE устройства формирования сигналов выборки канала 3 отключают или подключают напряжение питания канала, который состоит из системного генератора 5, процессора 6, коммутатора 11, схемы начальной установки 4, устройства аварийного запуска 10, импульсного генератора 8, элемента «ИЛИ» 7 и временного анализатора исправности 9.

Неуправляемые преобразователи служат для подачи напряжения питания устройствам, по своему функциональному назначению не допускающим снятия напряжения в процессе функционирования, а именно: элемент «ИЛИ» 2, устройство формирования сигналов выборки канала 3, коммутаторы 12-14, память 15. Неуправляемые преобразователи каждого канала через развязывающие диоды объединяются по выходам.

Когда на систему подается напряжение, схема начальной установки 4 формирует сигнал Res# (изменение состояния из логического нуля в логическую единицу). При этом разрешается работа процессорам 6, устройствам аварийного запуска 10, импульсным генераторам 8, временным анализаторам исправности 9. Устройство формирования сигналов выборки канала 3 в то же время устанавливает сигналы OE в состояние, позволяющее подавать напряжение питания на все каналы от вторичных источников.

Время выхода на режим процессоров каналов разнесено за счет выбора задержки. Процессор, первым выходящий на режим, при помощи устройства формирования сигналов выборки канала 3 формирует сигнал исправности TestOK, оставляет напряжение питания на своем канале и отключает питание от двух других (Рис.1). В результате один канал переходит в рабочий режим, а два других остаются в холодном резерве.

В случае отказа в работающем канале, о чем свидетельствует отсутствие импульсов TestOK, временной анализатор 9 формирует импульс Fсд, который поступает на устройство формирования сигналов выборки канала 3. Устройство 3 подключает питание к следующему каналу и отключает питание от двух других. Если отказ произойдет в канале, на который уже произошло переключение, аналогично подключается следующий канал и отключаются два других. Особенностью этого способа является то, что импульсы TestOK можно прерывать программно, это позволяет выбирать работающие каналы с требуемой периодичностью. Количество переключений между каналами не ограничено.

Промежуточные результаты вычислений периодически записываются в устройства памяти всех каналов, что позволяет продолжать работу на резервном канале без потери информации.

Второй способ повышения надёжности - система, которая состоит из трех однотипных резервных каналов, обозначаемых литерами А, В, С и соединенных мажоритарными связями (Рис.2). Мажоритарные элементы 4 каналов резервирования и мажоритарные устройства 12, 15, 22, 25 работают по принципу голосования «два из трех» [3].

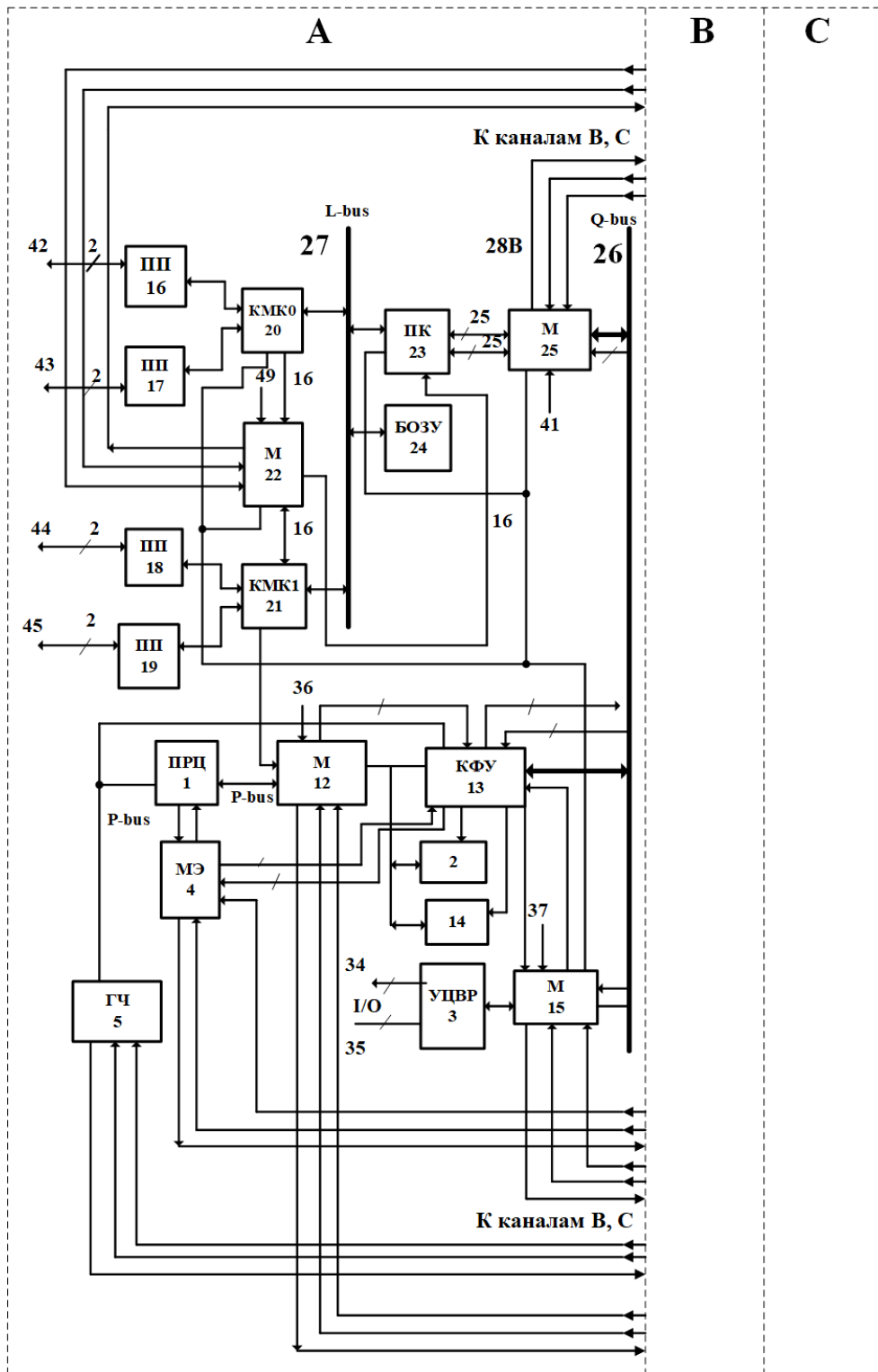


Рис.2. Структурная схема трехканальной резервированной управляющей системы

В этом способе появляется возможность мажорирования двунаправленных сигналов и введения диагностики с управлением при помощи входных сигналов на срабатывание в случае рассогласования входного и выходного сигнала в течение различного количества периодов тактовой частоты системы и по различному фронту управляющих сигналов. Функциональные возможности расширя-

ются также за счет введения мультиплексного канала обмена, который обеспечивает обмен информацией с внешними устройствами по дублированной линии передачи (в соответствии с ГОСТ Р 52070-2003).

Недостатком данного способа является невозможность реконфигурации системы в случае отказа, что снижает ценность проводимых диагностических процедур. Парирование только одного отказа и повышенное энергопотребление из-за параллельной работы трёх каналов резервированной управляющей системы приводит к снижению надёжности ввиду суммарного роста интенсивности отказов системы.

Третьим способом резервирования является четырёхканальная вычислительная система [4]. В данном случае повышение надёжности достигается за счет того, что в системе с 3-кратным резервированием каналов управления, дополнительно формируется 4-й канал управления. Каждый канал включает вычислительную и исполнительную системы. Основным режимом работы устанавливается такая конфигурация вычислительного ядра, при которой осуществляется работа одного канала в «горячем» активном режиме, то есть в режиме контроллера активного канала, второго канала - в «горячем» пассивном режиме, то есть в режиме монитора активного канала, а два других канала работают в режиме "холодного" резерва.

Для операционной системы все каналы идентичны, они различаются только физическими номерами, любому каналу может быть присвоено одно из совокупности логических имен (идентификаторов), формируемых операционной системой в процессе работы. При этом, благодаря симметрии каналов, периодически осуществляется ротация каналов, что уменьшает дозы накопленной радиации и способствует ее частичному рассасыванию в выключенном режиме.

При длительном периоде функционирования, в процессе деградации системы бортового комплекса управления из-за последовательных отказов двух каналов, продолжается функционирование одного канала в «горячем» активном режиме и второго канала - в «горячем» пассивном режиме. Выявляется возможный третий отказ одного из двух каналов, оставшихся работоспособными, и осуществляется функционирование бортового комплекса управления до полного расходования функционального ресурса, то есть вплоть до единственного канала.

Каналы межпроцессорного обмена диагностической информацией в вычислительном ядре и в исполнительном ядре резервируют с помощью последовательного мультиплексного канала обмена информацией с помощью задания совмещенного режима работы каналов этих вычислительных ядер - "Оконечное Устройство - Монитор" (за исключением канала Контроллера).

Вычислительное ядро в каждом из четырех каналов содержит два идентичных банка репрограммируемого постоянного запоминающего устройства с аппаратной возможностью перепрограммирования с Земли одного банка на фоне штатной работы с другим банком и запуска системы и ее работы из любого банка репрограммируемого постоянного запоминающего устройства с последующим выравниванием содержимого банков.

Осуществляется выбор начальной конфигурации многоканального вычислительного ядра, в том числе и при наличии аппаратных отказов отдельных дублированных частей вычислительного ядра. Операционная система БКУ настраивается на отмену некоторых запретов при попытке ввода канала вычислительного ядра в активный режим в случае отрицательных результатах тестов проверки. Это позволяет повысить живучесть системы при возникновении сложных нарушений работы, вызванных, например, кратными сбоями.

Для идентификации текущего состояния системы применяют многофакторный контроль информационных обменов по мультиплексному и межпроцессорному каналам с формированием 16-разрядного интегрального признака - слова завершения обмена. Контроль вычислительного процесса осуществляют с помощью сквозных счетчиков и по критерию прохождения обмена по всем шинам информационного обмена, при этом определяются точки отказа.

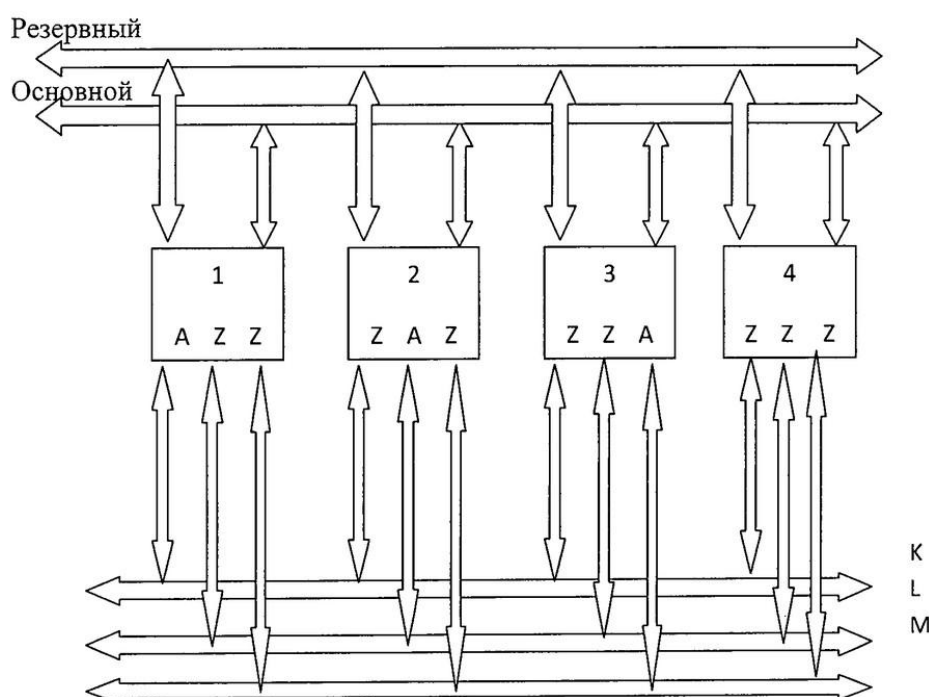


Рис.3. Конфигурация вычислительной системы блока управления и контроля

Можно добиться большей надежности и живучести, увеличивая число каналов системы сверх выбранных четырех. Но увеличение кратности резервирования всегда являлось продуктом компромисса между желанием увеличить степень отказоустойчивости и получением приемлемых массогабаритных и энергетических характеристик. Каждый дополнительный канал увеличивает и массогабаритные характеристики, и затраты энергии. Кроме того, теоретические расчеты показывают, что для высоконадежных систем длительных сроков существования увеличение кратности резервирования более 4÷5 не имеет смысла, поскольку основное влияние на общую надежность системы начинают оказывать так называемые латентные (скрытые, т.е. трудно обнаружимые) неисправности, не выявляемые рабочими тестовыми процедурами.

Рассмотренные способы повышения отказоустойчивости цифровых систем основаны на «горячем» резервировании с постоянно включёнными резервируемыми компонентами, что позволяет сохранять нормальную работу системы управления. При этом необходимо учитывать: повышение энергопотребления из-за параллельной работы нескольких каналов резервированной управляющей системы и, как следствие, снижение надёжности ввиду суммарного роста интенсивности отказов системы, необходимость синхронизации всех компонентов системы управления, деградацию параметров элементов в результате воздействия ионизирующих излучений или температуры.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56526-2015 Требования надёжности и безопасности космических систем, комплексов и автоматических космических аппаратов единичного (мелкосерийного) изготовления с длительными сроками активного существования; М.: Стандартинформ, 2016.

2. Патент РФ № 2527191 С1, МПК G06F 11/20 Резервированная многоканальная вычислительная система. Русанов В.Н., Киселев А.Ю., Сильянов Н.В. / Изобретения 2014. Бюл. 24.

3. Патент РФ № 2387000 С1, МПК G06F 11/16 Трёхканальная резервированная управляющая система. Еремеев П.М., Беликов Ю.А., Гришин В.Ю. / Изобретения 2010. Бюл. 11.

4. Патент РФ № 2449352 С1, МПК G06F 15/16 Способ формирования 4-канальной отказоустойчивой системы бортового комплекса управления повышенной живучести и эффективного энергопотребления и его реализация для космических применений. Сыров А.С., Андреев В.П., Смирнов В.В. / Изобретения 2012. Бюл. 12.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

О.П. Балашов

Рубцовский индустриальный институт (филиал) АлтГТУ им. И.И. Ползунова

Аннотация. В работе рассмотрена необходимость прогнозирования технического состояния системы электроснабжения производственных объектов.

Ключевые слова: *прогнозирование, система электроснабжения, контролируемые параметры.*

FORECASTING THE CONDITION OF THE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM OF INDUSTRIAL OBJECTS

O.P. Balashov

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) FGBOU V Altai
State Technical University. I.I. Polzunova*

Abstract. The paper considers the need to predict the technical condition of the power supply system of industrial facilities.

Keywords: *forecasting, power supply system, monitored parameters.*

В настоящее время технологические процессы обработки материалов и сырья, выполняемые на промышленных предприятиях имеют большую степень автоматизации и электрификации. Совокупность электроустановок в одном производственном цехе или корпусе может достигать в среднем от 100 до 1000 электроприемников различной мощности. Для обеспечения питания таких потребителей используется система электроснабжения производственных объектов (СЭС ПО). Автоматизация и совершенствование же технологических процессов приводит к необходимости усложнения такой системы и повышения требований к ней. Которые с одной стороны связаны с качеством электрической энергии и функционированием системы, с другой стороны - режимом работы электроприемников, режимом потребления электроэнергии и с выполняемым технологическим процессом.

Поэтому современные СЭС ПО представляют сложные системы, в которых любые аварийные или аномальной режимы могут привести либо к расстройству сложных технологических процессов и браку продукции, или прекращению их выполнения.

Но система электроснабжения, обеспечивая питание большого количества потребителей, включает в себя отдельные элементы, обеспечивающие её нормальное функционирование. Так как рассматриваемая система представляет собой сложный комплекс устройств и элементов, входящих в её состав, можно сделать вывод о том, что надёжность функционирования будет связана не только с надёжностью совокупности входящий в неё элементов, режимов их работы, но внешними факторами, не зависящими от неё: технологическим процессом, загруженностью электроприемников, наличием агрессивной среды, действием персонала и частотой мероприятий по обслуживанию и ремонту. Исходя из выше рассмотренного возникают условия в необходимости в рационализации мероприятий и уменьшения затрат на техническое обслуживание и ремонт. Согласно этому возникает необходимость в прогнозировании состояния СЭС ПО и оценки технического состояния в необходимый период времени.

При этом анализ состояния системы должен проводиться в условиях эксплуатации, при которой получение полной информации крайне затруднено или не представляется возможным.

Состояние СЭС ПО может быть описано совокупностью определяющих или контролируемых параметров. При том, множество параметров может быть различным, в первую очередь, это определяется как самим объектом контроля, так и задачей распознавания. Опишем состояние СЭС ПО с помощью вектора контролируемых параметров:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где x_n – количество контролируемых параметров.

В этом случае состояние системы характеризуется вектором X . Для упрощения процедур распознавания вектор контролируемых параметров X может быть заменен соответствующим ему вектором признаков $K = (k_1, k_2, \dots, k_n)$, который имеет ту же размерность, а значения признака k_i однозначно определяются значением соответствующего контролируемого параметра x_i на

основе заданной функции $k_i = f(x_i)$. Множество возможных значений признака k_i конечно, их количество обычно невелико (2, 3, 5). Поэтому функция $f(x_i)$ фактически отображает множество вещественных чисел в конечное множество значений признаков. Часто используется троичное представление признаков на основе процедуры допускового контроля по верхнему x_{\max} и нижнему x_{\min} уровням контролируемого параметра x_i и в этом случае:

$$k_i = f(x_i) = \begin{cases} k_{i0}, & x_i > x_{\max} \\ k_{i1}, & x_{\min} \leq x_i \leq x_{\max} \\ k_{i2}, & x_i < x_{\min} \end{cases}, \quad (2)$$

Предельные значения допускового контроля устанавливаются непосредственно в требованиях нормативно-технической документации.

Эффективность функционирования такой системы и её элементов может быть оценена применением вероятностных методов распознавания, которые позволяют прогнозировать состояния системы электроснабжения [1]. Но для правильного диагностирования необходимо иметь информацию об остаточном ресурсе работы элементов системы электроснабжения с целью его своевременной замены. Но при этом необходимо учитывать, что через определенные периоды времени в системе проводится техническое обслуживание и ремонт.

Знание и анализ закономерности изменения состояния элементов и СЭС ПО могут помочь предвидеть поведение контролируемого параметра $X_1(t)$ (рис. 1).

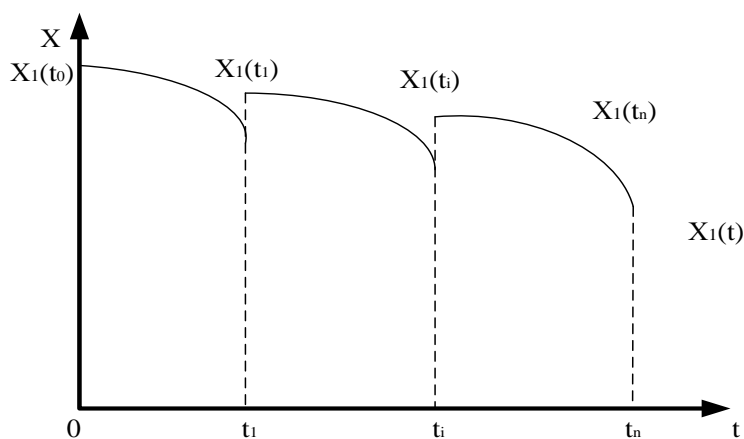


Рис. 1. Изменения контролируемого параметра в течении времени

Рассматривая контролируемую систему в целом, необходимо будет выделить ряд параметров, характеризующие состояние системы с учетом времени. Впоследствии задавая те или иные ограничения и условия можно получить закономерности их влияния и тем самым прогнозировать изменение состояния системы. При этом для получения хорошей достоверности результатов следует использовать различные методы прогнозирования с учетом требуемых результатов её решения. Например, для решения задачи прогнозирования можно ис-

пользовать статистические методы распознавания или метод Байеса при значительном объеме предварительной информации [2, 3].

Это возможно, в том числе за счет применения специализированного программного комплекса для моделирования и прогнозирования [4]. Кроме того дополнительно для полноты получаемой информации об объекте требуется использовать автоматизированные средства идентификации состояния контролируемых параметров, а также наличие высоко квалифицированного обслуживающего персонала. Например, оснащение обслуживающего персонала компьютеризованными системами для диагностики работающего под напряжением оборудования и другими электронно-измерительными приборами с малой долей погрешности.

Таким образом, возможность прогнозирования технического состояния СЭС ПО позволяет получить информацию о функционирующей системе своевременно обеспечить выполнение текущего обслуживания и ремонта, что повысит её надежность и даст экономический эффект в результате организации рационального обслуживания.

Список литературы

1. Балашов О.П., Железняк В. А. Прогнозирование состояния электрооборудования производственных объектов / Проблемы социального и научно-технического развития в современном мире: Материалы XX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) 26–27 апреля 2018 г. / Рубцовский индустриальный институт. — Рубцовск, 2018, С.203-206.

2. Техническая диагностика. Оценка состояния и прогнозирование остаточного ресурса технически сложных объектов/ Под. ред. Д.И. Нефедьева, Б.В. Цыпина. Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2013, 62с.

3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2001. 479 с.

4. Привалов, Е. Е. Диагностика электроэнергетического оборудования: учебное пособие / Е. Е. Привалов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 227 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЗНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИКИ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ

К.В. Баратова, В.И. Полищук

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. В работе обоснована взаимосвязь между амплитудой и спектральным составом полезного сигнала, а также величиной помех поступающих на вход диагностической системы синхронной машины. Разработана методика синтеза оптимального фильтра минимального порядка, который обеспечивает качественное выделение диагностического сигнала при наилучшем соотношении сигнал/шум.

Ключевые слова: синхронная машина, диагностический сигнал, спектральный состав, оптимальная фильтрация.

IMPROVING THE QUALITY OF ISOLATION OF USEFUL INFORMATION IN THE SYSTEM OF SYNCHRONIC MACHINE DIAGNOSTICS

K.V. Baratova, V.I. Polishchuk

Polzunov Altai State Technical University

Annotation. The paper substantiates the relationship between the amplitude and spectral composition of the useful signal, as well as the magnitude of the noise coming to the input of the diagnostic system of a synchronous machine. A method of filter synthesis has been developed, which provides high-quality selection of a diagnostic signal with the best signal-to-noise ratio.

Keywords: Synchronous machine, diagnostic signal, spectral composition, optimum filtering.

Введение. Системы технической диагностики электромеханических систем решают задачи определения технического состояния на ранних стадиях развития дефектов их развития тем самым предупреждают персонал необходимости своевременной разгрузки машины и выводе ее в ремонт. В ряде способов определения виткового замыкания в обмотке возбуждения синхронной машины требуется выделить полезный сигнал с датчика магнитного поля рассеяния, который прямо пропорционален уровню дефекта [1,2]. Полезный сигнал имеет довольно малую величину, 1,5...3 % от амплитуды подаваемого на вход системы измерительного сигнала. Проблема выделения полезной информации осложняется наличием большого количества шумов (высшими гармониками, импульсными шумами и т. д.).

Цель: изложение результатов по разработке и методике синтеза фильтра минимального порядка для устройства диагностики виткового замыкания в обмотке возбуждения синхронной машины.

Постановка задачи. Требуется разработать цифровой оптимальный фильтр, способный надёжно выделить полезный сигнал в виде гармонической величиной 1,5...3 % от амплитуды подаваемого на вход. Критерием оптимальности считается тип фильтра, который при равном качестве выделения диагностического сигнала имеет меньший порядок.

Для исследования была создана экспериментальная установка рис. 1. Она состоит из синхронной машины с числом пар полюсов $p=1$ (ГАБ-4-Т/230), приводимого во вращение асинхронным двигателем, питаемым частотным преобразователем (Altivar 71). Для создания замыкания с обмотки возбуждения выведены через дополнительные контактные кольца отпайки – 3 (4, 10 и 30 % витков полюса). В СГ на подшипниковом щите установлен специализированный датчик магнитного поля, сигнал с которого через коннектор ввода (СВ-68LP) и плату ввода/вывода (NI PCI 6024E, 12 разрядов, максимальная частота дискретизации 20 МГц, 16 аналоговых входов) подается в промышленный компьютер.

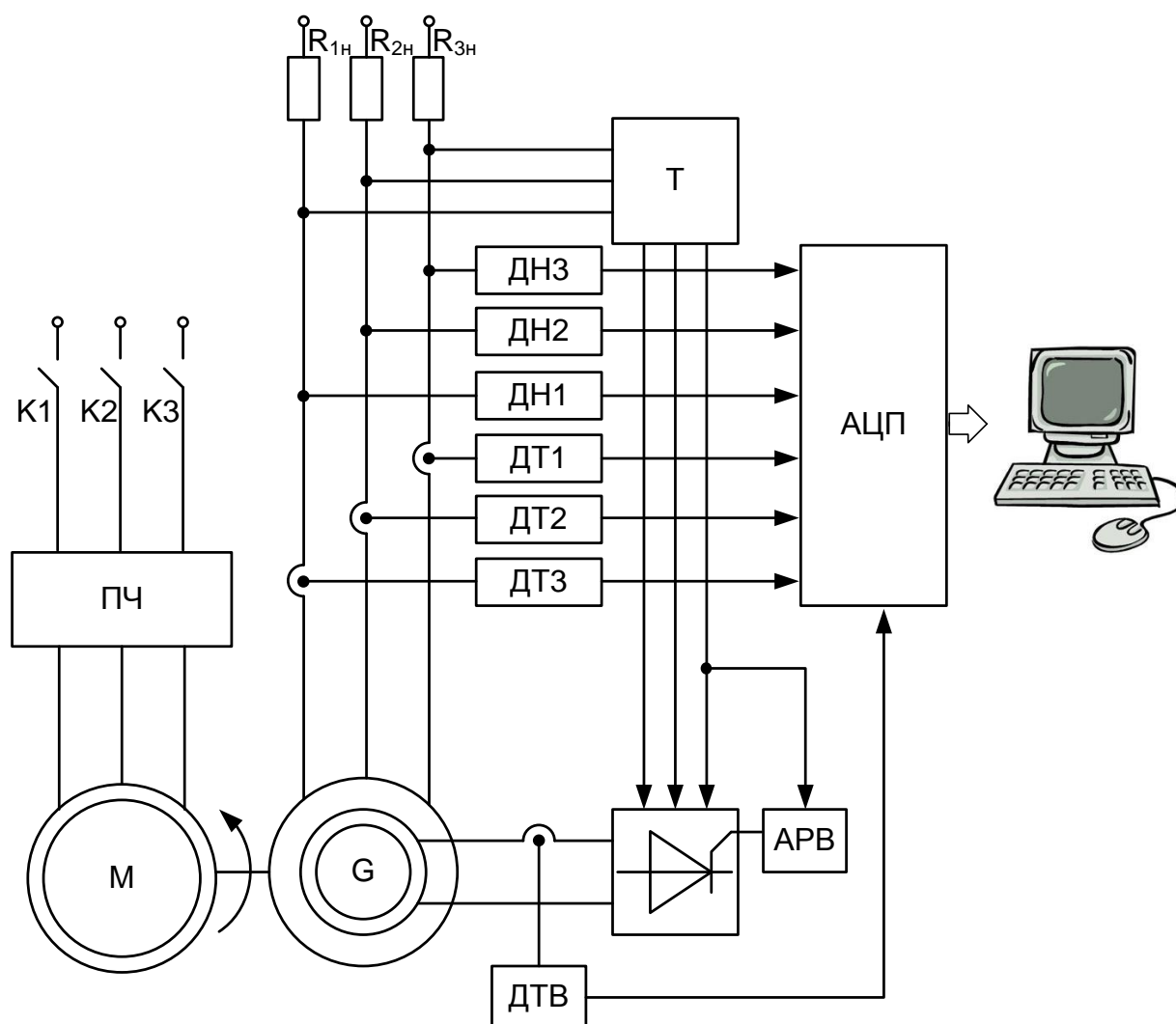


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

На рис. 2 представлены экспериментально снятая осциллограммы ЭДС на выходе датчика при наличии замыкания (для наглядности число замкнутых витков большое – порядка 30 % витков) на холостом ходу (рис. 2,а) и с нагрузкой (рис. 2,б). Кривая 1 это обозначение осциллограммы при наличии замыкания, а кривая 2 – без замыкания. Положительная и отрицательная полуволны ЭДС не симметричны, следовательно, разница положительной и отрицательной

полувольт ЭДС на выходе датчика может служить информационным признаком замыкания в обмотке возбуждения.

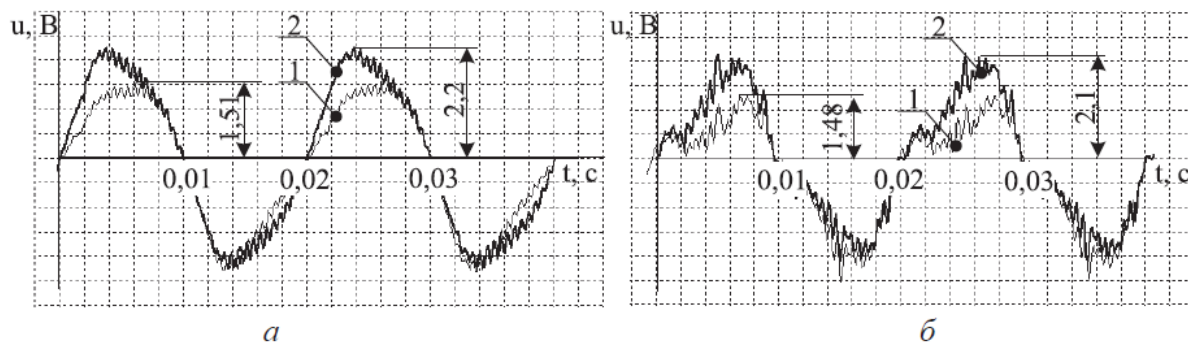


Рис. 2. Осциллограммы ЭДС на выходе индукционного датчика при ВЗ в полюсе обмотки ротора:

а) в режиме холостого хода; б) в режиме номинальной нагрузки

Для выделения сигнала, пропорционального Δe , ЭДС с датчика выпрямлялась и производилось разложение ряд Фурье (рис. 3,а). Спектрограмма показывает, что в этом сигнале основными являются: составляющая f_1 – гармоническая равная частоте вращения машины ($f_1=f_s/p$, где f_s – частота сети), постоянная составляющая f_3 , гармоническая составляющая удвоенной промышленной частоты $2f_s$ и шумы.

На рис.3,б, приведены зависимости уровня амплитуд гармоник от степени несимметрии входного сигнала. Анализ этого рисунка показывает, что с увеличением несимметрии Δe пропорционально возрастает амплитуда частоты f_1 , остальные компоненты убывают. Следовательно, диагностическим сигналом может служить амплитуда гармоники f_1 .

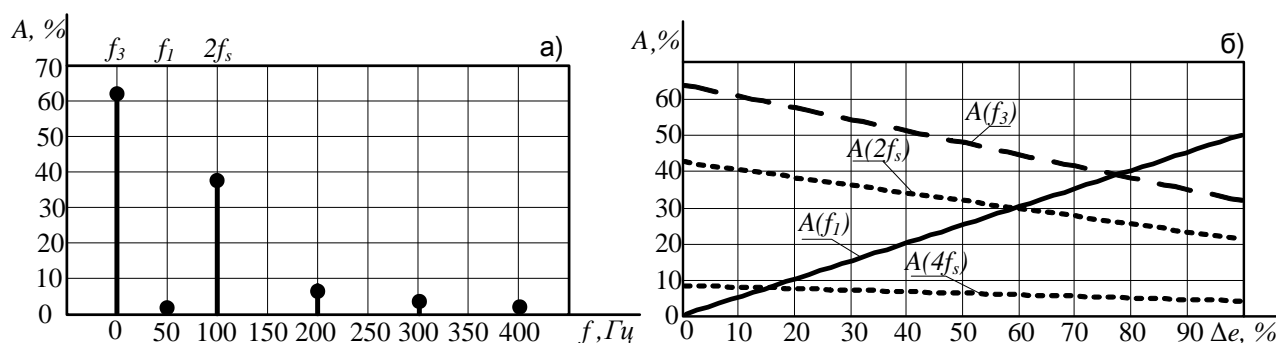


Рис. 3. Спектр частот однополярного сигнала с наличием 1,5 % несимметрии полувольт для СГ с $p=1$

Очевидно, что для корректной работы устройства необходим **полосовой фильтр (ПФ)**, подавляющий постоянную составляющую и гармоническую $2f_s$, а f_1 пропускающий с наименьшей потерей информации. В соответствии с поставленной задачей надо получить наименьший порядок ПФ при заданном

уровне подавления R_S . Методика синтеза такого ПФ приводится на примере фильтров Баттерворта и Чебышева и эллиптического.

Сначала определяется соотношение амплитуд полезного сигнала к шуму.

ПФ выполнен в виде последовательно соединённых фильтра ФВЧ, для подавления постоянной составляющей сигнала, и фильтра ФНЧ, подавляющего гармонические $2f_s$ и выше (рис. 4).

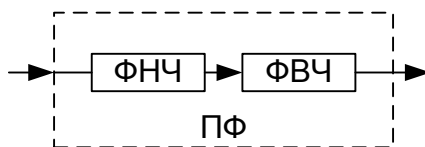


Рис. 4. Структурная схема фильтра

При синтезе ПФ не предъявляются особые требования к динамике процессов в системе, следовательно в данном случае каких либо особых требований к порядку ФВЧ не предъявляется.

В тоже время очевидно, что при качественном подавлении $2f_s$ более высокочастотные гармоники также будут подавлены.

Для определения уровня подавления R_S гармоники $A(2f_s)$ необходимо знать соотношение полезный сигнал/шум $A(f_1)/A(2f_s)$ [3], при этом R_S будет равен:

$$R_S = 20 \log \left(1 + \frac{A(2f_s)}{A(f_1)} \right). \quad (1)$$

На рис. 5 приведена зависимость необходимого уровня подавления от степени несимметрии. Как видно из рис. 5, для минимально возможной несимметрии полувольт $\Delta e = 1,5\%$, необходимый уровень подавления R_S должен составить не менее 60 дБ.

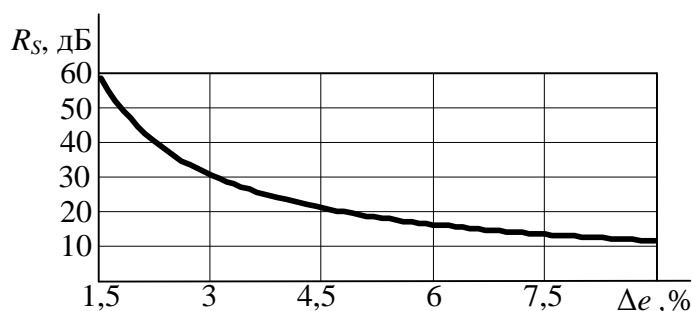


Рис. 5. Величина подавления от степени несимметрии

Для построения ФНЧ с уровнем подавления $R_S = 60$ дБ по формулам: (2), (3) и (4) были определены порядок фильтров Баттерворта, Чебышева и эллиптического фильтра, а на рис. 6 показана зависимость порядка фильтров от степени несимметрии при заданном уровне подавления [4].

Порядок ФНЧ по аппроксимации Баттерворта:

$$N_b = \frac{\log \left(\frac{\sqrt{10^{0,1R_p}} - 1}{\sqrt{10^{0,1R_s}} - 1} \right)}{\log \left(\frac{\omega_1}{\omega_0} \right)} ; \quad (2)$$

Порядок ФНЧ по аппроксимации Чебышева:

$$N_{ch} = \frac{\operatorname{arch} \left(\frac{\sqrt{10^{0,1R_p}} - 1}{\sqrt{10^{0,1R_s}} - 1} \right)}{\operatorname{arch} \left(\frac{\omega_1}{\omega_0} \right)} ; \quad (3)$$

Порядок ФНЧ по аппроксимации Кауэра:

$$N_K = \frac{K' \left(\frac{\sqrt{10^{0,1R_p}} - 1}{\sqrt{10^{0,1R_s}} - 1} \right) K \left(\frac{\omega_1}{\omega_0} \right)}{K \left(\frac{\sqrt{10^{0,1R_p}} - 1}{\sqrt{10^{0,1R_s}} - 1} \right) K' \left(\frac{\omega_1}{\omega_0} \right)} . \quad (4)$$

где N_b , N_{ch} , N_k – порядок фильтров Баттерворта, Чебышева и эллиптического фильтра; R_p – уровень искажения сигнала в полосе пропускания; R_s – уровень подавления сигнала в полосе подавления; ω_0 – частота пропускания; ω_1 – частота подавления; arch – гиперболический арккосинус; K – полный эллиптический интеграл; K' – комплементарный эллиптический интеграл.

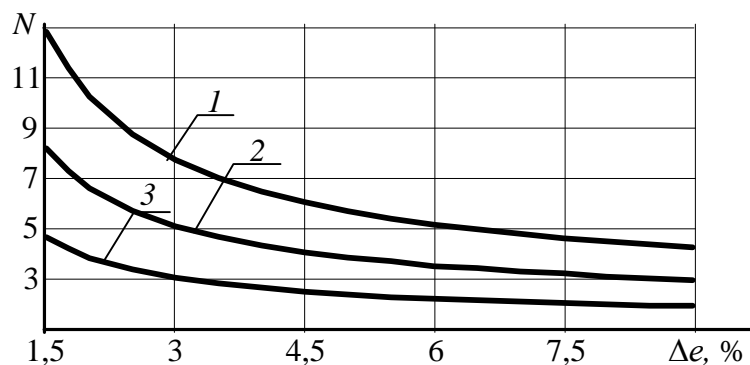


Рис. 6. Зависимость порядка фильтров от **степени несимметрии** при заданном уровне подавления (1 – по Баттерворту, 2 – по Чебышеву, 3 – по Кауэру)

Как видно из рис. 6, наименьшим порядком для минимально возможной несимметрии Δe обладает эллиптический фильтр.

Учитывая вышеизложенное, для системы диагностики синхронной машины, при заданной степени несимметрии ЭДС на выходе датчика $\Delta e = 1,5$ % был разработан эллиптический ПФ минимального порядка. Порядок ПФ при этом

составил $N_k=5$, уровень подавления $R_s=60$ дБ, уровень искажения сигнала в полосе пропускания $R_p=0,5$ дБ. Фильтр состоит из ФВЧ и ФНЧ звена, которые можно представить в виде передаточной функции:

Значения этих коэффициентов для вышеуказанного примера представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты ПФ.

	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
ФНЧ	$7,994 \cdot 10^{11}$	0	$3,168 \cdot 10^6$	0	2,62	0
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
	$7,988 \cdot 10^{11}$	$9,204 \cdot 10^9$	$4,652 \cdot 10^7$	$2,08 \cdot 10^5$	376,5	1
ФВЧ	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
	0	$3,101 \cdot 10^8$	0	$3,852 \cdot 10^4$	0	1
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
	$1,168 \cdot 10^{13}$	$4,457 \cdot 10^{10}$	$2,497 \cdot 10^8$	$5,66 \cdot 10^4$	$1,136 \cdot 10^3$	1

На рис. 7 для данного примера приведена ЛАЧХ разработанного ПФ, с выделяемой частотой $f_1=50$ Гц, которая показывает, что уровень подавления шума на частоте $2f_s=100$ Гц составил не менее 60 дБ и это полностью удовлетворяет предъявленным к ПФ требованиям.

Проверка работоспособности фильтра проводилась на основе экспериментальных данных полученных с установки рис 1. Устройство корректно выделило диагностический сигнал о наличии 1,5 % несимметрии в поданном сигнале, что говорит о селективной работе устройства и следовательно поставленная задача считается выполненной.

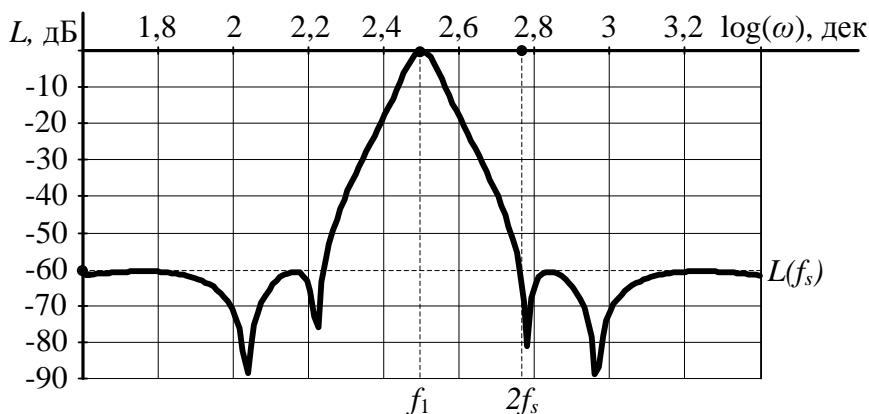


Рис. 7. ЛАЧХ ПФ

Выводы. Обоснованы зависимости между величиной несимметрии и параметрами полосового фильтра, а также разработана методика синтеза полосового фильтра минимального порядка, удовлетворяющего требованиям разрабатываемой системы диагностики.

Список литературы

1. Устройство защиты синхронной электрической машины от витковых и двойных на землю замыканий в обмотке ротора: пат. 22450 (KZ). № 2008/1073.1; заявл. 29.09.2008; опуб. 15.04.2010, Бюл. № 5. – 4 с.
2. Полищук В.И. Построение защиты от виткового замыкания в обмотке ротора синхронного генератора на основе индукционного датчика магнитного поля рассеяния // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 4. – С. 57–61.
3. Гутников В.С. Фильтрация измерительных сигналов. – Л.: Энергоатомиздат, 1992. – 192 с.
4. Роуз Дж.Д. Теория электрических фильтров. – М.: Советское радио, 1980. – 240 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Д.С. Болотов, С.К. Исхаков, А.И. Халикова

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация Сопоставлены технико-экономические показатели трёх вариантов восстановления светильников с люминесцентными лампами. В результате экспериментов и аналитических расчетов получены данные о потребляемой мощности, световом потоке, создаваемой освещенности на расстоянии метр, а так же световой отдаче восстановленных светильников.

Ключевые слова: люминесцентные лампы низкого давления, светодиодные лампы, пускорегулирующая аппаратура, дроссель, стартер.

MOTIVATION POSSIBLE VARIANT RECONSTRUCTION AND INCREASING ENERGOEFFEKTIVNOSTI LIGHTING INSTALLATION

D.S. Bolotov, S.K. Ishakov, A.I. Halikova

Novosibirsk State Agrarian University

Abstract The technical-economic factors three variants of the reconstruction lamp will matched with fluorescent lights. As a result experiment and analytical calculation are received given about consumed to powers, light flow, created luminosity on distance metre, but in the same way light return restored lamp.

Keywords: fluorescent lights of the low pressure, LED lamp, activate-regulative equipment, throttle, starter.

Для обеспечения нормированной освещенности рабочих мест на предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) недостаточно только естественного освещения, которое создаётся в результате проникновения лучистой энергии солнца в данные помещения через оконные проёмы, световоды, зенитные фонари и др. Основными источниками освещения в таких помещениях является искусственные электрические источники видимого излучения, т.е. лампы. Все лампы можно разделить на лампы накаливания, галогенные лампы, люминес-

центные лампы, разрядные лампы высокого и сверхвысокого давления, а так же светодиодные лампы и панели. Перечисленные источники видимого оптического излучения обладают своими достоинствами и недостатками, рекомендуемыми областями применения. Широкое распространение в осветительных сетях объектов АПК получили ртутные люминесцентные лампы низкого давления (ЛЛ), и, как следствие, светильники, в которых используется этот тип ламп. Невзирая на технические трудности, которые сопровождают процесс получения видимого излучения у ЛЛ, а именно, необходимость применения дополнительной пускорегулирующей аппаратуры (электромагнитной, либо электронной) эти лампы имеют существенное преимущество по сравнению с классическими лампами накаливания, в частности: из-за большего срока службы (который у ЛЛ доходит до 15 тыс. часов, по сравнению с лампами накаливания со сроком службы 1 тыс. часов), большей световой отдачей (у ЛЛ до 115 лм/Вт, у ламп накаливания до 53 лм/Вт). К основным недостаткам ЛЛ относят содержащаяся внутри данных ламп ртуть, а так же пульсации светового потока. Эти факторы, а так же прогресс в области светодиодных источников света привел к тому, что многие предприятия АПК начали плавно переходить на светодиодные панели и светильники со светодиодными лампами, поскольку это приводит к уменьшению энергопотребления осветительной сетью до 80 %. Соответственно, в процессе перехода на светодиодные источники света высвобождается значительное количество ещё не отслуживший свой ресурс светильников, предназначенных для ЛЛ. Целью данной работы является рассмотрения возможности вариантов восстановления, либо модернизации этих светильников.

В рамках данной исследовательской работы был выбран светильник ЛПО 2x36 (рыночная стоимость в среднем 600р.). Частой причиной выхода из строя таких светильников является повреждение стартера, либо самой ЛЛ. Стоимость данных деталей не велика (ЛЛ – от 46р. до 89р., стартер – от 9р. до 28р.), по этому их замена экономически обоснована. Дроссель в таких светильниках выходит из строя реже, однако, его замена сопровождается значительными материальными издержками, поскольку его цена от 170 до 350 р. Перед тем как принять решение о целесообразности восстановления путём замены дросселя, целесообразно рассмотреть возможные варианты восстановления, либо восстановления с проведением модернизации данного светильника. С этой целью нами был проведен сравнительный анализ технико-экономических показателей следующих вариантов: светильник ЛПО 2x36 с электромагнитной пускорегулирующей аппаратурой (вариант-1); светильник ЛПО 2x36 с электронной пускорегулирующей аппаратурой (вариант-2); светильник ЛПО 2x36 без пускорегулирующей аппаратуры со светодиодными лампами (СЛ) (вариант-3), которые сведены в таблице 1. Для получения этих данных были использованы следующие приборы: люксметр, многофункциональный прибор К-505, мультиметр АРРА-305, а так же линейка длиной 1м. Процесс измерения технических показателей светильника представлен на рисунок 1.

Технические показатели вариантов восстановления

№ варианта	Освещенность на расстоянии метр от ламп (ЛЛ или СЛ), лк	Потребляемая активная мощность, Вт
1	590	90
2	259	33
3	400	34

При сравнении различных источников света между собой данное сопоставление проводят по величине световой отдачи лампы (светильника с лампами), который определяют по выражению:

$$H = F / P, \quad (1)$$

где F – световой поток лампы (светильника), Лм; P – активная мощность лампы (светильника), Вт.



Рис. 1. Измерение технических показателей светильника

Значение потребляемой активной мощности светильником при данных вариантах приведено в таблице 1. Световой поток можно определить расчётным путём по следующей формуле:

$$F = 4\pi \cdot E \cdot L^2, \quad (2)$$

где L - расстояние от тела накала до фотоэлемента, м; E - измеренная освещенность, лк.

Значение E определено в процессе измерений и приведено в таблице 1.

В итоге F для анализируемых трёх вариантов составляет: для варианта-1 $F = 7410$ лм; для варианта-2 $F = 3253$ лм; для варианта-3 $F = 5024$ лм.

Световая отдача для анализируемых трёх вариантов составляет: для вари-

анта-1 $H = 82,3$ лм/Вт; для варианта-2 $H = 98,58$ лм/Вт; для варианта-3 $H = 147,8$ лм/Вт.

В качестве дополнительного сравнительного критерия рассмотрим стоимость расходных материалов, необходимых для восстановления светильника ЛПО 2x36 с вышедшим из строя дросселем (без учёта затрат на оплату труда электротехническому специалисту, осуществляющему восстановление светильника): вариант-1 предполагает только замену дросселя (в среднем 260р.), при условии сохранения в работоспособном состоянии стартера и ЛЛ; вариант-2 предполагает замену внутренней схемы внутри светильника и установку электронного пускорегулирующего устройства (в среднем электронного пускорегулирующее устройство имеет рыночную стоимость 270р.); вариант-3 предполагает замену внутренней питающей схемы внутри светильника и установку двух светодиодных ламп (стоимость каждой лампы в среднем 138р., итого две лампы 276 р.).

С учётом полученных экспериментальных и расчётных данных можно сделать вывод о том, что рассматриваемые варианты восстановления светильника имеют незначительные отклонения по затратам на приобретение расходных материалов. Расхождение между самым дешевым и самым дорогим вариантами всего 16р.

Сопоставляя показатель световой отдачи для рассматриваемых трёх вариантов восстановления можно утверждать, что самым энергоэффективным будет вариант-3 с изменением питающей схемы внутри светильника и установкой двух СЛ мощностью 18 Вт каждая, с размерами корпуса СЛ аналогичными как у ЛЛ 36 Вт, поскольку световая отдача при данном варианте составляет 147,8 лм/Вт, что более чем на 50 % выше чем при остальных вариантах. По этому именно этот вариант восстановления светильника ЛПО 2x36 самый рациональный, энергоэффективный и экономически обоснованный. При этом переход на СЛ в данном светильнике позволяет повысить его экологичность, поскольку СЛ не является ртутьсодержащим источником света в отличие от ЛЛ.

Список литературы

1. Варфаломеев, Л.П. Светотехника. Краткое справочное пособие / Л.П. Варфаломеев. – М.: Световые технологии, 2004. – 128 с.
2. Ляпин, В.Г. Проектирование и энергоаудит электрического освещения: учебное пособие / В.Г. Ляпин. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т., 2001. – 230 с.
3. Щеглов, И.П. Светотехника и электротехнологии: метод. указания для выполнения лабораторных работ № 1, 2, 3 / Новосиб. гос. аграр. ун - т; Инженер. ин - т; сост.: И.П. Щеглов, В.Г. Ляпин, Д.С. Болотов. - Новосибирск, 2017. – 34 с.
4. Щеглов, И.П. Светотехника и электротехнологии: метод. указания для выполнения расчётно-графической работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Щеглов И.П., Ляпин В.Г., Болотов Д.С. – Новосибирск, 2017. – 45 с.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Т.А. Буркова, А.А. Перельгина
Курганский государственный университет

Аннотация. Данная статья посвящена теме «Пути повышения энергоэффективности на промышленных предприятиях». Исследуются мероприятия по повышению энергетической эффективности предприятий. Приведен перечень действий по выполнению энергосберегающей программы. Рассмотрены основные направления по достижению энергосбережения на примере ряда технологических процессов на производстве.

Ключевые слова: энергоэффективность, предприятие, производство, энергосбережение, совершенствование.

WAYS TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

T.A. Burkova, A.A. PereLygina
Kurgan state University

Abstract. This article is devoted to the topic "Ways to improve energy efficiency in industrial enterprises". Measures to improve the energy efficiency of enterprises are studied. The list of actions for implementation of the energy saving program is given. The Main directions of achieving energy efficiency on the example of a number of technological processes in production.

Keywords: energy efficiency, enterprise, production, energy saving, improvement.

Вопросы энергосбережения и повышения энергоэффективности предприятий в последние годы звучат повсеместно. Интерес к теме проявляется как со стороны государства, так и со стороны собственников предприятий, заинтересованных в повышении эффективности своего производства.

Все мировое сообщество ведет активную политику в области энергосбережения и повышения эффективности потребления природных ресурсов. Россия является одним из основных экспортёров энергоносителей, несмотря на это, значительно отстает от большинства развитых стран в области энергоэффективности.

Не так давно наша страна на государственном уровне вышла на путь энергоэффективности: в 2009 году был принят Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», а в 2010 году Минэнерго разработало государственную программу «Энергосбережение и повышение энергоэффективности на период до 2020 года».

Основная цель программы — снизить к 2020 году затраты энергии на единицу ВВП на 40%. В ходе достижения указанного показателя планируется решить задачи:

- снижения нагрузки на бюджет по погашению расходов на энергоресурсы;

- обеспечения конкурентоспособности и финансовой устойчивости экономики;
- обеспечения доступных цен на энергоресурсы для населения и бизнеса;
- снижения вредных выбросов и улучшения экологической ситуации;
- повышения культуры потребления энергии [1].

Проблема неумеренного потребления ресурсов заключается в том что на большей части предприятий энергетические затраты составляют порядка 30% от всех издержек. Это связано с использованием устаревшего, физически изношенного оборудования с высоким потреблением энергии. Другая часто встречающаяся проблема — нерациональная организация транспортировки энергоресурсов.

Мероприятия по повышению энергетической эффективности на сегодняшний день это не только дань моде и красивые лозунги. Менеджеры компаний, заинтересованные в оптимизации затрат давно пришли к выводу что такие мероприятия являются реальными инструментами для повышения конкурентоспособности на рынке.

Мероприятия ведут к снижению потребления энергоресурсов при сохранении текущего объема производства, либо к увеличению объемов производства при сохранении текущего потребления энергоресурсов, в зависимости от планов компании. Это в свою очередь приводит к снижению затрат на энергоресурсы.

Таким образом, внедряя мероприятия по энергосбережению:

- предприятие получает экономический эффект, в виде снижения стоимости приобретаемых энергоресурсов
- снижается потребление энергоресурсов на единицу продукции, что повышает конкурентоспособность продукции на рынке;
- за счет модернизации оборудования снижается вероятность возникновения аварий, выхода из строя оборудования и другие факторы.

Любые энергосберегающие мероприятия следует начинать с анализа текущих условий. В области электрики такой анализ включает в себя:

1. Аудит условий энергоснабжения
2. Аудит технического состояния оборудования и всех систем обеспечения производства предприятия.

Имея на руках данные о текущей ситуации составляется программа энергосбережения, которая представляет собой план мероприятий, с расчетом экономической составляющей проекта и сроками окупаемости необходимых финансовых вложений [2].

При этом все мероприятия по энергосбережению можно условно разделить на две основные группы:

1. Обязательные мероприятия, проведение которых обусловлено необходимостью выполнения требованиями тех или иных нормативных актов. К таким мероприятиям можно отнести требование к оснащению приборами учета энергоресурсов всех зданий, строений, сооружений, соблюдение норма-

тивов по освещенности рабочих мест. Несоблюдение таких требований может повлечь штрафные санкции, при этом выполнить требования все же придется.

2. Мероприятия, проведение которых не обязательно, но может быть экономически выгодно. Перед проведением таких мероприятий делается технико-экономическое обоснование.

При составлении программы энергосбережения предприятия учитываются следующие факторы [3].

Реализация организационно-технических мероприятий.

Детальная проработка финансового состояния обеспечения действующей программы по энергосбережению. Особенно важным считается финансовая заинтересованность персонала в выполнении этой программы, важно довести до всех работников, что при выполнении действий по энергосбережению они получают вознаграждение.

Мероприятия по организации энергосберегающей программы должны быть направлены на модернизацию энергосбережения и совершенствование энергоиспользования.

Программа энергосбережения предприятия будет состоять из набора обязательных и рекомендуемых мероприятий. По статистике проведения энергосберегающих мероприятий оптимальным является срок окупаемости, который составляет 2-3 года.

Основными действиями по выполнению энергосберегающей программы является:

Правильный выбор энергоносителя. Вид энергоносителя определяется исходя из следующего:

- изменение качества выпускаемой продукции при изменении технологии;
- насколько будут различны экономические показатели при изменении конструкции условий работы оборудования;
- затраты на энергоносители;
- наличие нужного оборудования;
- время необходимое для усовершенствование оборудования;
- экономический эффект достигнутый после проведения всех вышеперечисленных мероприятий и на экологию.

Затраты на проводимые мероприятия по энергосбережению на предприятии должны покрываться из фонда самого предприятия. Только в этом случае допускается оценка результатов по действующим тарифам на электроэнергию.

Желательно уменьшить циклы по преобразованию электроэнергии, каждый цикл связан с определенными потерями. КПД напрямую зависит от меньшего числа преобразования энергии, например, желательно снизить применение сжатого воздуха, конечно если это возможно по технологии.

Необходимо разработать комплексные, рациональные схемы электроснабжения, с учетом параметров всех энергоносителей.

Выполнение автоматизации всех энергоснабжающих установок, в первую очередь, это включение элементов телемеханики и автоматики в управление подстанций и регулирование параметров двигателей и агрегатов.

Контроль за изменением параметров энергоресурсов, так как изменение давления, температуры, влажности и т.д. может привести к ухудшению качества продукции и перерасходу энергоресурсов.

Мероприятия по усовершенствованию энергоиспользования состоят из:

1. Организационно-технических мероприятий.
2. Улучшение и внедрение машин и оборудования с повышенными по качеству энерготехнологическими параметрами.
3. Реконструкция и модернизация оборудования и технологий.
4. Повышение степени использования ВЭР (вторичных энергетических ресурсов).
5. Утилизация низкопотенциального тепла [4].

Основные направления по достижению энергосбережения рассмотрим на примере ряда технологических процессов на производстве.

Электроды сопротивления. По выполнению технологических действий делятся на три группы, это:

1. Термические печи для термообработки металлов, стекла и т. д.
2. Печи, предназначенные для плавки химически активных металлов, сплавов и легкоплавких цветных металлов.
3. Сушильные печи, используемые для сушки лакокрасочных покрытий, металлокерамики и т.д.

Печи бывают непрерывного действия и периодического с мощностью в границах от 5 до 10000кВт.

Для снижения энергетических расходов проводят действия по уменьшению тепловых потерь:

- повышение теплоизоляционных качеств;
- увеличения производительности установки;
- снижение потерь на аккумуляцию тепла и предварительный нагрев детали;
- автоматизация по технологическому процессу работы печи.

Электросварочные установки. Для экономии электроэнергии проводят технологические и энергетические мероприятия. Энергетические мероприятия дают наибольший эффект, он достигает примерно 30%.

Эффект происходит за счет:

- оптимального способа сварки для разных операций;
 - совершенствование сварочного процесса;
 - уменьшение тепловых и электрических потерь;
 - работа сварочных аппаратов без холостого хода;
- Оптимальный способ сварки возможен при:
- применении автоматической сварки под флюсом вместо дуговой (5-7% экономии электричества)
 - замена ручной сварки на постоянном токе на полуавтоматическую в углекислотной среде (2-2,5%)
 - применение шовной контактной сварки вместо дуговой электросварки уменьшает расход электроэнергии на 15%,

- применение дуговой сварки на переменном токе дает эффект по экономии электроэнергии в 2-3 раза.

Наиболее экономичной, при контактном способе сварки, является применение точечной сварки.

Совершенствование технологий происходит при применении:

- усовершенствованных типов электродов; при использовании металлических порошковых присадок;
- при электрошлаковой сварке металлов большой толщины;
- использовании контактной сварки на жестких режимах;
- оптимальный выбор сварочного режима [5];

Таким образом, Построение энергоэффективного общества является необходимым этапом в достижении целей его развития. Более рациональное, эффективное и экономичное производство и использование энергии, обновление инфраструктуры производственных сил и социального сектора, инновационное развитие являются важнейшими средствами роста экономики. Энергоэффективность сама по себе становится важнейшим ресурсом и гарантом формирования необходимого потенциала для дальнейшего развития государства и общества.

Повышение энергетической эффективности отдельных предприятий позволит повысить не только конкурентоспособность своей продукции, но и конкурентоспособность всей страны. В любом случае, повышение энергоэффективности предприятия приведет к таким положительным результатам, как:

- повышению рентабельности за счет снижения затрат на энергоносители;
- улучшению качества выпускаемой продукции;
- улучшению корпоративного имиджа;
- повышению капитализации и конкурентоспособности предприятия.

Список литературы

1. Арутюнян, А.А. Основы энергосбережения: моногр. / А.А. Арутюнян. - М.: Энергосервис, 2014. 600 с.
2. Меркер, Э.Э. Энергосбережение в промышленности и энергетический анализ технологических процессов / Э.Э. Меркер, Г.А. Карпенко, И.М. Тынников. - М.: ООО "ТНТ", 2013. 316 с.
3. Самарин, О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность / О.Д. Самарин. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2013. 296 с.
4. Свидерская, О.В. Основы энергосбережения / О.В. Свидерская. - М.: ТетраСистемс, 2016. 176 с.
5. Сибикин, Ю.Д. Технология энергосбережения / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: Форум, 2012. 352 с.

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО СВЕТА ЗДАНИЙ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.С. Волкова, М.А. Горюнова

Южно-Уральский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье представлен анализ различных систем естественного света, позволяющий оценить их энергетическую эффективность. Снижение затрат на электрическое освещение в зданиях связано с увеличением доли естественного освещения, но, с другой стороны, увеличение площади светопрозрачных конструкций приведет к увеличению затрат на отопление, особенно это актуально для уральского климата. В работе рассчитаны площади возможных систем естественного света, обеспечивающие одинаковый уровень естественной освещенности в рассматриваемом помещении, а значит и одинаковое электропотребление от искусственных источников света. Дальнейшее сравнение сводится к расчету энергопотребления рассматриваемого здания на отопление и вентиляцию в зависимости от системы освещения, и ориентации вертикальных светопрозрачных конструкций по сторонам света.

Ключевые слова: *энергосбережение, энергоэффективность, естественное освещение, световод.*

ANALYSIS OF ENERGY SYSTEMS NATURAL LIGHTING OF BUILDINGS IN THE CHELYABINSK REGION

O.S. Volkova, M.A. Gorunova

South Ural state agrarian University

Abstract. The article presents an analysis of various natural lighting systems, allowing to evaluate their energy efficiency. Reducing the cost of electric lighting in buildings is associated with an increase in the share of natural lighting, but an increase in the area of translucent structures will lead to an increase in heating costs, especially important for the Ural climate. The areas of possible natural lighting systems providing the same level of natural light in the considered room, and hence the same power consumption from artificial light sources are calculated in the work. Further comparison is reduced to the calculation of energy consumption of the building for heating and ventilation, depending on the lighting system and the orientation of the vertical translucent structures on the sides of the world.

Keywords: *energy saving, energy efficiency, natural lighting, solar light pipe.*

В настоящее время в сфере энергосбережения большое внимание уделяется поиску оптимальных решений по снижению энергопотребления в зданиях. Одно из таких решений – это применение систем естественного света, которые существенно экономят затраты электроэнергии на искусственное освещение. Системы естественного света делятся на боковое и верхнее освещение. К боковому относятся окна и светопрозрачные фасады здания, к верхнему – мансардные окна, фонари и световоды.

Последние менее распространены, так как кажутся дорогостоящими, потому что производятся в основном зарубежными фирмами. В связи с ростом иностранной валюты, стоимость этих световых конструкций значительно увеличилась. В России производство полых трубчатых световодов представлено фирмой «Соларжи», г. Ижевск.

Такая ситуация приводит к тому, что владельцы устанавливают традиционные системы естественного света или даже светопрозрачные фасады, но редко решаются на установку световодов.

Цель работы представить характеристику различных систем естественного света и оценить эффективность их применения в светоклиматических условиях Челябинской области.

Задавшись площадью светопрозрачных конструкций, можно рассчитать коэффициент естественного освещения, который они могут обеспечить внутри помещения, и, исходя из этого, оценить затраты на искусственное освещение. В этом случае не будут учитываться возможное увеличение затрат на отопление и вентиляцию помещений. Аналогично можно сравнить сопротивление теплопередачи светопрозрачных конструкций, и сделать выводы по теплопотреблению на отопление и вентиляцию, при этом не будут учитываться возможно различные затраты на искусственное освещение.

В нашей работе дана оценка эффективности световых конструктивных элементов здания, когда за основу взято отдельно стоящее здание размерами 10x10м, высотой 3,5м, находящемся на расстоянии 30 м от другого здания. Стены и перекрытие в нем выполнены из железобетона, теплоизоляция – минеральная вата, внутренняя отделка помещения – штукатурка, кровля покрыта рубероидом. Рассмотрены варианты, когда в этом помещении применяется один из сценариев естественного освещения:

- 1) окно с одинарным стеклопакетом, заполненным осушенным воздухом;
- 2) окно с двойным стеклопакетом, заполненным осушенным воздухом;
- 3) окно с двойным стеклопакетом, с аргоновым наполнением;
- 4) окно с двойным стеклопакетом, с криптоновым наполнением;
- 5) зенитные трапецевидные фонари, расположенные на кровли здания;
- 6) зенитные прямоугольные фонари, расположенные на кровли здания;
- 7) зенитные фонари типа «шеды» с наклонным остеклением с северной стороны, расположенные на кровли здания;
- 8) зенитные фонари типа «шеды» с вертикальным остеклением, расположенные на кровли здания;
- 9) полые трубчатые световоды «Соларжи», диаметром 400 мм;
- 10) полые трубчатые световоды «Соларжи», диаметром 530 мм.

Благодаря тому, что расчет площади остекления всех вариантов обеспечивает нормируемую освещенность в помещении, соответствующую нормативным документам для офисного помещения [1,2], площади светопрозрачных конструкций получились различными, а потребление электрической энергии на освещение от искусственных источников света будет одинаковым. Расчет площади остекления окон и фонарей проводился согласно методике, представленной в СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Расчет ко-

личества световодов, обеспечивающих нормируемую освещенность, проводилась по методике, предложенной в [3], которая учитывает пропускающие и светоотражающие свойства элементов конструкции световодов, отражение от стен в помещении, а также наружной освещенности и положения Солнца в течение суток. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

В связи с тем, что площади светопрозрачных конструкций отличаются, то будут отличаться и площади непрозрачных конструкций (наружных стен, перекрытий), обладающих большим термическим сопротивлением, а, следовательно, им теплопотери.

Таблица 1

Площади остекления помещения, необходимые для обеспечения нормированной освещенности в 300 лк (площадь пола здания 100м)

Наименование типов остекления здания	Площадь остекления, м ²
Окно с одинарным стеклопакетом	15
Окно с двойным стеклопакетом	16
Трапециевидный фонарь	23
Прямоугольный фонарь	34
Шеды с наклонным остеклением	20
Шеды с вертикальным остеклением	40
Световод, диаметром 400 мм (16 шт.)	2,02
Световод диаметром 530 мм (9 шт.)	1,98

Поэтому для оценки энергетической эффективности более целесообразным будет провести сравнение не термического сопротивления систем естественного света, а общих теплопотерь здания в зависимости от того какие светопрозрачные конструкции будут применяться в сценариях освещения.

Согласно методике, представленной в [4, 5] был произведен расчет тепловых потерь рассматриваемого здания за отопительный период (для Челябинска - 218 дней), представленный на рис. 1.

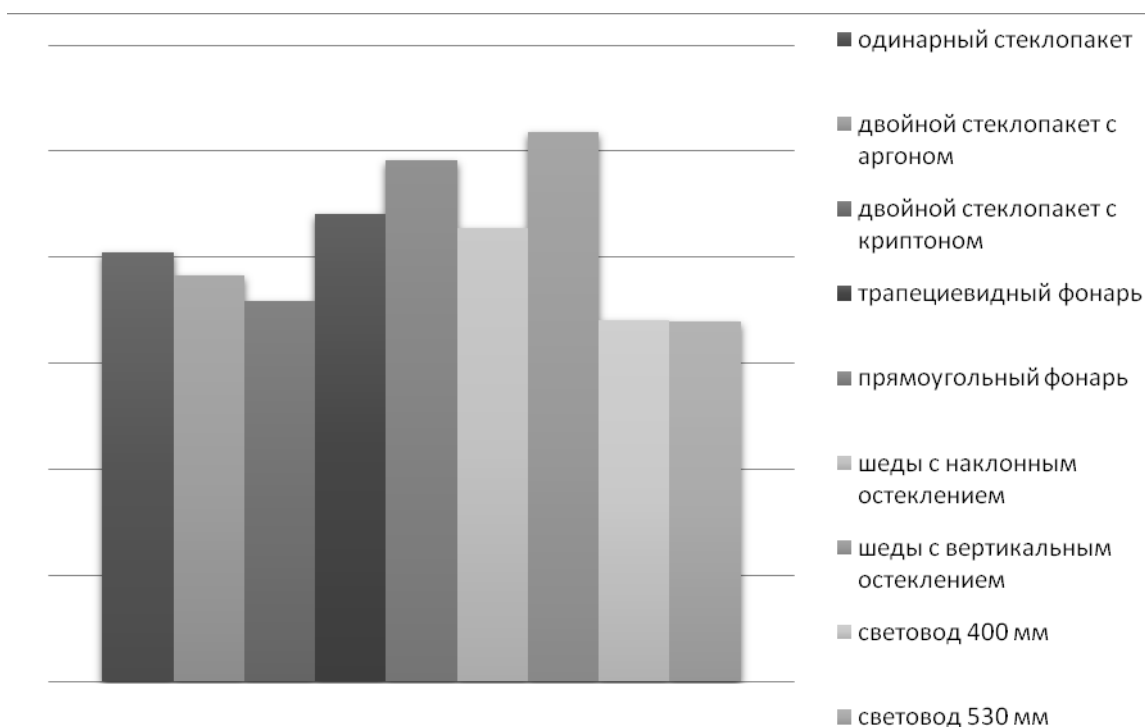


Рис. 1. Общие теплопотери рассматриваемого здания, площадью 100 м^2 , за отопительный период в Челябинской области

Расход тепловой энергии за отопительный период зависит не только от теплопотерь здания, но и от бытовых и радиационных теплопоступлений от Солнца. В последнем случае, большая площадь остекления оказывает положительный эффект и, несмотря на большие потери тепла через зенитные фонари, расход тепла на отопление и вентиляцию в отопительный период сравнительно одинаков для всех систем освещения (рис. 2).

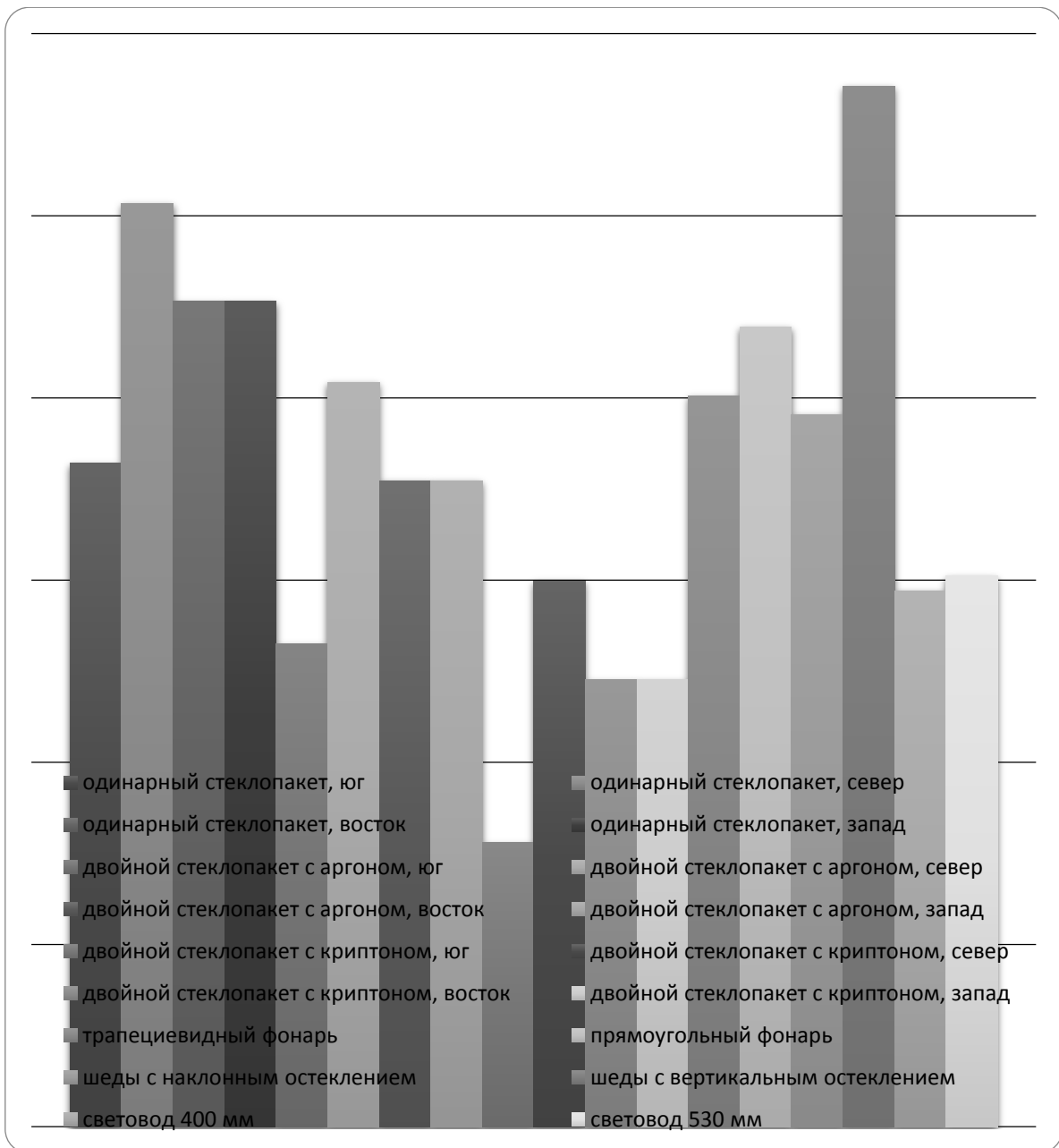


Рис. 2. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период в Челябинской области

С этой точки зрения самым эффективным способом остекления является окно с двойным стеклопакетом, заполненным криптоном, в идеале расположенным с южной стороны здания. Расходы теплоэнергии в здании со световодами приближены к зданию с окнами с криптоновым заполнением, расположенными на севере, и немного лучше зданий с окнами, стеклопакеты которых заполнены аргоном.

Здания с зенитными фонарями потребляет столько же тепловой энергии, что и здания с окнами, имеющими одинарный стеклопакет, но при условии, что остекление фонарей находится с южной стороны.

Стоимость рассмотренных вариантов остекления (рис. 3) и расходы на отопление приводят владельцев зданий в замешательство и не дают адекватную оценку эффективности применения того или иного сценария остекления.

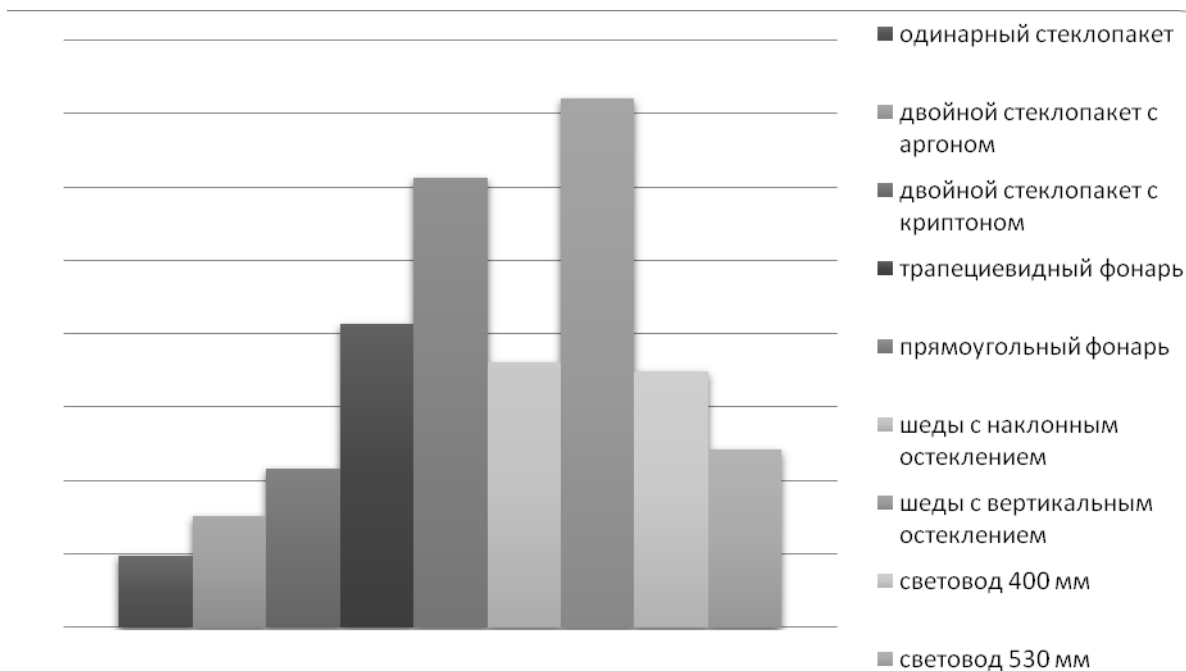


Рис. 3. Стоимость различных типов световых конструкций здания, руб.

Для эффективной оценки рассматриваемых систем естественного света, был произведен расчет годовых затрат на их установку и эксплуатацию (рис. 4), в котором учитывались капиталовложения с учетом монтажа устройства, затраты на отопление и вентиляцию в отопительный период, затраты на кондиционирование и вентиляцию, когда температура в помещении превышала 28°C и 21 °C соответственно, стоимость чисток (два раза в год) и срок службы, заявленный производителем.

В результате произведенных расчетов самыми эффективными системами естественного света оказались системы с полыми световодами и окнами с криптоновым заполнением.

Наиболее затратными оказываются системы с зенитными фонарями, что вызвано большой площадью остекления и, соответственно, высокой стоимостью установки, и затратами на отопление и кондиционирование.

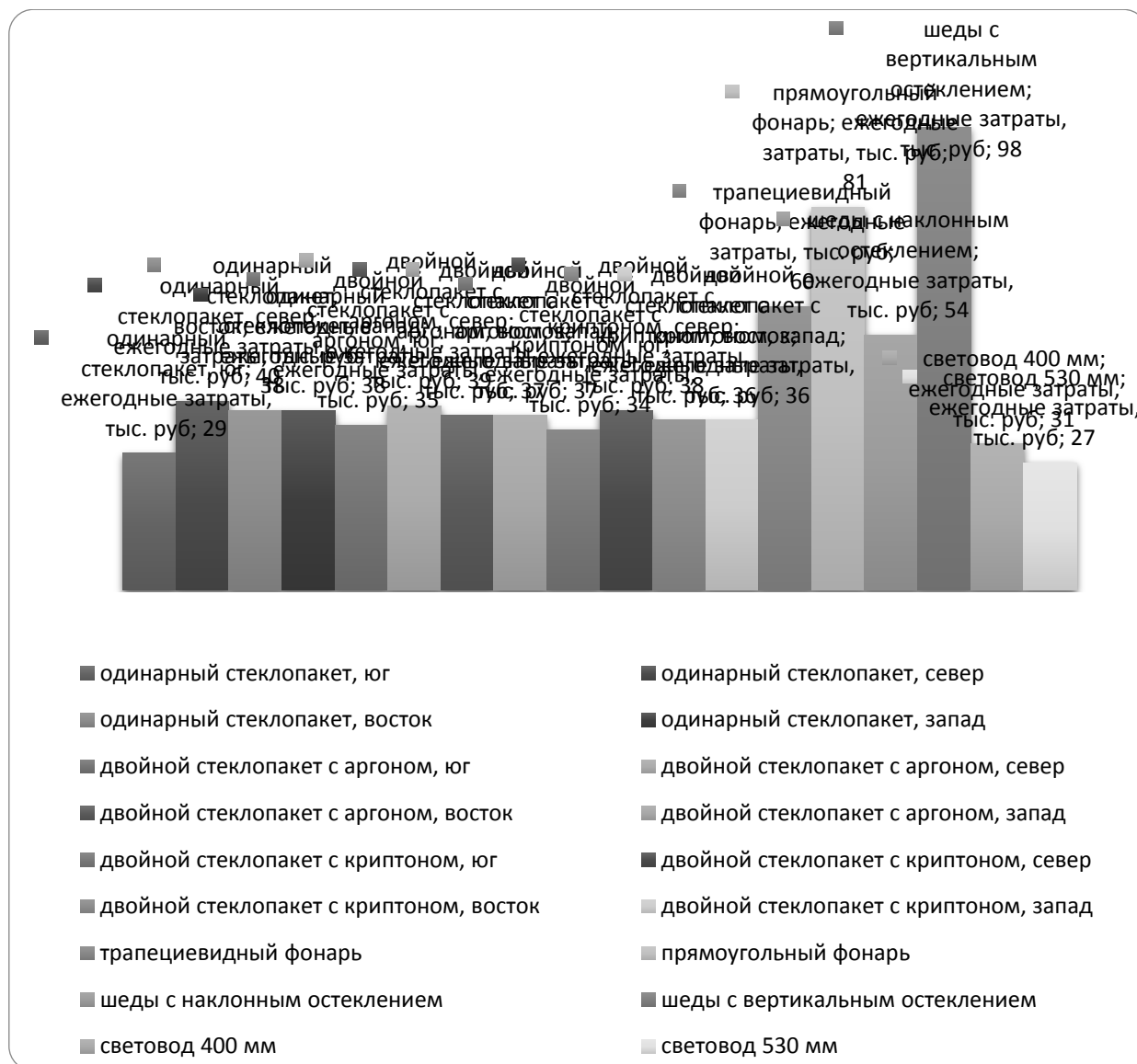


Рис. 4. Ежегодные затраты на эксплуатацию здания с различными вариантами естественного освещения, тыс. руб.

Список литературы

1. СНиП 23-05-95*. «Естественное и искусственное освещение». Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России). М., 2003.
2. СП 23-102-2003. «Естественное освещение зданий». Свод правил по проектированию и строительству. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. М., 2005.
3. Бракале Дж. Естественное освещение помещений с помощью новой пассивной светодиодной системы «SOLARSPOT» // Светотехника. 2005. № 5.
4. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России). М., 2004.

5. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Свод правил по проектированию и строительству. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М., 2012.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Я.В. Вяхирева, А.В. Пузаков
Оренбургский государственный университет

Аннотация. В статье рассмотрен состав системы электроснабжения автомобилей, произведён анализ взаимодействия элементов этой системы между собой, внешних факторов, оказывающих влияние на их техническое состояние. Описана методика проведения экспериментальных исследований по определению эксплуатационной надёжности системы электроснабжения автомобилей. Полученным в этих исследованиях результатам дана оценка. Сделаны выводы.

Ключевые слова: *система электроснабжения автомобилей, эксплуатационная надёжность, вероятность безотказной работы.*

DETERMINATION OF THE OPERATIONAL RELIABILITY OF THE AUTOMATIVE ELECTRICAL POWER GENERATION AND STORAGE SYSTEM

Ya.V. Vyakhireva, A.V. Puzakov
Orenburg state University

Annotation. The article considers the composition of the electrical power generation and storage system, the analysis of the interaction of elements of this system with each other, external factors that affect their technical condition. The technique of experimental studies to determine the operational reliability of the electrical power generation and storage system is described. The results obtained in these studies were evaluated. Conclusions are drawn.

Keyword: *electrical power generation and storage system, operational reliability, probability of failure-free operation.*

Современный автомобиль содержит большое количество электрических и электронных систем. Эти системы представлены в конструкции автомобиля, как самостоятельные единицы, так и интегрированные в различные узлы, агрегаты, другие системы. Среди таких систем в последние годы все чаще встречаются системы, ответственные за безопасность транспортного процесса. К таким системам можно отнести АБС, система курсовой устойчивости, электроусилитель рулевого управления и прочие. Данные системы требуют стабильного бесперебойного питания электрическим током с определенными параметрами. Эта функция возлагается на систему электроснабжения автомобиля.

К основным элементам системы электроснабжения автомобиля относятся аккумуляторная батарея и генераторная установка. Основными функциями аккумуляторной батареи являются питание электрооборудования автомобиля при выключенном двигателе внутреннего сгорания, питание стартера при его запуске. Функциями генераторной установки являются питание бортовой сети ав-

томобиля после запуска двигателя и поддержание заданных параметров тока, заряд аккумуляторной батареи [2].

В процессе эксплуатации автомобиля к элементам системы электроснабжения предъявляются высокие требования по надежности, так как от бесперебойности их работы зависит безопасность движения транспортного средства.

В данной статье мы рассчитаем значения эксплуатационной надежности системы электроснабжения автомобилей, произведем анализ того, насколько достаточен уровень ее надежности для современных автомобилей.

подавляющее большинство современных серийных автомобилей оборудуются аккумуляторной батареей и генератором, которые соединены между собой параллельно. В редких случаях на автомобили устанавливается две аккумуляторные батареи из-за большого роста числа потребителей электроэнергии. В общем случае можно считать, что, с точки зрения надежности, на автомобиле применяется система электроснабжения, структурная схема которой относится к простейшим системам с резервированием [3, 5, 6, 7]. Структурная схема системы электроснабжения представлена на рисунке 1 [4].

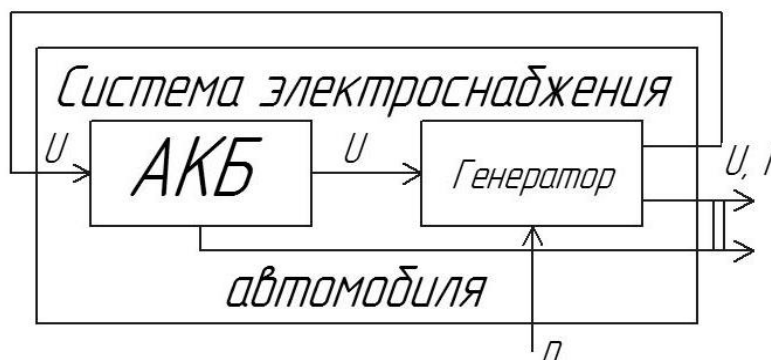


Рис. 1. Структурная схема системы электроснабжения автомобилей

Нами произведены исследования, направленные на определение параметров эксплуатационной надёжности системы электроснабжения автомобиля (вероятность безотказной работы системы электроснабжения). Исследования производились путём анализа статистических данных, полученных в ходе эксперимента. Эксперимент заключался в определении количества отказов различных элементов системы электроснабжения при разных наработках (пробегах) автомобилей. При проведении экспериментальных исследований определялось техническое состояние основных элементов электрооборудования: генераторная установка и аккумуляторная батарея для 73 автомобилей. На протяжении длительного времени данные автомобили наблюдались, их пробег менялся от 0 до 160 тыс. км. Каждые 10 тыс. км. пробега производилось диагностирование вышеуказанных элементов электрооборудования, устанавливали количество автомобилей с неисправными элементами. Таким образом, для данного пробега вероятность безотказной работы определялась по формуле (1).

$$p_T = 1 - n N_n, \quad (1)$$

где $n = N_H - N_K$ – число автомобилей, имеющих отказы элементов системы электроснабжения в заданном интервале наработки, ед.;

N_H – число автомобилей контрольной группы, ед.;

N_K – число автомобилей, не имеющих отказов элементов системы электроснабжения в заданном интервале наработки, ед.

Произведя расчёт по данной формуле для всех значений пробега, были построены графики зависимости вероятности безотказной работы для аккумуляторной батареи и генератора в отдельности, для системы в целом. Графики представлены на рисунке 2.

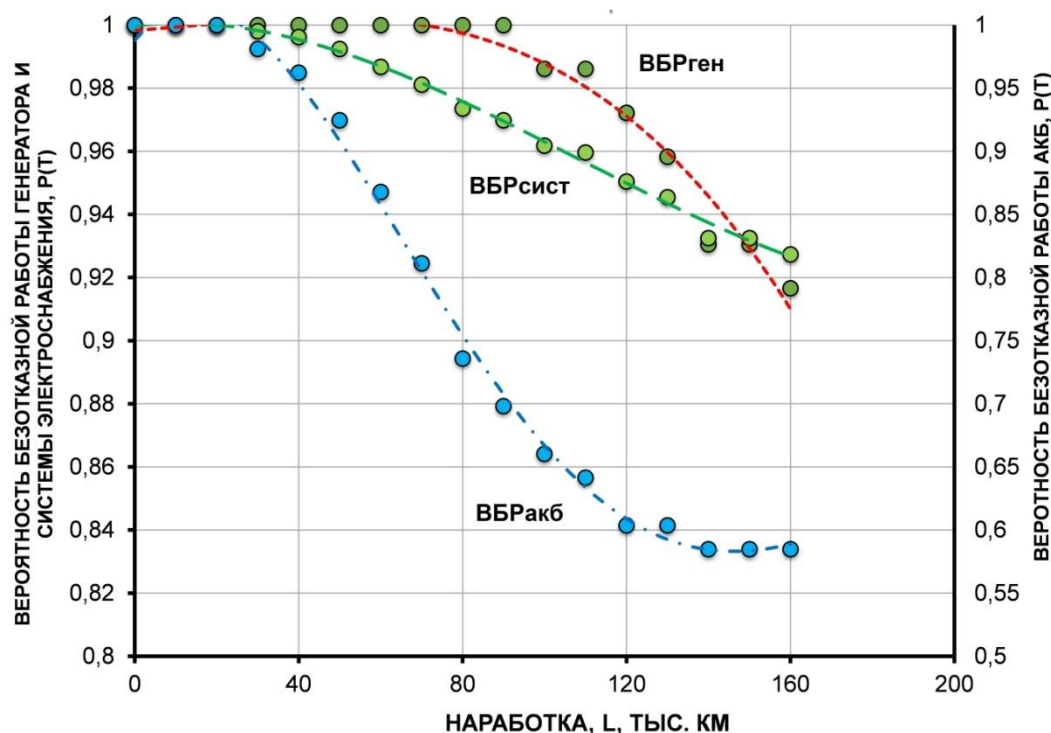


Рис. 2. Графики зависимости вероятности безотказной работы для аккумуляторной батареи, генератора и системы электроснабжения автомобилей

В процессе работы системы электроснабжения возможны различные варианты взаимодействия ее элементов между собой. В данной статье мы рассмотрим три типичных режима работы системы электроснабжения автомобиля. Определим вероятность безотказной работы в каждом из этих режимов, а также для всего периода эксплуатации, в течение которого наблюдаются эти режимы.

К основным режимам работы системы электроснабжения относят:

1. Работа от аккумуляторной батареи (при запуске двигателя внутреннего сгорания, при работе электрооборудования автомобиля с выключенным двигателем, при отказе генератора).

2. Работа от генератора (при включенном двигателе внутреннего сгорания: заряд аккумуляторной батареи и питание прочего электрооборудования).

3. Работа от генератора и аккумуляторной батареи (аккумуляторная батарея заряжена, не забирает заряд от генератора, а при необходимости помогает ему питать бортовую сеть) [3, 4].

На данные режимы работы в процессе эксплуатации приходится разные объёмы времени. Распределение этих объёмов зависит от типа транспортного средства, его функционального назначения, а также условий эксплуатации. Условно можно считать, что на первый режим работы (только от аккумуляторной батареи) приходится порядка 10% от общего времени эксплуатации ($\alpha=0,1$). В это время входит: запуск двигателя, питание электрооборудования с выключенным двигателем (на парковке включена сигнализация).

На второй режим работы можно считать, что ориентировочно приходится 60% от общего времени ($\alpha=0,6$). В данном режиме всё электрооборудование автомобиля питается от генератора, к тому же в этом режиме происходит заряд аккумуляторной батареи. Этот режим наиболее длительный в процессе эксплуатации, так как большая часть автомобилей эксплуатируется в городских условиях, где временные интервалы между запусками двигателя краткие и аккумуляторная батарея не успевает полностью зарядиться.

На третий режим приходится оставшееся время ($\alpha=0,3$) от общего времени эксплуатации автомобиля. В этом режиме аккумулятор полностью заряжен. И при некоторых условиях помогает генератору питать электрооборудование (при низких оборотах коленчатого вала, при резком включении большого количества электропотребителей).

Далее произведём расчет вероятности безотказной работы системы электроснабжения во всех трёх режимах, а также за весь период эксплуатации.

1. Вероятность безотказной работы при питании только от аккумуляторной батареи.

Так как в данном режиме питание осуществляется только от одного элемента, то, соответственно, и вероятность безотказной работы в данном случае будет зависеть от надёжности этого элемента [1].

$$P_{\text{сист}} t = P_{\text{акб}} t \quad . \quad (2)$$

Техническое состояние аккумуляторной батареи зависит от большого количества факторов, среди которых климатические, эксплуатационные условия, нагруженность и прочие, но основным статистическим параметром является наработка (пробег транспортного средства). Соответственно вероятность безотказной работы аккумуляторной батареи будет зависеть от наработки (пробега) транспортного средства (значения ВБР_{акб} отображены на графике рисунка 2).

2. Вероятность безотказной работы генератора.

Техническое состояние генератора, как аккумуляторной батареи и большинства элементов конструкции автомобиля зависит от климатических, эксплуатационных условий, нагруженности и прочих факторов. В этом случае вероятность безотказной работы будет зависеть от надёжности генератора.

$$P_{\text{сист}} t = P_{\text{ген}} t \quad . \quad (3)$$

3. Расчёт вероятности безотказной работы системы. В данном режиме работают и аккумуляторная батарея, и генератор, соответственно, рассчитаем

значения вероятность безотказной работы системы, исходя из известных значений вероятности безотказной работы элементов системы.

Для расчёта вероятности безотказной работы системы воспользуемся формулой (4).

$$P_{\text{сист}} t = 1 - 1 - P_{\text{АКБ}} t \cdot 1 - P_{\text{ген}} t . \quad (4)$$

В графиках на рисунке 2 представлены значения вероятности безотказной работы в различных режимах работы системы электроснабжения автомобилей. Далее определим вероятность безотказной работы для системы на протяжении всего времени эксплуатации транспортного средства. Для этого используем формулу (4), подставив в неё значения α , которые характеризуют продолжительность работы системы в каждом из режимов.

$$P_{\text{сист}} t = \alpha_i \cdot P_i t , \quad (5)$$

где $P_i(t)$ —вероятность безотказной работы в i - режиме.

Вероятность безотказной работы системы, с учётом времени работы в различных режимах для различных значений пробега, представлены на графике рисунка 2.

Выводы.

1. Актуальность проведения работы по определению параметров эксплуатационной надёжности системы электроснабжения автомобилей связана с постоянным ростом числа электрических и электронных систем, которыми оборудуются современные автомобили. Среди этих систем присутствует большое количество элементов, ответственных за безопасность транспортного процесса, что повышает необходимость в более детальном изучении надёжности электрооборудования автомобиля.

2. В результате экспериментальных исследований были получены данные об отказах элементов системы электроснабжения автомобилей, посредством которых была определена вероятность безотказной работы.

3. Весь период работы системы электроснабжения автомобиля был условно разделён на три режима: работа от аккумуляторной батареи (пуск двигателя, при стоянке с выключенным двигателем); от генератора (при работающем двигателе, аккумулятор заряжается); при заряженном аккумуляторе и работающем двигателе.

4. Учитывая долю работы системы электроснабжения автомобиля в каждом из режимов, была рассчитана вероятность безотказной работы системы на протяжении всего времени.

Список литературы

1. Бояршинов, А.Л. Надёжность и техническая диагностика автотранспортных средств: учебное пособие / А.Л. Бояршинов, В.А. Стуканов. – М.: ФОРУМ: ИНФА-М, 2013. – 240 с. – (Высшее образование. Бакалавриат).
2. Пузаков, А.В. Влияние условий эксплуатации на ресурс работы автомобильных генераторов /А.В. Пузаков //Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: сборник статей IX Всероссийской научно-производственной конференции. /МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 69-72
3. Пузаков, А.В. Исследование эксплуатационной надёжности автомобильных генераторных установок / А.В. Пузаков // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: сборник статей VIII Международной научно-производственной конференции / МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – С. 87-91.
4. Пузаков, А.В. Математическая модель работоспособности автомобильного генератора / А.В. Пузаков // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – №4. – С. 102-106.
5. Козловский, В.Н. Анализ надёжности автомобильных генераторных установок / В.Н. Козловский, В.Е. Ютт // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2008. – №6. – С. 39-41.
6. Денисов, И.В. Исследование надёжности генераторной установки автомобиля "Лада Калина" в гарантийный период эксплуатации / И.В. Денисов, А.А. Смирнов // Бюллетень транспортной информации. – 2017. – №6 (264). – С. 19-22.
7. Столяров, П.Н. Оценка работоспособности генераторов автомобильных двигателей / П.Н. Столяров // Сервис в России и за рубежом. – 2007. – №1 (1). – С. 12.

ВНЕДРЕНИЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

И.В. Горелов, А.Н. Попов

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова

Аннотация. В данном докладе рассматриваются проблемы, связанные с выявлением дефектов в сварных, спрессованных, болтовых и скрученных контактных соединениях. Проанализированы различные дефекты, и как они проявляются. Выявлена и обоснована необходимость использования тепловизионных приборов в энергетике. Предложена упрощенная версия тепловизора. Также представлены предполагаемые результаты внедрения данного прибора в систему.

Ключевые слова: прибор, контактные соединения, тепловизионный контроль, силовое оборудование.

THE DEPLOYMENT OF DEVICES FOR POWER EQUIPMENT REMOTE THERMOGRAPHIC CONTROLLING

Annotation: In this report problems connected with revealing of defects in welding, pressed, bolted and twisted contact connections are considered. Necessity of use of heat-vision devices in power sector is revealed and justified. A simplified version of thermal imaging is proposed. The expected results of the introduction of this device into the system also presented.

Keywords: *device, contact connection, thermal vision control, power equipment.*

Электроэнергетика является важнейшей отраслью энергетики России. Её главной задачей является снабжение потребителей качественной электроэнергией без перебоев. Надёжное электроснабжение потребителей возможно при обеспечении параметров технического состояния всех элементов системы в нормируемых пределах. Одним из важнейших элементов систем электроснабжения является силовой трансформатор[1].

Одной из причин возникновения аварийных ситуаций в системах электроснабжения является нарушение высоковольтных контактных соединений[2]. Данная причина вызывает большое количество отказов трансформаторов.

Инфракрасное термографирование является наиболее эффективным и перспективным направлением развития в диагностике электрооборудования[3]. Оно позволяет осуществлять неразрушающего типа диагностику, позволяющая делать заключения о состоянии силового оборудования по изменениям температуры в ключевых точках.

Контактные соединения производятся следующими способами:

- сварные контактные соединения
- спрессованные контактные соединения
- контактные соединения, выполненные скруткой
- болтовые контактные соединения

Дефекты в сварных соединениях могут привести к снижению механической прочности его самого, может происходить перегорание отдельных проводников в соединении, что приводит к повышению переходного сопротивления контакта его температуры.

В процессе эксплуатации в опрессованных соединениях, наличие дефектов будет способствовать появлению локальных перегревов и появлению оксидных пленок. Термографирование новых спрессованных контактных соединений не позволяет выявить дефекты опрессовки, для их определения соединитель должен быть в эксплуатации определенный срок.

Дефекты в соединениях выполненных скруткой могут привести к выгоранию провода или обрыву провода.

В болтовых соединениях при дефектах возникает оксидная пленка, которая уменьшает величину контактных площадок, что приводит к увеличению плотности тока.

Как мы видим, периодическая тепловизионная проверка соединений позволяет избежать серьезных последствий, которые позволят уменьшить или

предотвратить финансовые потери. Но у такого способа есть некоторые проблемы.

Приборы для тепловизионного контроля являются весьма дорогим средством. Это сказывается на его ограниченной распространенности на предприятиях. Так же требуется обученный персонал для работы с данными приборами, способный правильно производить измерения.

Одним из перспективных решений данной проблемы является создание упрощенного стационарного прибора тепловизионной диагностики с удаленным управлением, с возможностью просмотра результатов термографирования на самом приборе. Это позволит удешевить стоимость прибора и, тем самым, существенно увеличить охват оборудования тепловизионной диагностикой.

Основой данного прибора является: пирометр, способный вращаться по двум осям при помощи двух сервоприводов, с целью создания картины тепло-распределения по контролируемой поверхности. Также в него входит GSM-радиомодуль для управления и передачи данных о результатах диагностики и LCD-экран для просмотра результатов на месте.

Применение данного прибора на производстве позволит внедрить его повсеместно, из-за более низкой себестоимости прибора. Его использование позволит проводить более частую проверку силового электрооборудования, что позволит заблаговременно засечь дефекты, до развития их критической стадии.

Устранение данных дефектов, до критического момента, позволяет снизить вероятность выхода силового оборудования из строя из-за повреждений контактных соединений, что позволяет снизить финансовые убытки предприятий и осуществлять бесперебойное и качественное электроснабжение потребителей.

Список литературы

1. Марков, Д. А. Оценка эффективности методов диагностики силовых трансформаторов [Текст] / Д. А. Марков, А. А. Грибанов // Энергетика глазами молодых. – 2017. – С 98-102.
2. Дьяченко, М. Д. Система автоматического дистанционного мониторинга состояния контактных соединений высоковольтного оборудования электрических сетей [Текст] / М. Д. Дьяченко, Ю. А. Тесля // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2013. – № 6. – С. 19-23.
3. Тыштыкбаева, А. Е. Диагностика электрооборудования с помощью инфракрасного термографирования [Текст] / А. Е. Тыштыкбаева, А. Н. Попов // Энергетическая безопасность: сборник научных статей. – 2017. – С 170-172.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПУТЁМ УСТАНОВКИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ SIEMENS FUSES AVER В СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 10 КВ

М.Ю. Доманов, А.Н. Попов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. в данном научном докладе исследуются возможные способы повышения надежности электроснабжения потребителей, сокращения материальных и физических затрат на поиск места повреждения в воздушных линиях электропередач, а также снижения показателей SAIDI/SAIFI, что является одной из важнейших и актуальных задач для всех предприятий, осуществляющих передачу и распределение электрической энергии.

Ключевые слова: *качество электроэнергии, надежность электроснабжения, отпаечные линии, выключатель, Siemens Fusesaver, ток короткого замыкания.*

IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRICAL CONSUMERS SUPPLY BY INSTALLING THE SIEMENS FUSES AVER SWITCHES IN THE NETWORKS WITH 10 kV VOLTAGE

M.Yu. Domanov, A.N. Popov

Polzunov Altai State Technical University

Abstract. This research report explores possible ways to improve the reliability of power supply to consumers, reduce material and physical costs of locating damage in overhead power lines, and reduce the performance of SAIDI / SAIFI, which is one of the most important and urgent tasks for all enterprises carrying out transfer and distribution of electric power.

Keywords: *electric power quality, power supply reliability, break lines, switch, Siemens Fusesaver, short circuit current.*

Проанализировав статистику по отключениям воздушных линий электропередач напряжением 10 кВ в филиалах ПАО «МРСК Сибири» – «Алтайэнерго», и обнаружив внушительный недоотпуск электроэнергии потребителям из-за временных отключений линий, таких как падение веток на провода, захлестывание проводов из-за ветра и других подобных явлений, была выявлена проблема низкой надёжности электроснабжения потребителей.

Методы повышения надёжности электроснабжения делятся на технические и организационно-технические. Широкое внедрение большинства технических средств связано с большими капитальными вложениями, учитывая, что протяженность сельских электрических сетей достигает огромных размеров. При использовании автоматизации сетей в качестве средства повышения надежности электроснабжения требуются относительно малые затраты при широких возможностях использования без серьезной реконструкции эксплуатируемых сетей [1].

На рисунке 1 представлены возможные средства и мероприятия по повышению надёжности электроснабжения потребителей.

Проведя анализ малораспространённых приборов, способствующих решению данной проблемы, было найдено современное коммутирующее устройство

SiemensFusesaver, которое позволяет сократить время на отыскание и ликвидацию повреждения, а также повышает надёжность отдельных элементов сетей, в данном случае отпаечных линий.

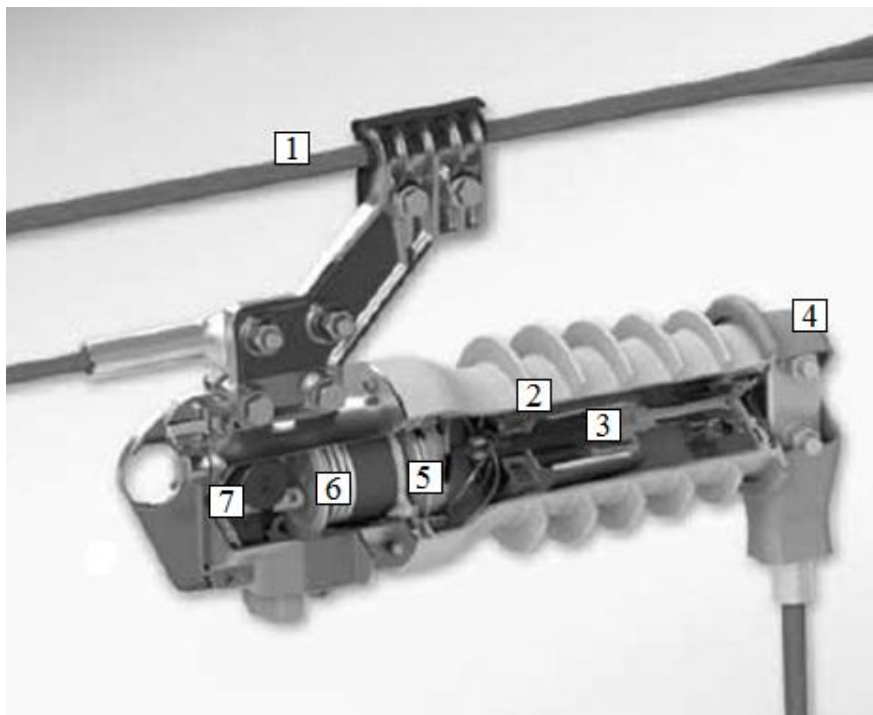


Рис. 1. Средства и мероприятия по повышению надёжности электроснабжения

В большинстве сетевых конфигураций фидер защищен с помощью автоматического выключателя или автоматического повторного включения (АПВ). Отпаечные линии обычно защищены предохранителями. Однако плавкий предохранитель не может различать временные и постоянные неисправности. Поскольку 80 % сбоев сети являются временными, 80 % его предохранителей перегорают без необходимости. Это приводит к тому, что: предохранитель бесполезно поврежден; ремонтная бригада линейной службы затрачивает много времени на обнаружение местоположения повреждения и замену предохранителя; потребители остаются без питания, что приводит к высоким материальным расходам и расходам на работу персонала, а также возможны штрафные платежи. Одним из путей решения данной проблемы является установка аппаратов Siemens Fuseaver, который отлично подходит для защиты предохранителей от срабатываний при самоустраиваемых повреждениях на линиях. Он позволяет почти полностью избежать последствий от токов короткого замыкания на предохранителе, путём отключения поврежденной линии выключателем, встроенным в данный прибор. Благодаря высокой скорости отключения (0,5 с), Fuseaver Siemens защищает предохранитель от перегорания при самоустрани-

мых замыканиях. Fusesaver предназначен для установки последовательно с предохранителем. Когда он обнаружит короткое замыкание, он отключит линию и останется в этом положении на заранее определённое время. Также Fusesaver реализует возможность пофазного автоматического повторного включения, что благоприятно сказывается на надёжности электроснабжения потребителей[2].

Внутреннее устройство Siemens Fusesaver представлен на рисунке 2.



- 1) отпаечная линия;
- 2) трансформатор тока;
- 3) вакуумный выключатель;
- 4) защита от птиц;
- 5) трансформатор напряжения;
- 6) магнитный актуатор;
- 7) электронный модуль

Рис. 2. Внутреннее устройство Siemens Fusesaver

Преимущество данного устройства при временных отключениях заключается в том, что причина отключения исчезает в мертвое время Fusesaver, т.е. после его размыкания. После замыкания его обратно в сеть электроснабжение восстанавливается. При этом предохранитель не сгорел, и Fusesaver готов к следующей аварии. Только потребители запитанные от отключившейся фазы испытали перерыв в электроснабжении на время размыкания Fusesaver, в то время как все остальные потребители даже не заметят его срабатывания, а соответственно и перебоя в электропитании.

При долгосрочном отключении, когда Fusesaver повторно замыкается в сеть, неисправность на линии все еще присутствует, что приводит к току короткого замыкания. Fusesaver не будет срабатывать повторно и позволит току короткого замыкания сжечь предохранитель. Потеря напряжения неизбежна для потребителей на этой фазе, в то время как все остальные потребители имеют

бесперебойное питание электрической энергией. Таким способом Fusesaver сохраняет предохранители от перегорания при самоустраняемых отключениях и позволяет току короткого замыкания сжечь предохранитель при долговременной аварии на линии [3].

Преимущества использования Fusesaver при различных видах отключений представлены на рисунке 3.

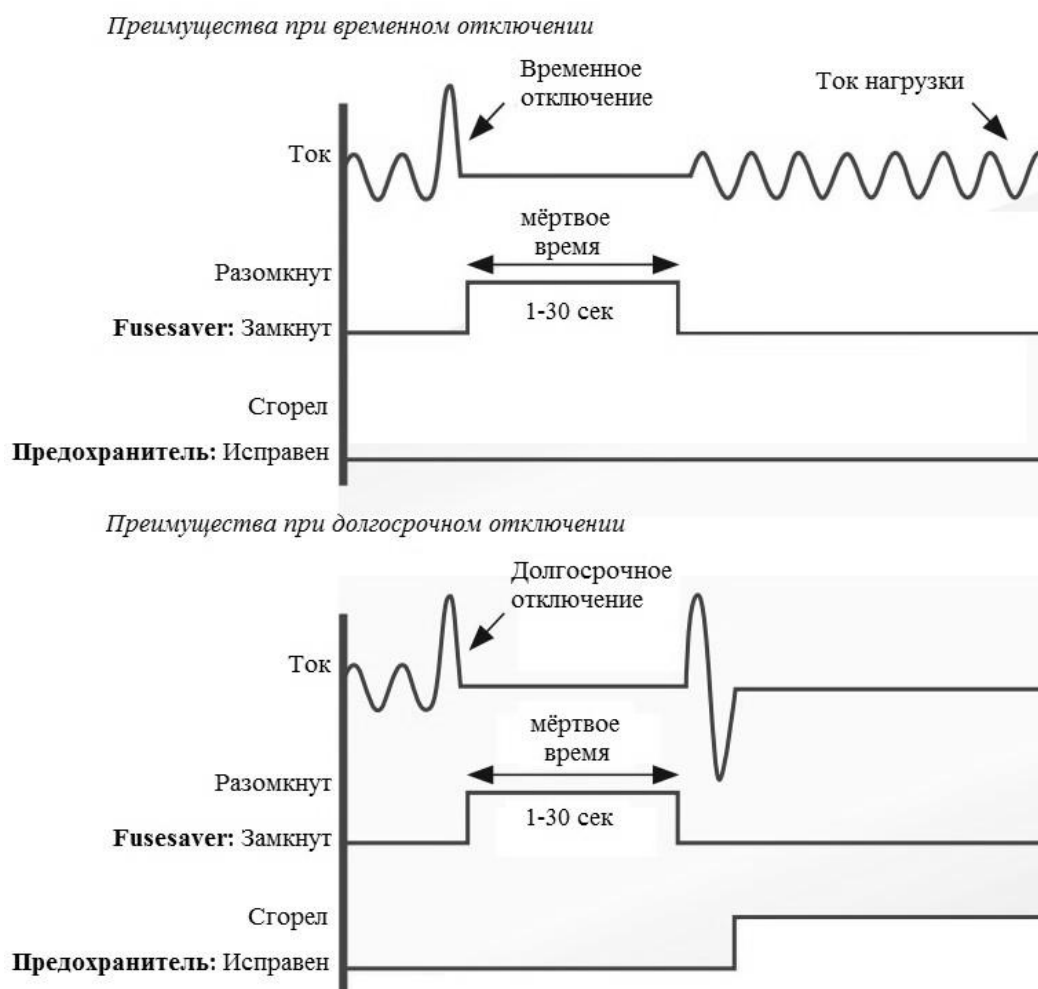


Рис. 3.Преимущества устройства SiemensFusesaver при различных видах отключений

Таким образом, массовое внедрение таких современных коммутационных аппаратов как SiemensFusesaver в электрических сетях напряжением 10 кВ позволит снизить такие показатели, как SAIDIи SAIFI, а значит и повысить уровень надежности электроснабжения потребителей, что приведет к снижению материальных потерь у энергоснабжающих организаций.

Список литературы

1. Анашкин, С.С. Способы повышения надежности электроснабжения потребителей в сельской местности [Электронный ресурс]/С.С. Анашкин,

А.П. Борисовский, Ю.Е. Ерохина // Молодой ученый. – 2018. – №3. – С. 34-36. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/189/47932/>

2. Fusesaver – theworld’sfastestOVCB [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <https://www.siemens.com/global/en/home/products/energy/medium-voltage/systems/outdoor-systems/fusesaver.html>

3. Березина Н.А. Устройство устранения провалов напряжения в системах электроснабжения ответственных потребителей [Текст] / Н.А. Березина, И.С. Черных, А.Н. Попов // Электроэнергетика. Транспорт, надежность и учет. – 2012. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2012. – С. 103-105.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Е.В. Драбкина

Российский университет транспорта (МИИТ)

Аннотация. В статье показано повышение эффективности тепловых сетей при использовании труб в пенополиуретановой изоляции.

Ключевые слова: *теплоснабжение, трубы, термоизолированные жестким пенополиуретаном, (далее - ПИ-трубы), система оперативного дистанционного контроля (СОДК).*

INCREASE THE EFFICIENCY OF HEAT NETWORKS

E.V. Drabkina

Russian University of Transport (MIIT)

Abstract. The article shows the increase in the efficiency of heat networks when using pipes in polyurethane foam insulation.

Keywords: *heat supply, pipes, insulated with rigid polyurethane foam (hereinafter referred to as PI-pipes), system of operational remote control (SODK).*

Передача тепловой энергии от ТЭЦ или котельной к потребителям осуществляется тепловыми сетями. Они являются одним из наиболее трудоёмких и дорогостоящих элементов системы теплоснабжения.

Состоянии трубопроводов системы ЖКХ – проблема, которая обостряется в начале очередного отопительного сезона, после чего начинается вал информации о массовых прорывах теплотрасс и аварийных ситуациях во многих регионах. В населенных пунктах, как правило, применяется подземная прокладка.

В последнее время все стали все больше использовать стальные трубы, предварительно термоизолированные жестким пенополиуретаном (далее - ПИ-трубы) в трубе-оболочке, изготовленной из полиэтилена низкого давления (далее — ПЭ), предназначенные для подземной бесканальной прокладки.

ПИ-трубы предназначены для прокладки тепловых сетей с постоянной температурой теплоносителя до 393 К (120 °С), а также для прокладки тепловых сетей, работающих по графику качественного регулирования с температурой теплоносителя до 423 К (150 °С).

ПИ-трубы (другое название – трубы в ППУ изоляции) – это технически и экономически грамотное проектное решение для производства строительномонтажных работ по замене или прокладке нового участка теплотрассы в любом регионе. При обслуживании объектов теплоснабжения применение ПИ-труб является одним из основных способов экономии тепловой энергии.



Рис.1. ПИ-труба

Для строительства сетей горячего водоснабжения выпускаются ПИ-трубы и ПИ-фасонные изделия с оцинкованной стальной трубой и оцинкованными деталями, прошедшими гигиеническую сертификацию.



Рис.2. Оцинкованная ПИ-труба

Система оперативного дистанционного контроля (СОДК) является одним из основных инструментов технического обслуживания трубопроводов, построенных по технологии «труба в трубе» с использованием сигнальных медных проводников. Принцип действия СОДК основан на измерении электрического сопротивления теплоизоляционного слоя между стальной трубой и проводами системы контроля. Сигнальную цепь образуют два медных провода, проходящие по всей длине теплосети.

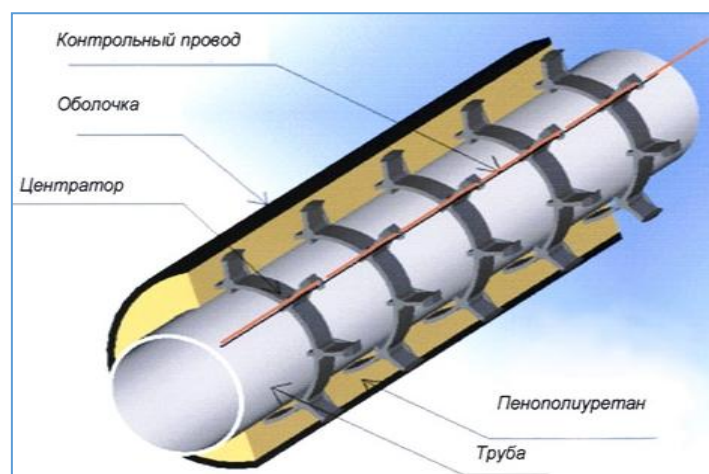


Рис. 3. Пи-труба в разрезе

Любая компания, обслуживающая тепловые сети, заинтересована в снижении затрат на прокладку новых трубопроводов, ремонт и замену изношенных труб, контроль и обслуживание действующих теплосетей. Основным фактором экономии является применение предизолированных труб.

Современная конструкция изоляции труб с применением пенополиуретана обладает ощутимыми преимуществами, по сравнению с другими используемыми материалами для тепловой изоляции труб (минеральная вата, фенольный поропласт, армопенобетон и т.д.). Благодаря наружному слою изоляции обладающему низким показателем теплопроводности и препятствующему коррозии, позволяет значительно снизить объемы теплопотерь. Также обеспечивается:

- увеличение срока службы в 2-3 раза до 30-40 лет (скорость коррозии труб ППУ в пластиковой оболочке ниже в 20-30 раз);
- снижение расходов на эксплуатацию в 2 раза;
- снижение расходов, связанных с ремонтом теплотрасс, в 3 раза;
- наличие встроенной системы оперативно-дистанционного контроля, позволяющей следить за текущим состоянием трубопровода из изолированных труб ППУ и определять с точностью до 1 м возможное место повреждения.

Для наглядности посчитаем расходы на прокладку 1 п.м. теплотрассы из обыкновенной стальной трубы условным диаметром (Ду) 200 мм, с использованием в качестве теплоизоляции минеральной ваты и расходы на прокладку ПИ-трубы того же диаметра.

Один погонный метр стальной трубы (марка Ст 20), теплоизоляционный цилиндр из минеральной ваты, толщиной 50 мм, для этой же трубы (1 м.п) и лоток серии 3.006-2 КЛ 90х60 (1 м.п) - общая сумма только материалов: составляет $\approx 72\$$.

Стоимость одного погонного метра ПИ-трубы диаметром 219/315 составляет $\approx 65\$$, при этом нет необходимости устройства железобетонного канала для прокладки. [1], [2].

Приведённые расценки могут незначительно отличаться, у каждого поставщика своя денежная политика. Но в целом, экономическая выгода, на лицо.

Если принять, что разница в $\approx 7\$$ за один погонный метр будет сохраняться и для труб других диаметров, то только для проекта, при длине теплопровода 6492м (в двухтрубном исполнении), экономическая выгода составит $\approx 45444\$$

Используя электронную программой «КТТО»[3], можно сравнить часовые потери тепла через изоляцию, ПИ-труб, теплоизолированных жёстким пенополиуретаном и труб теплоизолированных некогда популярной стекловатой.

$$\text{Коэффициент теплопроводности пенополиуретана } \lambda = 0,028 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^{\circ}\text{C}}$$

$$\text{Коэффициент теплопроводности стекловаты } \lambda = 0,038 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^{\circ}\text{C}} [4]$$

Расчёт производился без учёта взаимного влияния друг на друга подающего и обратного трубопровода, без учёта коэффициентов теплопроводности наружных оболочек, покрывающих теплоизоляцию, без учёта теплопроводности грунта и бетонных каналов. Толщина теплоизоляции принята одинаковой как для пенополиуретана так и для стекловаты, а значения толщины изоляции были взяты в соответствии с диаметром труб.

Расчёты произведены для подающего трубопровода основной расчётной магистрали, а за тем для всей проектируемой теплосети.

Скриншоты расчётов приведены ниже (рисунки 4, 5, 6,7).

Расчёт тепловых потерь с трубопроводов



Сделано на www.ktto.com.ua

№ уч.	Труба мм	Теплопр трубы	Теплопр изоляция.	Толщина изоляция.	k коэф.	t воды град.	t возд град.	b коэф	q Вт/м	L уч. м	Потери Вт
1	Сталь 377/7.0	58	0.028	111	0.12	120	-25	1.15	54	138	8570
2	Сталь 325/6.0	58	0.028	114	0.10	120	-25	1.15	47	41	2216
3	Сталь 325/6.0	58	0.028	114	0.10	120	-25	1.15	47	68	3675
4	Сталь 325/6.0	58	0.028	114	0.10	120	-25	1.15	47	54	2919
5	Сталь 325/6.0	58	0.028	114	0.10	120	-25	1.15	47	82	4432
6	Сталь 273/6.0	58	0.028	116	0.09	120	-25	1.15	41	45	2122
7	Сталь 273/6.0	58	0.028	116	0.09	120	-25	1.15	41	102	4809
8	Сталь 219/6.0	58	0.028	86	0.09	120	-25	1.15	43	106	5242
9	Сталь 219/6.0	58	0.028	86	0.09	120	-25	1.15	43	100	4945
10	Сталь 159/4.5	58	0.028	83	0.08	120	-25	1.15	35	47	1892
11	Сталь 133/4.0	58	0.028	85	0.07	120	-25	1.2	30	163	5868
12	Сталь 133/4.0	58	0.028	85	0.07	120	-25	1.2	30	114	4104
13	Сталь 108/3.5	58	0.028	86	0.06	120	-25	1.2	26	88	2746
Суммарная величина тепловых потерь (за один час)										53540 Вт	

Рис. 4. Потери в основной расчётной магистрали (ПИ-трубы)

№ уч.	Труба мм	Теплопр трубы	Теплопр изоляц.	Толщина изоляц.	k коэф.	t воды град.	t возд град.	b коэф	q Вт/м	L уч. м	Потери Вт
1	Сталь 377/7.0	58	0.038	111	0.16	120	-25	1.15	73	138	11585
2	Сталь 325/6.0	58	0.038	114	0.14	120	-25	1.15	64	41	3018
3	Сталь 325/6.0	58	0.038	114	0.14	120	-25	1.15	64	68	5005
4	Сталь 325/6.0	58	0.038	114	0.14	120	-25	1.15	64	54	3974
5	Сталь 325/6.0	58	0.038	114	0.14	120	-25	1.15	64	82	6035
6	Сталь 273/6.0	58	0.038	116	0.12	120	-25	1.15	55	45	2846
7	Сталь 273/6.0	58	0.038	116	0.12	120	-25	1.15	55	102	6452
8	Сталь 219/6.0	58	0.038	86	0.13	120	-25	1.15	58	106	7070
9	Сталь 219/6.0	58	0.038	86	0.13	120	-25	1.15	58	100	6670
10	Сталь 159/4.5	58	0.038	83	0.10	120	-25	1.15	47	47	2540
11	Сталь 133/4.0	58	0.038	85	0.09	120	-25	1.2	41	163	8020
12	Сталь 133/4.0	58	0.038	85	0.09	120	-25	1	41	114	4674
13	Сталь 108/3.5	58	0.038	86	0.08	120	-25	1.2	35	88	3696
Суммарная величина тепловых потерь (за один час)										71585 Вт	

Расчёт выполнен на основании алгоритмов разработанных специалистами компании OTOS www.otos.com.ua

Рис. 5. Потери в основной расчётной магистрали (стекловата)

Расчёт тепловых потерь с трубопроводов



Сделано на www.ktto.com.ua

№ уч.	Труба мм	Теплопр трубы	Теплопр изоляц.	Толщина изоляц.	k коэф.	t воды град.	t возд град.	b коэф	q Вт/м	L уч. м	Потери Вт
1	Сталь 377/7.0	58	0.028	111	0.12	120	-25	1.15	54	138	8570
2	Сталь 325/6.0	58	0.028	114	0.10	120	-25	1.15	47	245	13242
3	Сталь 273/6.0	58	0.028	116	0.09	120	-25	1.15	41	147	6931
4	Сталь 219/6.0	58	0.028	86	0.09	120	-25	1.15	43	206	10187
5	Сталь 159/4.5	58	0.028	83	0.08	120	-25	1.15	35	299	12035
6	Сталь 133/4.0	58	0.028	85	0.07	120	-25	1.2	30	676	24336
7	Сталь 108/3.5	58	0.028	86	0.06	120	-25	1.2	26	597	18626
8	Сталь 89/3.5	58	0.028	65	0.06	120	-25	1.2	28	602	20227
9	Сталь 76/3.5	58	0.028	58	0.06	120	-25	1.2	27	226	7322
10	Сталь 57/3.5	58	0.028	63	0.05	120	-25	1.2	21	110	2772
Суммарная величина тепловых потерь (за один час)										124248 Вт	

Рис.6. Потери во все проектируемой теплосети (ППУ изоляция)

№ уч.	Труба мм	Теплопр трубы	Теплопр изоляц.	Толщина изоляц.	k коэф.	t воды град.	t возд град.	b коэф	q Вт/м	L уч. м	Потери Вт
1	Сталь 377/7.0	58	0.038	111	0.16	120	-25	1.15	73	138	11585
2	Сталь 325/6.0	58	0.038	114	0.14	120	-25	1.15	64	245	18032
3	Сталь 273/6.0	58	0.038	116	0.12	120	-25	1.15	55	147	9298
4	Сталь 219/6.0	58	0.038	86	0.13	120	-25	1.15	58	206	13740
5	Сталь 159/4.5	58	0.038	83	0.10	120	-25	1.15	47	299	16161
6	Сталь 133/4.0	58	0.038	85	0.09	120	-25	1.2	41	676	33259
7	Сталь 108/3.5	58	0.038	86	0.08	120	-25	1.2	35	597	25074
8	Сталь 89/3.5	58	0.038	65	0.08	120	-25	1.2	37	602	26729
9	Сталь 76/3.5	58	0.038	58	0.08	120	-25	1.2	36	226	9763
10	Сталь 57/3.5	58	0.038	63	0.06	120	-25	1.2	29	110	3828
Суммарная величина тепловых потерь (за один час)										167469 Вт	

Расчёт выполнен на основании алгоритмов разработанных специалистами компании OTOS www.otos.com.ua

Рис. 7. Потери во все проектируемой теплосети (стекловата)

Здесь k – линейный коэффициент теплопередачи трубы вместе с изоляцией;

b – коэффициент учитывающий тепловые потери через опоры, соединения и арматуру принимаемый по СНиП 2.04.014;

q – тепловые потери с одного метра трубы за один час, Вт/м °С.

При подземной бесканальной прокладке трубопровода, глубиной до 1м, температура среды, окружающей трубопровод принимается равной температуре воздуха для расчётов отопления.[5]

Как видно из расчётов часовые потери тепла на основной расчётной магистрали для ПИ-труб составили 53540 Вт, для труб, изолированных стекловатой: 71585 Вт. Разница составит:

$$71585 - 51540 = 20045 \text{ Вт.}$$

Для подающего трубопровода всей проектируемой теплосети, тепловые потери для ПИ-труб составили 124248 Вт, для труб, изолированных стекловатой: 167469 Вт. Разница:

$$167469 - 124248 = 43221 \text{ Вт}$$

Переведём ватты в гигакалории:

$$20045 \frac{\text{Вт}}{\text{ч}} = 0,017236 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} = 0,413664 \frac{\text{Гкал}}{\text{сут}}$$

$$43221 \frac{\text{Вт}}{\text{ч}} = 0,037163 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} = 0,89912 \frac{\text{Гкал}}{\text{сут}}$$

Стоимость гигакалории ≈ 41 \$ Итого за сутки ПИ-трубы экономят 17 \$ в основной расчётной магистрали и 36,6 \$ в подающем трубопроводе всего микрорайона.

В нормативных документах закреплён срок эксплуатации ПИ-труб в 30 лет, хотя в некоторых источниках утверждается, что они могут работать и полвека. Но пока мы не имеем столь длительного опыта эксплуатации ПИ-труб.

ПИ-трубопроводы отличаются надёжностью и долговечностью, дают возможность сократить эксплуатационные затраты в 3,5-4 раза, поскольку практически не требуют обслуживания. При реконструкции теплосети и замене "традиционных" труб на предварительно изолированные только на 1000 м ПИ-трубопровода можно сэкономить 4-5 тыс. долларов США (в зависимости от диаметра трубы). К тому же, за 20 лет эксплуатации с ПИ-трубами практически не возникало инцидентов, они, как правило, находятся в хорошем состоянии, что подтверждается системой контроля.

Использование труб с ППУ позволит увеличить долговечность основных магистралей снизить стоимость ремонтных работ в будущем.

Список литературы

1. Интернет сайт <http://www.bereg.by> Дата обращения 15.11.2018
2. Интернет сайт http://din.by/catalog/pi_truby/ <http://din.by> Дата обращения 15.11.2018
3. Электронная расчётная программа <http://www.ktto.ua/calculation> Украина
4. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. Издательство МЭИ, 2001.
5. Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в пенополиуретановой изоляции. Минск, 2005.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ХИЩЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ И АРМАТУРЫ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Ю.Н. Дьячкова, А.Н. Попов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. В статье рассматривается одно из возможных решений проблемы хищений проводов и арматуры линий электропередачи, работающих без потребителей, посредством внедрения системы и прибора на основе радио- и GSM-связи.

Ключевые слова: *электроснабжение, линии электропередачи, хищение проводов, GSM-связь, обнаружение хищений.*

THE SYSTEM OF MONITORING OF EMBEZZLEMENTS OF CONDUCTORS AND FITTINGS ON TRANSMISSION LINES

Y.N. D'yachkova, A.N. Popov

Polzunov Altai State Technical University

Annotation: In the article one of possible problem solving of embezzlements of wires and the fittings of transmission lines working without consumers is considered, by means of implementation of the system and device on the basis of radio and GSM-communication.

Keywords: *electrical power supply, transmission line, embezzlement of wires, GSM-communication, embezzlements detection.*

Транспортировка электроэнергии потребителю – одна из важнейших задач энергетики. Электрическая энергия поставляется преимущественно по воздушным линиям электропередачи. Цветные металлы, входящие в состав проводов линий электропередачи привлекают злоумышленников своей стоимостью на вторичном рынке металлов.

Основная задача энергетиков – надежное и бесперебойное энергоснабжение потребителей. Большая проблема на пути ее выполнения – злоумышленники, наносящие ущерб электроснабжающему хозяйству.

Хищение цветных металлов – настоящее бедствие российской электроэнергетики. В России ежегодно крадут тысячи километров проводов. В Алтайском крае филиал «МРСК Сибири» – «Алтайэнерго» также знакомы с данной проблемой. Электрические сети филиала – самые протяженные и разветвленные в Сибирском федеральном округе. Они обеспечивают электроэнергией все население региона – около двух с половиной миллионов человек, проживающих на территории 168 тыс. кв. км. [1].

Протяженность обслуживаемых линий электропередачи «Алтайэнерго» составляет 53169 км. Около двух миллионов рублей – сумма ущерба от противоправных действий преступной группы, действующей на энергообъектах «Алтайэнерго» в Алтайском крае.

В связи с большой протяженностью линий электропередачи, а также с учетом бесхозных линий появляется проблема своевременного обнаружения кражи проводов. Так, в Алтайском крае более 730 км линий электропередачи и более 220 подстанций – бесхозные или оформлены в муниципальную собственность [1]. Это более 1% от общего числа сетевых объектов края. Обнаружение краж на столь протяженных линиях затруднительно.

По данным информационно-аналитических материалов управления МВД России по Алтайскому краю фиксируется рост краж проводов с линий электропередачи. Например, по отчету о состоянии преступности на территории Славгородского района Алтайского края за 1 полугодие 2018 года выявлено увеличение количества краж цветных металлов на 40% (с 25 фактов за тот же период 2017 года до 35 фактов) [2]. Статистика краж за последние годы в этом районе представлена на рисунке 1.

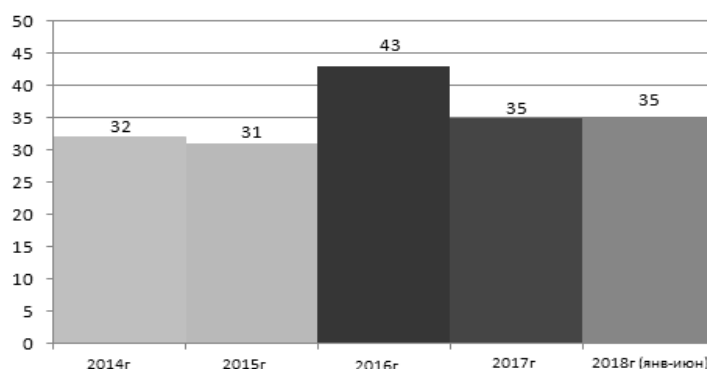


Рис. 1. Статистика краж цветных металлов Славгородского района Алтайского края за последние 5 лет

Статистика показывает рост заинтересованности злоумышленников в цветных металлах за последние 5 лет.

Своевременное обнаружение кражи проводов поможет сократить время на решение проблемы, а именно поиск аварийного участка, а также оперативное восстановление линии электропередачи.

По большей части кражи совершаются с сезонно используемых линий электропередачи, но при попытке ввести в эксплуатацию таких линий выясняется отсутствие пролетов проводов [3]. Это влечет за собой срыв сроков выполнения подключения потребителей, а значит и увеличение затрат на ускоренное восстановление линий.

На данный момент существуют методы мониторинга линий электропередачи, включающие в себя сбор добровольных народных дружин, которые обследуют электрооборудование, разработку планов совместных действий с правоохранительными органами по предотвращению хищений. Для постоянного мониторинга целостности линий электропередачи требуется большое количество людей и техники. Гораздо рациональнее внедрить систему мониторинга хищений на линиях электропередачи, которая позволит своевременно обнаруживать кражу и место происшествия. А также такого рода система может действовать при поимке злоумышленников даже на месте происшествия или по горячим следам.

Система мониторинга хищений на линиях электропередачи должна включать в себя датчик измерения наличия напряжения, радиостанцию с антенной, приемник радиосигнала и автоматизированное рабочее место диспетчера. Передача может осуществляться как по каналам коротковолновой радиосвязи, так и по GSM-каналам. Коротковолновая связь будет актуальна в местностях, в которых отсутствует GSM-связь. Система позволит в режиме реального времени следить за наличием проводов на линии и регистрировать факт кражи проводов.

На сегодняшний день в целях сокращения краж все недействующие линии электропередачи находятся под напряжением, на эти меры пришлось пойти электроснабжающим организациям в условиях нынешней ситуации роста краж. А, значит, использование указателя наличия напряжения в данном случае становится возможным.

В качестве такого указателя возможно применение индикатора высокого напряжения (ИВН), который используется для определения наличия напряжения в классе 10 кВ 50 Гц, на трех фазах токоведущих частей электроустановки [4]. Также возможно использование указателей высокого напряжения (УВН) 6-220 кВ, которые также позволят определять наличие (отсутствие) напряжения на токоведущих частях переменного тока при непосредственной связи с частями электрооборудования. Для внедрения в систему мониторинга хищений на линиях электропередачи индикатора высокого напряжения необходимо осуществить связь индикатора с передатчиком информации.

Для передачи информации по радиосвязи необходимо наличие антенны передающей станции и антенны приемной. Антенна является излучателем сиг-

нала, от нее зависит излучаемая мощность. Радиоканальные системы большого радиуса действия имеют выделенный радиоканал и обеспечивают радиус действия 20-100 км.

Для передачи информации по GSM-связи необходимо наличие контроллера на объекте, далее по GSM-каналу (сотовая связь) информация передается на автоматизированное рабочее место диспетчера, а также в дополнении на пульт дежурного участкового. Схема передачи информации по системе GSM-каналов связи представлена на рисунке 2.

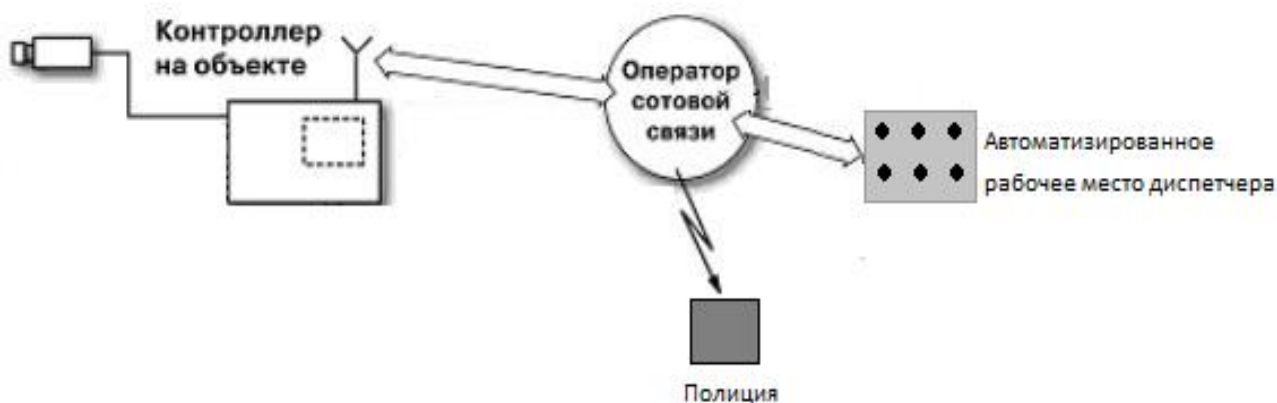


Рис. 2. Схема передачи информации в GSM-охранной системе

Для питания системы мониторинга хищений проводов с линий электропередачи необходимо применение резервной аккумуляторной батареи, которая при отсутствии напряжения позволит GSM-контроллеру отправить сообщение диспетчеру о пропаже напряжения на линии. В качестве подпитки аккумуляторной батареи можно использовать солнечную батарею или питание от трансформатора, у которого производится установка системы.

Установка датчика показывающего наличие напряжения возможна на каждом пролете проводов, в случае низкой итоговой стоимости оборудования, или же можно рассмотреть установку системы мониторинга на последнем пролете проводов перед понизительным трансформатором, в случае кражи провода, как и на всей протяженности линии, так и на последнем пролете пропадет напряжение, а, значит, система сработает и диспетчер получит информацию о хищении. Однако, в случае установки мониторинга на каждом пролете появится возможность указывать точное место происшествия, но в то же время усложнит и увеличит объем информации, которую необходимо обработать диспетчеру.

В результате разработки и применения системы мониторинга хищений проводов с линий электропередачи появится возможность своевременного обнаружения хищения провода. А, значит, исключается риск неожиданного нарушения процесса электроснабжения потребителей в случае перехода на резервную линию электропередачи. А также появляется возможность сократить время поиска злоумышленников и поимки их на месте происшествия или по горячим следам. Снизив риск нарушения процесса электроснабжения, повысит-

ся надежность электроснабжения, которая является важнейшей задачей энергетиков.

Список литературы

1. Публичное акционерное общество «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири» – «Алтайэнерго» [Электронный ресурс], 2018. – Режим доступа: <https://www.mrsk-sib.ru/index.php?lang=ru22>
2. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации, Главное управление МВД России по Алтайскому краю: Отчеты перед населением [Электронный ресурс], 2018. – Режим доступа: <https://22.xn--b1aew.xn--p1ai/Dejatelnost/otchnas>
3. Грибанов, А. А. Стратегии обеспечения эксплуатационной надёжности электрооборудования сельскохозяйственного производства с учётом сезонного характера работы [Текст] / А. А. Грибанов // Ползуновский вестник. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ им. И. И. Ползунова, 2011. – С. 72-79.
4. ЭТК «Оникс» – электрооборудование: Индикатор высокого напряжения ИВН [Электронный ресурс], 2004-2014. – Режим доступа: <http://www.etk-oniks.ru/Ukazateli-napryazheniya/IVN-10.html>

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ БИТУМА И ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ ПО ТРУБОПРОВОДАМ

Н.А. Зарипова, А.К. Николаев, Е.С. Деменин
Санкт-Петербургский горный университет

Аннотация. Запасы тяжелой нефти и битума более чем в два раза превосходят запасы традиционной легкой нефти по всему миру. Добыча тяжелой нефти и битумов в среднем в два раза выше по капиталовложениям и энергоёмкости, чем добыча обычной нефти. Это связано с их чрезвычайно низкой подвижностью из-за высокой вязкости в пластовых условиях наряду, с наличием нежелательных компонентов, таких как асфальтены, тяжелые металлы и сера. Все это усложняет добычу, транспортировку, а также переработку такой нефти. Хорошо известно, что трубопроводы являются наиболее удобным средством транспортировки нефти с объекта добычи до объектов потребления. Однако транспортировка тяжелой нефти и битума чрезвычайно сложна, без предварительного снижения вязкости тяжелой нефти и битума, их транспортировка по трубопроводу затруднена. Это связано с затратами огромного количества энергии (то есть высокой мощностью перекачки), необходимой на преодоления высокого перепада давления в трубопроводе из-за их высокой вязкости в пластовых условиях. Для преодоления этих трудностей существует несколько технологий для улучшения свойств потока тяжелой нефти и битума по трубопроводам. В данной статье рассмотрены различные технологии транспортировки тяжелых и битуминозных нефтей, более подробно приведены сведения по технологии транспортировки с разбавителем. Выполненный обзор обеспечит направлением для совершенствования и разработки новых технологий транспортировки битума и тяжелой нефти по трубопроводам.

Ключевые слова: *тяжелая нефть, битум, битуминозная нефть, транспортирование по трубопроводам, высоковязкая нефть, технология транспортирования, трудноизвлекаемая нефть.*

CURRENT CONDITION AND PERSPECTIVES OF IMPROVING TECHNOLOGIES OF TRANSPORTATION OF BITUMEN AND HEAVY OIL BY PIPELINE

N.A. Zaripova, A.K. Nikolaev, E.S. Demenin
Saint-Petersburg Mining University

Abstract. The reserves of heavy oil and bitumen are more than twice the reserves of traditional light oil throughout the world. Extraction of heavy oil and bitumen is on average twice as high in capital investment and energy intensity than conventional oil. This is due to their extremely low mobility due to the high viscosity at reservoir conditions along with the presence of undesirable components such as asphaltenes, heavy metals and sulfur. All this complicates the extraction, transportation, and processing of such oil. It is well known that pipelines are the most convenient means of transporting oil from a production facility to consumption facilities. However, transportation of heavy oil and bitumen is extremely difficult, without first reducing the viscosity of heavy oil and bitumen, their transportation through the pipeline is difficult. This is due to the cost of huge amounts of energy (that is, high pumping capacity) required to overcome the high pressure drop in the pipeline due to their high viscosity in reservoir conditions. To overcome these difficulties, there are several technologies to improve the properties of the flow of heavy oil and bitumen through pipelines. This article discusses various technologies for the transportation of heavy and bituminous oils, provides more detailed information on the transport technology with a thinner. The review will provide direction for the improvement and development of new technologies for transporting bitumen and heavy oil through pipelines.

Keywords: *heavy oil, bitumen, bituminous oil, pipeline transportation, highly viscous oil, transportation technology, hard-to-recover oil.*

Введение. Согласно прогнозу министерства энергетики США, Международного энергетического агентства и Всемирного энергетического совета мировая численность населения растет, а соответственно и растет спрос на энергию. За последние 20 лет мировой спрос на нефть увеличился с 60 миллионов баррелей в день до 98 миллионов баррелей в день [1]. В связи с этим для удовлетворения постоянно растущей потребности в энергии необходимо разрабатывать другие источники углеводородов, а также альтернативные энергетические ресурсы. В прошлом тяжелая нефть и производство битума считались нерентабельными из-за высоких затрат на разработку, транспортировку, переработку и низкой рыночной стоимости. Кроме того, сокращение запасов средней и легкой нефти, а также постоянно растущий мировой спрос на энергию стимулируют развитие эксплуатации данного углеводородного ресурса. В Канаде, например, около 700 000 баррелей в день синтетической нефти получают из тяжелой нефти и битумов или битуминозных песков и транспортируются по трубопроводам на нефтеперерабатывающие заводы в Канаде и США [2].

Высокая вязкость в пластовых условиях и большое атомное отношение углерод-водород вызывают трудности при разработке месторождений тяжелой и битуминозной нефти, а также трудности при ее транспортировке и переработке. Также затрудняющим фактором при транспортировке по трубопроводам традиционным способом без предварительного приведения свойств тяжелой нефти к свойствам традиционной нефти является образование асфальтеновых отложений, тяжелых металлов, серы и солей [3]. Кроме того, наличие солей в тяжелых

и битуминозных нефтях вызывает образование коррозии металла труб. В некоторых случаях образование эмульсии типа «нефть-вода», полученная из пласта создает трудности при транспортировке.

В России запасы трудноизвлекаемой нефти составляют на данный момент более 65 % от общего числа месторождений. Несмотря на такую величину запасов, добыча такой нефти по-прежнему остается на низком уровне. Тем не менее трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ) нефти все больше привлекают мировую нефтяную промышленность [4]. Такая тенденция объясняется сокращением запасов традиционной нефти и ограниченным предложением и ростом цен на нефть. На данный момент месторождения тяжелой и битуминозной нефти активно разрабатываются в Канаде, Венесуэле и в Республике Татарстан Российской Федерации. В Канаде и Венесуэле трубопроводы используются для транспортировки примерно 95 % тяжелой и битуминозной нефти. Выбор такого вида транспорта связан с тем, что трубопроводы являются наименее дорогостоящими, экологически чистыми и наиболее эффективным видом транспортирования углеводородов.

Совершенствование технологий транспортировки тяжелых и битуминозных нефтей может быть достигнуто путем предварительного подогрева нефти наряду с нагревом трубопровода, смешением или разбавлением легкими углеводородами, а также водонефтяной эмульсии, частичной модернизацией и использованием трубопроводов с коаксиальным током [5]. Каждая из приведенных методик направлена на снижение вязкости и увеличение энергии, необходимой для перекачки, для повышения текучести по трубопроводу. Цель данного обзора – оценить существующие технологии транспортирования тяжелой, высоковязкой и битуминозной нефти по трубопроводам, изучить их преимущества и недостатки. Полученные результаты помогут провести дальнейшие исследования для обеспечения практического решения по улучшению технологий транспортировки трудноизвлекаемой нефти без экономического ущерба.

Технологии транспортирования тяжелой и битуминозной нефти

Методы трубопроводного транспорта тяжелой и битуминозной нефти обычно группируют в три, как показано на рисунке 1:

1. Снижение вязкости (предварительный нагрев и последующий нагрев трубопровода, смешивание и разбавление легкими углеводородами или растворителем, эмульгирование путем образования эмульсии «нефть в воде», снижение температуры застывания нефти с помощью депрессанта для снижения температуры застывания).

2. Сокращение трения (образование смазки трубопровода за счет использования концентрического потока, использование противотурбулентных присадок).

3. Частичная модернизация (в условиях пласта) добычи тяжелой нефти с целью получения синтетической нефти с улучшенной вязкостью, плотностью и минимизация содержания асфальтенов, серы и тяжелых металлов.

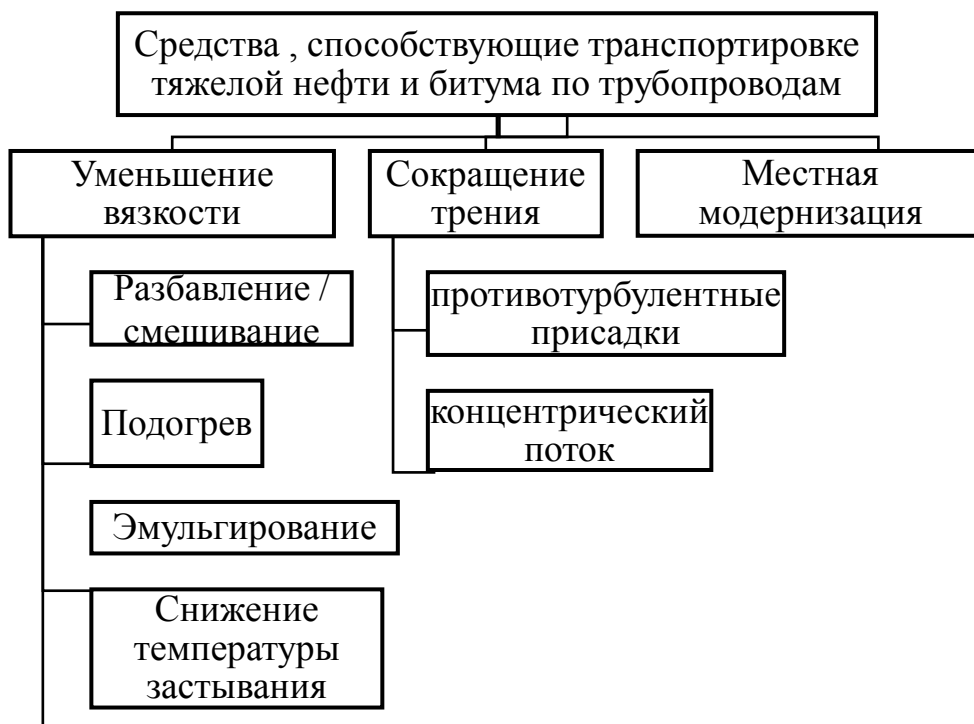


Рисунок 1 – Существующие технологии трубопроводного транспорта тяжелой нефти и битумов

На рисунке 2 представлена зависимость перепада давления от скорости потока для некоторых способов транспортировки тяжелой и битуминозной нефти.

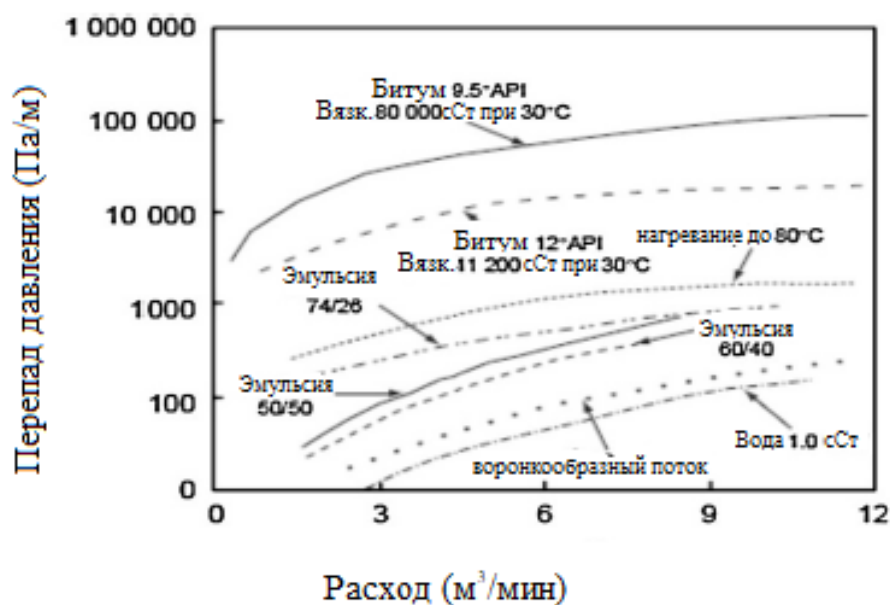


Рисунок 2 – Падение давления в зависимости от расхода для различных способов транспортировки тяжелой нефти

Разбавление

Высокая вязкость в пластовых условиях является серьезным препятствием при добыче и транспортировке тяжелой нефти и битума по трубопроводам. Таким образом, смешивание или разбавление такой нефти с целью снижения вязкости является одним из наиболее часто используемых методов транспортировки по трубопроводам. Данный способ применяется еще с 1930-х годов. Разбавители всегда менее вязкие, чем транспортируемый продукт. Хорошо известно, что чем ниже вязкость разбавителей, тем ниже вязкость получаемой смеси. В качестве разбавителей широкое применение получили конденсат из добычи природного газа, нефтя (лигроин, тяжелая фракция нефти), керосин, более легкие сырые нефти и т. д. Также было исследовано использование органических растворителей, таких как спирт, метил-трет-бутиловый эфир, метил-трет-амиловый эфир. Их использование предлагалось для улучшения октанового числа бензина. Впоследствии смесь углеводородов и органических растворителей с полярной группой в их молекулярной структуре показала некоторую эффективность в снижении вязкости тяжелой сырой нефти при постоянной скорости разбавления. Использование разбавителей позволяет транспортировать большое количество тяжелой нефти и битума.

Кроме того, вязкость полученной смеси определяется скоростью разбавления, а также вязкостью и плотностями тяжелой сырой нефти и битума, и используемыми разбавителями. Полученная смесь имеет более низкую вязкость, и поэтому ее легче перекачивать по сниженной цене. Особую роль в повышении экономической эффективности транспортировки играет дешевизна и легкодоступность разбавителей.

Концентрация разбавителя в смеси с тяжелыми и высоковязкими нефтями обычно составляет от 0 до 20%, с битумами и битуминозными нефтями 25-50%.

Легкий конденсат природного газа (пентан плюс или C5+) представляет собой смесь углеводородных жидкостей с низкой плотностью и меньшей вязкостью, которая является побочным продуктом переработки природного газа. Этот конденсат, полученный из природного газа, использовался для разбавления тяжелой сырой нефти и битума на канадских и венесуэльских нефтяных месторождениях, чтобы улучшить их транспортировку по трубопроводам. Хотя вязкость тяжелой нефти и битума значительно снижается при смешивании с конденсатом, осаждение асфальтенов, сегрегация и агрегация вызывают нестабильность при транспортировке и хранении. Это связано с тем, что асфальтены, присутствующие в тяжелой нефти, нерастворимы в алканах, таких как n-пентан и гептаны, поскольку известно, что конденсаты являются легкой нефтью с высоким содержанием парафина. Кроме того, асфальтены имеют тенденцию к взаимодействию и агрегации. Вязкость смеси нефть-конденсат зависит от свойств тяжелой и битуминозной нефти, конденсата, скорости разбавления, тяжелого нефтяного конденсата, а также рабочей температуры. Ограничения на использование конденсатов: его доступность зависит от спроса на природный газ; из-за растущей добычи тяжелой нефти и битума добычи конденсата недостаточно для поддержания спроса на разбавитель; большинство его компонен-

тов не являются хорошими растворителями для асфальтенов, и может возникнуть осаждение; нестабильность во время хранения.

Тем не менее, было также рассмотрено использование легкой нефти, но она менее эффективна в снижении вязкости тяжелой нефти или битума в отличие от конденсата. Следовательно, совместимость с легкой нефтью, а также доступность в условиях снижения запасов обычной легкой сырой нефти ограничили ее использование в качестве разбавителей. Кроме того, было установлено, что легкий углеводород, такой как керосин, эффективен при транспортировке тяжелой нефти и битума по трубопроводам. Ледерер (1933) разработал модифицированную корреляцию, подобную классическому выражению Аррениуса, для оценки полученной вязкости смеси тяжелой нефти и разбавителей. Полученная вязкость смеси выглядит следующим образом:

$$\log \mu = \left(\frac{\alpha V_0}{\alpha V_0 + V_d} \right) \log \mu_0 + \left(1 - \frac{\alpha V_0}{\alpha V_0 + V_d} \right) \log \mu_d \quad (1)$$

где V_0 и V_d - объемная доля тяжелой нефти и разбавителей, μ_0 и μ_d - вязкость тяжелой и битуминозной нефти и разбавителей соответственно, а α - эмпирическая константа в диапазоне от 0 до 1.

Таким образом, Шу (1984) предложил эмпирическую формулу для определения константы α для смеси тяжелой сырой нефти или битума, разбавленных легкими углеводородными разбавителями. Отношение зависит от отношения вязкости нефти к разбавителям (то есть легких углеводородов) и их плотности соответственно:

$$\alpha = \frac{17.04 \rho_0 - \rho_d^{0.5237} \rho_0^{3.2745} \rho_d^{1.6316}}{\ln \left(\frac{\mu_0}{\mu_d} \right)} \quad (2)$$

Следовательно, наиболее используемые легкие углеводороды для разбавления тяжелой нефти и битума являются дорогостоящими и недоступны в больших количествах. Поэтому необходимо повторное применение разбавителей. Также для отделения разбавителей от нефти требуется монтаж дополнительных трубопроводов, которые впоследствии увеличивают эксплуатационные расходы. Кроме того, для удобной транспортировки тяжелой нефти и битума по трубопроводу вязкость разбавленной нефти должна быть меньше, чем для стандартного трубопровода максимального размера, т.е. <200 мПа·с. Для достижения этого требования значения вязкости в трубопроводе требуется использование большого объема разбавителей, учитывая, что тяжелая и битуминозная нефть могут иметь вязкость более 10^5 мПа·с.

Другим распространенным разбавителем является нефтяная фракция. Нефтяная фракция имеет высокую плотность и показывает хорошую совместимость с асфальтенами. Авторы [6] предположили, что смесь нефти и органического растворителя уменьшит количество разбавителей, необходимых для снижения вязкости тяжелых нефтей при транспортировке по трубопроводам. Было обнаружено, что относительная вязкость смеси тяжелой нефти, разбавленной сме-

стью лигроина и органического растворителя, уменьшается, как показано на рис.3. Это объясняется увеличением полярности или водородных связей растворителей и способностью полярных растворителей к воздействию на компоненты асфальтенов тяжелой нефти [6]. В этом случае растворитель с более высокой полярностью вызывает более значительное снижение вязкости разбавленной тяжелой нефти, тем самым повышая эффективность разбавления.

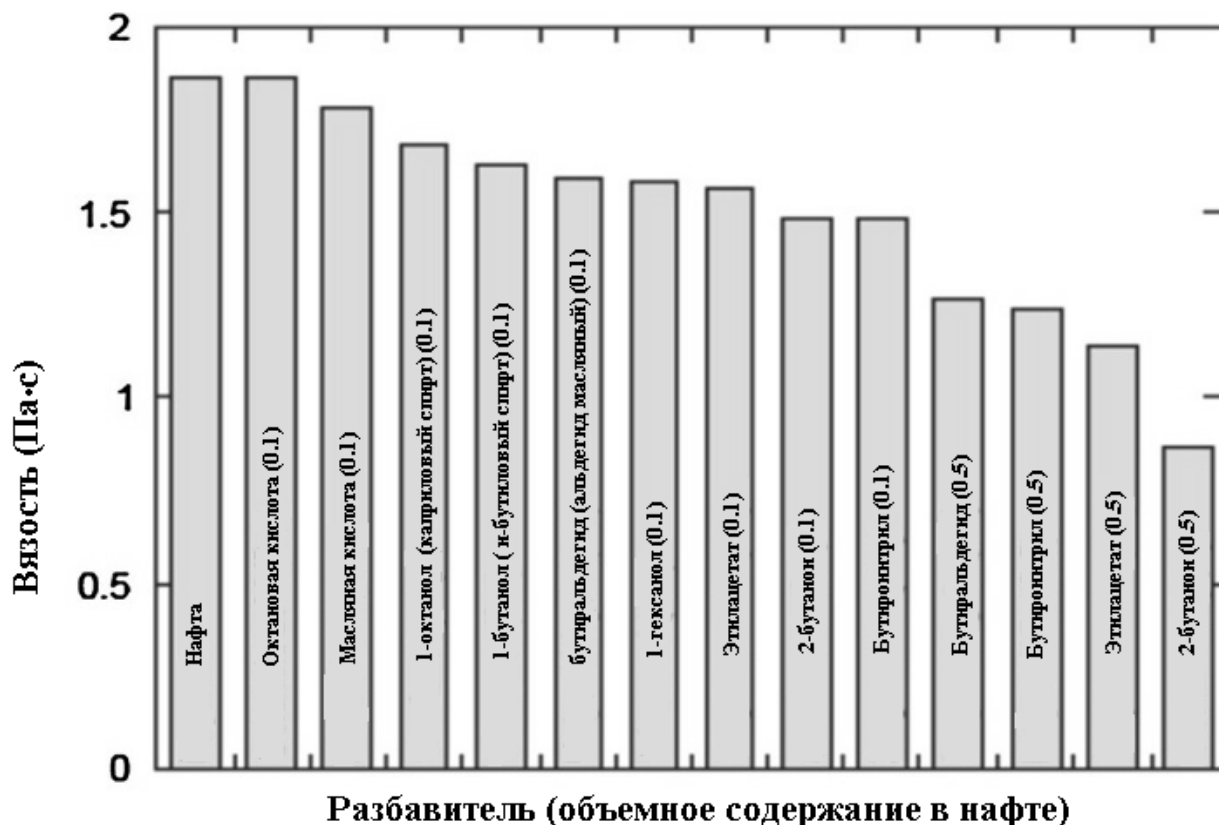


Рисунок 3 - Влияние органического растворителя на вязкость тяжелой нефти при разбавлении [7]

Выводы

Разработка месторождения высоковязких, битуминозных нефтей является одной из важнейших задач энерго- и ресурсосбережения, а соответственно и развития энергетического комплекса Российской Федерации, согласно «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» [8]. Для возможности эффективного использования тяжелой и битуминозной нефти необходимо разработать технологию, позволяющую экономически эффективно транспортировать такие нефти по трубопроводам. Представленные в данной статье технологии имеют ряд недостатков. Применение приведенных методов зависят от ряда параметров, таких как: свойства нефти, дистанция транспортирования, стоимость, экологические и законодательные соображения и др. Подробно описанный метод транспортировки с разбавителем является наиболее часто применяемым, но также не совершенен.

Список литературы

1. Hasan SW, Ghannam MT, Esmail N (2010) Heavy crude oil viscosity reduction and rheology for pipeline transportation. *Fuel* 89: pp 1095–1100.
2. Hsu C, Robinson P (2006) Practical advances in petroleum processing, vol 1. Springer, New York, pp 1–5.
3. Zhang N, Zhao S, Sun X, Zhiming X, Chunming X (2010) Storage stability of the visbreaking product from Venezuela heavy oil. *Energy Fuels* 24: pp 3970–3979.
4. Приложение №3 «Технологии» к журналу «Сибирская нефть» №100, 2013.
5. Al-Roomi Y, George R, Elgibaly A, Elkamel A (2004) Use of a novel surfactant for improving the transportability/transportation of heavy/viscous crude oil. *J Pet Sci Eng* 42: pp 235–243.
6. Gateau P, Henaut I, Barre L, Argillier JF (2004) Heavy oil dilution. *Oil Gas Sci Technol Rev IFP* 59(5): pp 503–509.
7. Abarasi Hart A review of technologies for transporting heavy crude oil and bitumen via pipelines. *J Petrol Explor Prod Technol* (2014) 4: pp 327–336.
8. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ НА БОЛЬШОЙ ВЫСОТЕ

А.О. Зайцев, А.А. Драгунов, Д.В. Казанков, М.В. Аполон

Научный руководитель к.т.н. Г.В. Плеханов

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассматривается проект ветрогенерирующей энергетической установки и ее возможная полная либо частичная реализация. Проводится анализ данных и возможности претворения проектов в жизнь.

Ключевые слова: электростанция, солнечная электростанция, ветроэнергетика, энергия.

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING A WIND-GENERATING PLANT AT HIGH ALTITUDE

A.O. Zaitsev, A.A. Dragunov, D.V. Kazankov, M.V. Apolon

Supervisor G.V. Plekhanov

Rubtsovsk industrial Institute (branch)

Federal state budget educational institution of higher education

«The Altai state technical University them. I.I. Polzunov»

Annotation. The project of a wind-generating power plant and its possible full or partial implementation are considered. The analysis of data and the possibility of implementing projects in life.

Keywords: wind power, solar power, energy.

За основу выполнения всех расчетов была взята гипотеза: Скорость ветра на высоте 2500 метров (опорная расчетная высота) выше, чем на поверхности Земли.

Для доказательства гипотезы решим задачу на расчет скорости ветра на заданной высоте, согласно текущим погодным условиям. Формула для расчета:

$$V_1 = V_0 \cdot \left(\frac{H_1}{H_0}\right)^k \quad [1], \quad (1)$$

где H_1 – расчетная высота; H_0 – начальная высота; V_0 – начальная скорость ветра; V_1 – искомая скорость ветра.

Согласно текущему прогнозу погоды, скорость ветра на высоте 10 м, составляет 5,6 м/с. k - коэффициент увеличения скорости ветра с увеличением высоты. Гладкий, ровный участок (открытое поле, водоемы) имеет низкий коэффициент градиента ($k = 0,1 - 0,15$), в то время как холмистый, лесистый, или с большим количеством зданий регион будет иметь более высокий коэффициент ($k = 0,3 - 0,6$). [2] Для решения задачи для города Рубцовска и Рубцовского района был взят коэффициент $k = 0,1$.

$$V_1 = 5,6 \cdot \left(\frac{2500}{10}\right)^{0,1} = 9,727 \text{ м/с}$$

Полученную прогнозируемую скорость ветра можно подтвердить при помощи показаний погодных спутников, взятых в сети интернет [3]. Город Рубцовск находится в координатах: широта: 51.52° долгота: 81.21° , где согласно спутникам, скорость ветра на высоте 2500 м ($\approx 700-750$ hPa) сейчас составляет 9,8 м/с, что приблизительно равно полученной расчетной величине. $9,8 \approx 9,727$ м/с

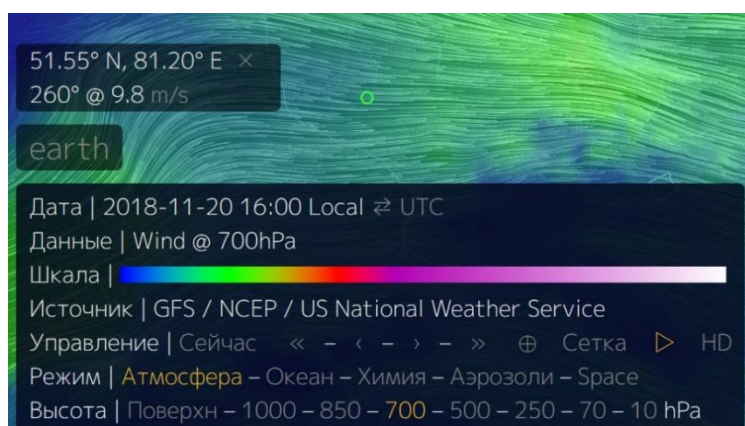


Рис. 1. Показания, полученные со спутников: скорость ветра на высоте 2500 метров

Рассчитаем мощность моделируемой ветроустановки по формуле:

$$P = \eta \cdot \rho \cdot V^3 \cdot \frac{S}{2}, \quad (2)$$

где η – КПД ветроустановки; ρ – плотность воздуха; V – скорость ветра на заданной высоте; S – площадь ветроколеса.

Плотность воздуха возьмем из таблицы.

Таблица 1

Плотность атмосферы на различной высоте над землей[4].

Высота,км	Плотность, кг/м ³
0	1,225
0,05	1,219
0,1	1,213
0,2	1,202
0,3	1,190
0,5	1,167
1	1,112
2	1,007
3	0,909

$$\rho_{(2500.м)} = \frac{1,007 + 0,909}{2} = 0,958 \text{ кг} / \text{м}^3$$

КПД ветроустановки задан заводом изготовителем и составляет 40% = 0,4. Радиус ветроколеса равен 1,85 метров, следовательно, площадь поверхности ветроколеса $S = \pi \cdot R^2 = 3,14159 \cdot 1,85^2 = 10,752 \text{ м}^2$. Мощность ветроустановки при скорости ветра 9 м/с на поверхности составляет 2 кВт, что совпадает с заданной заводом изготовителем величиной:

$$P = 0,4 \cdot 1,225 \cdot 9^3 \cdot \frac{10,752}{2} = 1920,36 \text{ Вт} \approx 2 \text{ кВт}$$

На выбранной нами опорной расчетной высоте - 2500 м при скорости ветра на поверхности 9 м/с, скорость ветра на высоте составит

$$V_1 = 9 \cdot \left(\frac{2500}{10}\right)^{0,1} = 15,633 \text{ м} / \text{с}$$

, а мощность ветроустановки:

$$P = 0,4 \cdot 0,958 \cdot 15,633^3 \cdot \frac{10,752}{2} = 7870,640 \text{ Вт} \approx 7,9 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{max}} = 0,4 \cdot 0,958 \cdot 20^3 \cdot \frac{10,752}{2} = 16480,66 \text{ Вт} \approx 16,480 \text{ кВт}$$

Максимальная расчетная мощность достаточно высокая, однако при такой скорости ветра (20 м/с) ветрогенератор начнет защитное торможение и будет работать в режиме перегрузки, что недопустимо. Чтобы эффективно использовать данную гипотетическую ветроустановку, необходимо следить за погодными условиями, а именно за скоростью ветра.

Теперь необходимо решить задачу о размещении моделируемой ветряной электростанции на высоте 2500 метров. Для обеспечения подъема установки принято решение использовать аэростат, наполненный гелием. Подъемная сила гелия $1M^3_{(He)} = 1,114кг$, с учетом массы гелия $m_{He}(1M^3) = 0,357кг$.

$$1M^3_{(He)} = 1,114 - 0,357 = 0,757кг$$

Для расчетов взят реально существующий аэростат, форма которого - дирижабль. Его линейные размеры:

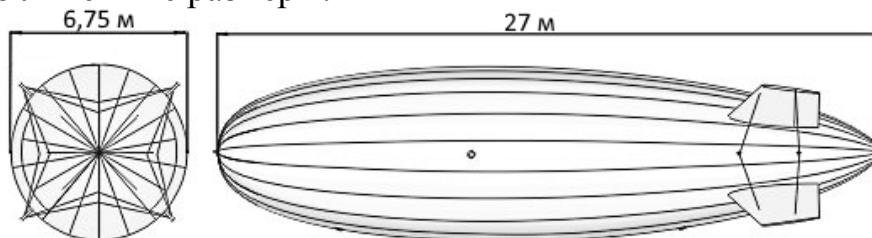


Рис. 2. Линейные размеры дирижабля

Аэростат будет прикреплен к поверхности земли четырьмя прочными капроновыми тросами, расчетная масса которых представлена в таблице. Для снятия выработанной электроэнергии с генераторов выбран провод ПВС 2х2,5, номинальная токовая нагрузка которого 25 А. Для обеспечения собственных нужд дирижабля его поверхность выше линии экватора будет покрыта гибкими десятью солнечными панелями, мощность которых 3000 Вт. Занимаемая площадь приблизительно 2 м².

Таблица 2

Масса оборудования и подъемной установки

Объем оболочки	2532,5 м ³
Вес оболочки	752 кг
Вес троса	210×4=840 кг
Вес кабеля	253 кг
Вес ветрогенератора	64×4 = 256 кг
Вес солнечных батарей	21,5×10 кг
Вес дополнительного оборудования	150 кг
Суммарная масса	2465 кг

Нам известна приблизительная расчетная масса аппарата. Проведем расчет подъемной силы установленного объема гелия.

$$\frac{2532,5}{0,757} = 3345,44кг$$

Моделируемый дирижабль способен поднять $3345,44кг$, с учетом уменьшения плотности гелия с увеличением высоты, подъемная сила гелия сократится примерно на 20%, а значит составит $\approx 2676,352$ кг, что достаточно для расчетной массы.

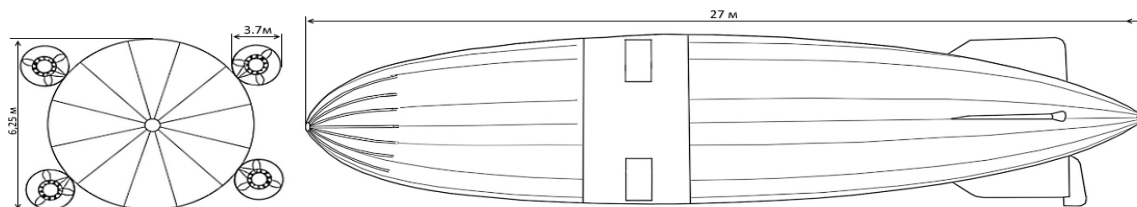


Рис. 3. Схематическое изображение моделируемой ветрогенерирующей установки

Рассчитаем примерную стоимость проектируемой установки. Полученные значения занесены в таблицу 3.

Таблица 3

Стоимость проектируемой установки

Стоимость гелия	4305250 руб.
Стоимость оболочки	107158 руб.
Стоимость троса	157375 руб.
Стоимость кабеля	100200 руб.
Стоимость ветрогенераторов	600000 руб.
Стоимость солнечных батарей	108000 руб.
Стоимость дополнительного оборудования	52000 руб.
Суммарная стоимость	5429983 руб. 1124733 руб. (без газа)

Подведем итоги. Использование ветрогенератора на высоте 2500 метров позволит исключить главное негативное свойство турбин – очень громкий шум работы, который влияет на животных и человека. На такой высоте ветер всегда быстрее, чем на поверхности, а плотность воздуха не настолько низка, чтобы повлиять на силу ветра и вырабатываемую мощность. С использованием более мощных генераторов, можно достичь очень высоких показателей вырабатываемой мощности.

Список литературы

1. Тучинский Б.Г. Оценка выработки электроэнергии ветроэлектрической установки по данным наблюдений метеостанции / Материалы IV Международной конференции „Нетрадиционная энергетика в XXI веке”. - Крым, 2003. – с.142-146.

2. <https://vetrogeneratorsvoimirukami.ru/bashnya.html>

3. Показания погодных спутников [Электронный ресурс]: <https://earth.nullschool.net/ru/#current/wind/isobaric/700hPa/orthographic=-263.66,49.82,3000/loc=81.193,51.487>

4. Плотность атмосферы на различной высоте над землей. [Электронный ресурс] : <https://tehtab.ru/Guide/GuidePhysics/GuidePhysicsDensity/DensityAirHeight>

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРМОСТАТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

Е.С. Капкина

Вологодский государственный университет

Аннотация. Инновационная деятельность традиционно представляется как деятельность, направленная на широкий поиск и реализацию инноваций с целью увеличения существующего ассортимента, повышения качества продукции, усовершенствование технологии и производства, для обеспечения решения проблемы - удовлетворения социальных потребностей. Одной из задач здоровьесберегающих инноваций является повышение уровня жизни человека за счет разнообразия и качества производимой продукции и услуг, удовлетворяя потребности населения. Примером такой продукции может являться портативный термоконтейнер, который может найти применение в различных отраслях туризма, медицины и спорта. В статье дается научное обоснование, и указываются перспективы его применения.

Ключевые слова: *туризм, качество услуг, инновация, санаторно-курортные учреждения, Крым, туристские услуги, портативный термоконтейнер, температура окружающей среды*

DEVELOPMENT AND CALCULATED-EXPERIMENTAL RESEARCH OF A THERMOSTATIC DEVICE EFFICIENCY IN EXTREMELY TEMPERA- TURE CONDITIONS

E.S.Kapkina

Vologda state University

Abstract. Innovative activity is traditionally presented as an activity aimed at a wide search and implementation of innovations in order to increase the existing range, improve product quality, and improve technology and production, to ensure the solution of the problem - to meet social needs. One of the objectives of health saving innovation is to increase the level of human life due to the diversity and quality of products and services to meet the needs of the population. An example of such products can be a portable thermal container, which can find application in various branches of tourism, medicine and sports. The article explains the scientific rationale and specified the prospects of its application.

Keywords: *tourism, quality of services, innovation, sanatorium establishment, Crimea, tourism services, portable cold boxes, ambient temperature, cooling of the body.*

XXI век - эпоха инноваций. Рынок новых технологий, на сегодняшний день, развивается достаточно стремительно, охватывая различные отрасли: производственной сферы, экономики, строительства, медицины и т.д. Изобретение и внедрение новых, высокотехнологических товаров - это перспективная отрасль не только экономики, но и важнейшая часть научно-технического развития страны.

Реализация и разработка нового или усовершенствованного продукта, является конечным результатом инновационной деятельности, который представляется на рынке в качестве новейшего или более модернизированного технологического процесса, который в дальнейшем используется в практической дея-

тельности. Инновации в отрасли туризма представляют собой новые идеи, услуги, направленность которых – увеличение численности туристического потока, высокий рост прибыли.

Примером данной разработки является – термостатическое устройство портативный термоконтейнер. В данной статье дается научное обоснование исследований, указываются перспективы его применения, а так же представляются результаты его использования в экстремальных климатических условиях.

В основе экономики многих развитых и находящихся в стадии развития стран лежит улучшение инфраструктуры туризма. Влияние экономических факторов на туризм обуславливается тем, что между тенденциями их развития существует узкая взаимосвязь. На сегодняшний день, туризм призван массовым и получает существенное развитие, являясь особым видом потребления туристами различных услуг, товаров, материальных благ, выделяющийся в самостоятельную и в то же время интегрированную отрасль хозяйства, благодаря которой происходит обеспечение туристов всем необходимым: это не только комфортное проживание и питание, но и санаторно-курортные и туристско-экскурсионные услуги, здоровьесберегающие инновации.

Туризм в России это развивающийся комплекс – значительный компонент экономики, в процессе которого необходим отбор новых форм работы, различные пути решений в данном направлении, уделение должного внимания как отдельному сектору экономики.

21 марта 2014 г. в составе Российской Федерации образуется два новых субъекта - Республика Крым и город федерального значения Севастополь. И на 2018 г. становятся популярными местами отдыха всех россиян, увеличивается привлекательность внутреннего туризма. В отношении этого возлагаются дополнительные требования и ответственность на органы исполнительной власти в туристической индустрии за качество услуг и объектов туристской инфраструктуры, безопасность туристов, обеспечение рабочих мест и вклада туризма в бюджет Российской Федерации. Реализация региональных и федеральных направлений и стратегий, на сегодняшний день весьма актуальна.

Субъекты РФ, относящиеся к Крайнему Северу, являются проблемными регионами: в силу своего географического положения, климатических условий, неразвитости инфраструктуры; их судьбу в целом должен определять государственный подход при учете геополитического значения для страны, а так же хозяйский подход - Крайний Север богат количеством и объемами полезных ископаемых, за счет чего его привлекательность возрастает, с точки зрения промышленного освоения, и людям, которые осваивают их в экстремальных условиях.

Арктический туризм так же является весомой отраслью экономики регионов. Арктика и Север сегодня являются главными направлениями политической и экономической деятельности, поэтому на сегодняшний день существуют различные программы и стратегии по развитию Арктических зон. Арктика представляет собой наиболее важный и перспективный регион, который, в свою очередь, характеризуется суровым климатом с экстремальными колебаниями

(полярный день, полярная ночь) и температуры, ледовой и снежной зимой, коротким летом.

Стимулировать развитие туризма должно создание инфраструктуры современного уровня, поэтому в настоящее время поставлена задача по сохранению достигнутых результатов, совершенствованию качественных сторон организации туристских программ и созданию условий для максимизации положительного социального эффекта от развития туризма в стране.

В современных условиях России сложился и работает рынок туристских услуг, который включает в себя различные сегменты, внутри которых идет высокая конкуренция. Одним из способов решения этой задачи является повышение конкурентоспособности туристских услуг за счет развития их инновационной составляющей, включающей разработку, создание и внедрение новейших достижений отечественной науки и техники. В отношении сферы туризма это может быть улучшение транспортных, санаторно-курортных и гостиничных услуг, а также внедрение новых информационных технологий, способных существенно повысить комфорт отдыхающих. Создание и внедрение турпродукта является многоступенчатой системой, которая требует глубокой оценки, анализа, проведение исследований спроса, продвижение и стимулирование продаж и многое другое.

Таким образом, продолжая это направление, исследовано и запатентовано новое устройство - портативный термоконтейнер (рисунок 1), служащий для транспортировки охлажденных либо горячих пищевых и не пищевых продуктов, медикаментов в экстремально низких или высоких температурах окружающей среды [патент РФ на полезную модель № 182385. МПК В65D 81/00 (2006.01). Оpubл. 15.08.2018] [4].

Принцип работы предложенного устройства основывается на механизме сохранения температуры с помощью изоляции и отсутствии теплообмена с окружающей средой. Эффект от использования портативного термоконтейнера заключается в том, что в зонах с низкими или высокими температурами возможна транспортировка горячих или охлажденных продуктов питания, в том числе питьевых жидкостей [5].

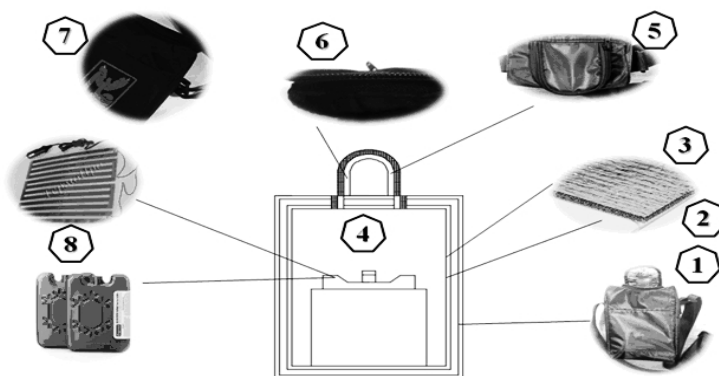


Рисунок 1-Портативный термоконтейнер:

1-корпус термоконтейнера, 2-теплозащитный слой, 3-теплоизолирующий материал, 4-внутреннее пространство, 5-застежка молния, 6-клапан-воротник, 7-карман, 8- дополнительный источник энергии

В рамках работы над проектом коллективом авторов проведена серия расчетно-экспериментальных исследований эффективности портативного термоконтейнера при низких и высоких температурах наружного воздуха.

Для низких температур целью исследований являлось установить зависимость между температурой окружающей среды (которая принимала значения от 0 до $-16,8^{\circ}\text{C}$) и температурой горячей воды (значение находилось в диапазоне от $75\dots 90^{\circ}\text{C}$) без дополнительных источников подогрева. На рисунке 2 графически изображены скорости остывания горячей воды без использования термоконтейнера и при его наличии [1],[3].

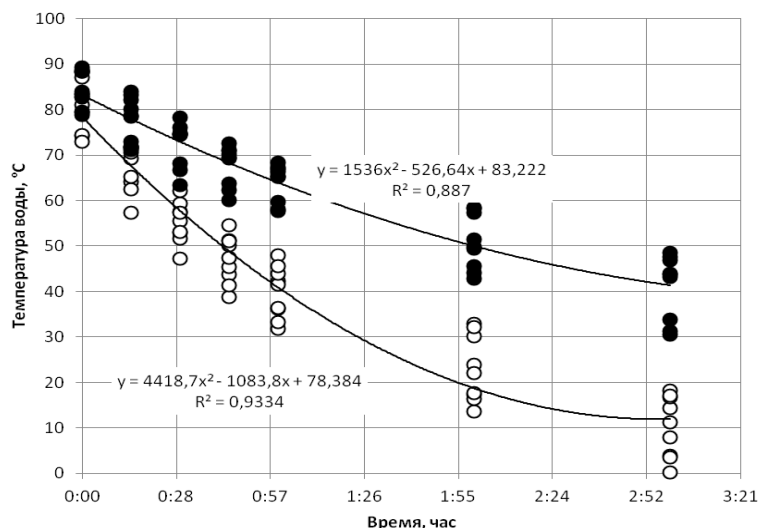


Рисунок 2 – Динамика остывания температуры жидкости без использования термоконтейнера (белые метки) и при его наличии (черные метки)

Результаты экспериментов показали: скорость остывания в обоих случаях может быть описана полиномиальной функцией 2-й степени (точность описания $0,93\dots 0,89$); с применением вышеуказанной термозащиты пищевых продуктов, их скорость остывания может быть понижена до 60%.

В местах с повышенными температурами эффективность портативного термоконтейнера подтверждена экспериментально за счет:

1. Уменьшение размера крышки на $\frac{1}{4}$ и более (по сравнению с размером верхней части контейнера). При открывании крышки для извлечения и возврата пищевых продуктов снижаются потери энергии в окружающую среду за счет уменьшения выходного сечения для внутреннего воздуха.

2. Наличие с внутренней стороны застежки-молнии крышки контейнера теплозащитного клапана-воротника, создается дополнительный термический барьер, который снижает тепловой потери энергии через нее [2].

Данная продукция потенциально востребована: в различных видах спортивных и туристических мероприятий; в отрасли медицины, используются для транспортировки медикаментов, вакцин, биологических образцов (во избежание потери своей эффективности, в случае нагрева или заморозки); очень удобны и могут использоваться в качестве хранения пищевых продуктов, для рабо-

ты в критических температурных условиях; молодым мамам также не обойтись без портативного термоконтейнера в качестве хранения и транспортировки готовой молочной смеси, грудное молоко, питьевую воду, за счет чего обеспечивая ребенка горячим/охлажденным наилучшим питанием (рисунок 3).

Использование данной разработки - портативного термоконтейнера, можно отнести, к примеру усовершенствованного качественного туристского продукта, который представляет интерес для всех видов культурно-познавательного, экологического и лечебно-оздоровительного туризма. Разработка и дальнейшая ее реализация экономически эффективна, устройство может стать незаменимым аксессуаром для людей разного возраста и различной сферы деятельности.



Рисунок 3 – Пример серийного образца продукции

Апробация работы: Разработка принимала участие в международной выставке изобретений и инновационных технологий «Архимед 2018» в г. Москве, по итогам которой ей была присвоена серебряная медаль, румынская делегация отметила лучшую разработку университета и вручила со своей стороны диплом, а также была представлена на международной научной конференции «Молодые исследователи - регионам» (г. Вологда, 2018 год) и на 47-студенческой научно-практической конференции 2018 г.

Получен патент на полезную модель №182385RU

Список литературы

1. Капкина Е.С., Сеницын А.А. Расчетно-экспериментальные исследования эффективности нового портативного термоконтейнера для Северных широт [Текст] /Е.С. Капкина, А.А. Сеницын// Теплоэнергетика: материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Энергетика и энергосбережение: теория и практика»: сб. материалов/под ред.: В.Г. Каширских, И.А. Лобур.- Кемерово: КузГТУ, 2017.-С. 131-135.

2. Капкина Е.С. Расчетно-экспериментальные исследования эффективности нового портативного термоконтейнера в жарких условиях климата [Текст] /Е.С. Капкина// Технические науки: материалы XXIX Международной научно-практической конференции «Итоги научно-исследовательской деятельности

2017 г: изобретения, методики, инновации».- Москва, издательство «Олимп» 2017.-С. 92-95.

3. Капкина Е.С. Разработка эффективного изотермического устройства для Северных широт [Текст] /Е.С. Капкина// Теплогазоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха и промышленная теплоэнергетика: материалы Международной научной конференции «Молодые исследователи - регионам»: в 3 т.- сб. тезисов/отв. ред. А.А.Синицын.- Вологда: ВоГУ, 2018.- С. 342-343.

4. Пат. 182385 Российская Федерация, МПК В65D 81/00. Портативный термос-контейнер / А.А. Синицын, М.А. Туманов; заявитель и патентообладатель Волог. гос. ун-т. - №2017136165; заявл. 12.10.2017; опубл. 15.08.2018, Бюл. №23.

5. Синицын, А. А. Теория и практика теплообмена: учебное наглядное пособие / А. А. Синицын, Д. Ф. Карпов, М. В. Павлов. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 71 с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ ПОЧВЫ В ТЕПЛИЦАХ

Д.Ф. Карпов, А.А. Синицын

Вологодский государственный университет

Аннотация. В работе представлено описание и принцип работы устройства для теплового контроля почвы в теплицах, оранжереях, зимних садах и других агrobiотехнологических системах. Предлагаемое устройство предназначено для применения в агропромышленном комплексе в целом и сельском хозяйстве в частности.

Ключевые слова: *устройство, почва, грунт, тепловой контроль, теплица, температура, тепловой поток, приемник теплоты, излучатель.*

DEVICE FOR THERMAL CONTROL OF THE SOIL IN GREENHOUSES

D.F. Karpov, A.A. Sinitsyn

Vologda State University

Abstract. The paper presents a description and principle of operation of the device for thermal control of soil in greenhouses, greenhouses, winter gardens and other agrobiotechnological systems. The proposed device is intended for use in agriculture in General and agriculture in particular.

Keywords: *device, soil, ground, heat control, greenhouse, temperature, heat flow, heat sink, radiator.*

В целях улучшения роста, развития и плодоношения растений, выращивания рассады в теплицах, оранжереях, зимних садах важнее поддерживать температуру и влажность почвы, чем делать акцент на температурно-влажностный режим внутреннего воздуха [1, 2].

Предлагаемое устройство относится к агропромышленному комплексу и может применяться для контроля температурного режима защищенного грунта в теплицах, оранжереях, зимних садах и других агrobiотехнологических системах закрытого типа [3].

Основной задачей устройства является автоматизированный контроль, управление и поддержание требуемого температурного состояния защищенного грунта в теплицах, оранжереях, зимних садах и т.д.

Решение поставленной задачи достигается за счет применения устройства для теплового контроля почвы в теплицах, состоящего из трех последовательно сопряженных слоев: приемника теплоты, теплового аккумулятора и контактной пластины, обращенной к поверхности почвы (грунта). Стыки всех трех слоев герметичны. Верхний слой, обращенный к лучистой радиации от Солнца и тепловому потоку от инфракрасного излучателя выполнен непрозрачным. Материал непрозрачной части выполнен светопоглощающим. Приемник теплоты и контактная пластина устройства обладают высокой теплопроводностью. Контактная с почвой боковая поверхность теплового аккумулятора выполнена из изоляционного материала. Устройство содержит интегрированный аккумулятор теплоты. В защищенном грунте на определенной глубине установлен датчик температуры в виде контролирующей термопары, соединенной с тепловым аккумулятором через теплоизоляционный футляр.

На рисунке 1 показано предлагаемое устройство в сечении. На рисунке 2 изображена принципиальная схема монтажа устройства в агробиотехнологическую среду. На рисунке 3 представлена принципиальная схема распределения тепловых потоков в устройстве.

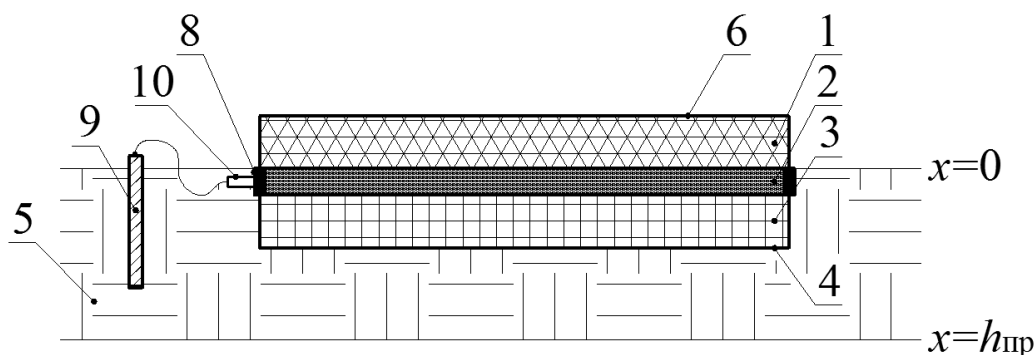


Рис. 1. Сечение устройства для теплового контроля почвы в теплицах

Описание предлагаемого устройства (рисунок 2). Устройство состоит из трех последовательно сопряженных слоев: приемника теплоты 1, теплового аккумулятора 2 и контактной пластины 3, обращенной своей поверхностью 4 к почве 5. Слой приемника теплоты 1 с поверхностью 6, обращенный к лучистой радиации от Солнца и тепловому потоку от инфракрасного излучателя 7, выполнен непрозрачным. Стыки всех трех слоев 1, 2 и 3 выполнены герметичными. Приемник теплоты 1 и контактная пластина 3 устройства обладают высокой теплопроводностью. Материал теплового аккумулятора 2 обладает переменными теплопроводящими свойствами, зависящими от величины электрического импульса, подаваемого на регулирующее устройство блока управления (условно не показано). Контактная с почвой боковая поверхность 8 теплового аккумулятора 2 выполнена из изоляционного материала. В защищенной почве 5

установлен датчик температуры в виде контролирующей термопары 9, которая соединена с тепловым аккумулятором 2 через теплоизоляционный футляр 10. В качестве источника обогрева используется инфракрасный излучатель 7, закрепленный на перекрытии 11 помещения с помощью подвесок 12. Дополнительный радиационный тепловой поток, меняющийся во времени в течение суток, поступает от Солнца 13. Устройство может применяться без инфракрасного излучателя в качестве дополнительного источника теплоты при традиционном водяном отоплении, заряжаясь от солнечной радиации.

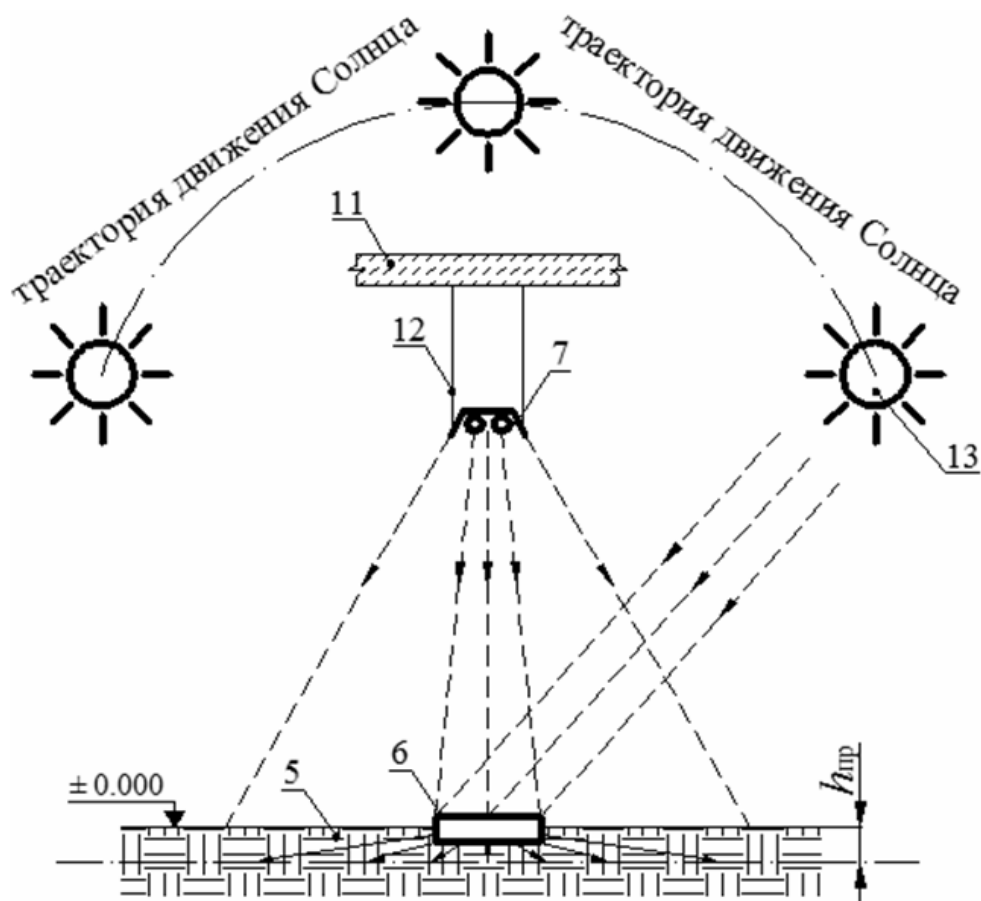


Рис. 2. Принципиальная схема монтажа устройства в агробиотехнологическую среду

Принцип работы устройства. Поток солнечной лучистой радиации $q_{\text{рад}}$ и тепловой поток $q_{\text{изл}}$ от инфракрасного излучателя 7, достигнув поверхности 6 приемника теплоты 1, поглощается материалом (рисунок 3). В результате чего светопоглощающий непрозрачный приемник теплоты нагревается и возникают два тепловых потока $q_{\text{к}}$ и $q_{\text{погл}}$. Первый тепловой поток $q_{\text{к}}$ направлен в сторону омывающего устройство воздуха, а второй тепловой поток $q_{\text{погл}}$ – к тепловому аккумулятору 2. В случае понижения температуры защищенного грунта 5 ниже допустимых значений поверхность 4 высокотеплопроводной контактной пла-

стины 3 отдает необходимое количество энергии $q_{\text{полг}}$, накопленное тепловым аккумулятором 2, грунту 5 для прогрева слоя глубиной $h_{\text{пр}}$. Датчик температуры – контролирующая термопара 9 следит за температурой грунта $t_{\text{гр}}$. В случае отклонения температуры грунта от заданной величины $t_{\text{гр}}$ датчик температуры подает электрический сигнал на регулирующее устройство (условно не показано) теплового аккумулятора 2, которое, в зависимости от величины электрического импульса, начинает регулировать величину теплоотдачи на границе теплового аккумулятора 2 и контактной пластины 3. Последнее вызовет изменение теплового потока, направленного в сторону грунта 5, вплоть до установления требуемой температуры. При достижении температуры грунта $t_{\text{гр}}$, благоприятной для развития корневой системы растений, датчик температуры 9 подает соответствующий электронный сигнал на регулирующее устройство (условно не показано) теплового аккумулятора 2.

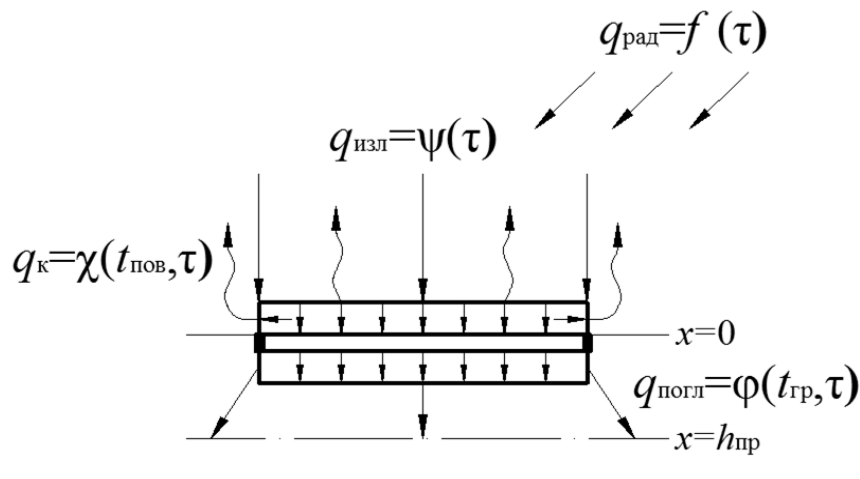


Рис. 3. Принципиальная схема распределения тепловых потоков в устройстве

Преимуществом устройства является то, что по сравнению с другими средствами обогрева почвы оно содержит сразу три последовательно сопряженных элемента в составе целого: приемник теплоты, тепловой аккумулятор и контактную пластину. Датчик температуры при самом устройстве обходится без какого-либо промежуточного оборудования. Устройство занимает незначительную полезную площадь грунта в агробиотехнологической среде, компактно, малогабаритно, экологически безопасно.

В качестве источника теплосилового нагружения может выступать инфракрасный излучатель, как наиболее эффективный источник тепловой энергии в агробиоклиматической среде. Кроме того, предлагаемое устройство может применяться без инфракрасного излучателя в качестве дополнительного источника теплоты при традиционном водяном или другом отоплении, заряжаясь от солнечной радиации.

Предложенное устройство позволяет решать задачи обеспечения эффективного развития растений в теплицах, оранжереях, зимних садах при различных внешних климатических условиях без каких-либо дополнительных теплоносителей и внешних теплоаккумуляторов [4].

Автоматизация предлагаемого устройства позволит рационально использовать накопленную тепловую энергию, создав при этом благоприятную климатическую среду для растений.

По результатам экспериментов и расчетов для агробиотехнологических систем типа теплица со среднегодовой плотностью теплового потока $q_{\text{рад}} = 0,134 \text{ Гкал}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, применение предлагаемого устройства для теплового контроля почвы в теплицах совместно с инфракрасными излучателями, позволит сократить годовые затраты тепловой энергии на 13,5 Гкал (10,8 % от общих годовых потерь теплоты).

При известных «местных» тарифах на тепловую энергию и природный газ можем рассчитать годовую экономию денежных средств, полученную от внедрения разработанного устройства и инфракрасного газового или электрического излучателя.

Так при стоимости единицы теплоты 985 руб./Гкал (в ценах IV квартала 2018 года) при использовании газообразного вида топлива годовая экономия составит около 13,3 тыс. руб. При стоимости единицы теплоты 5170 руб./Гкал, производимой электрическим обогревателем, годовая экономия составит около 69,8 тыс. руб.

Список литературы

1. Павлов, М.В. Исследование тепловлажностного режима почвы при лучистом отоплении модульной теплицы / М.В. Павлов, С.В. Лукин, А.А. Кочкин // Приволжский научный журнал. 2017. № 1 (41). С. 41-45.
2. Павлов, М.В. Тепловой и материальный балансы теплицы при лучистом отоплении / М.В. Павлов, С.В. Лукин, А.А. Кочкин // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 6 (994). С. 40-42.
3. Исследование процессов тепломассопереноса в слое почвы на примере фрезерного торфа при инфракрасно-лучистом обогреве: учебное пособие / [М.В. Павлов, Д.Ф. Карпов, А.А. Сеницын и др.]; Мин-во образ. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. Вологда: ВоГУ. 2015. 192 с.
4. Павлов, М.В. Технико-экономическая оценка применения лучистого отопления в сельскохозяйственных системах закрытого типа / М.В. Павлов, Д.Ф. Карпов, А.А. Сеницын // Научно-технический журнал «Инженерные системы». «АВОК – Северо-Запад». СПб. 2012. №4. С. 32-36.

ОБЗОР НОРМАТИВНЫХ И РУКОВОДЯЩИХ ДОКУМЕНТОВ ПО ТЕПЛОВИЗИОННОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Д.Ф. Карпов, М.В. Павлов, Е.Г. Касьянов, В.П. Никулин
Вологодский государственный университет

Аннотация. В статье рассмотрены основные нормативные акты и руководства, посвященные вопросам организации и проведения тепловизионного обследования зданий и сооружений, а также обработки результатов термографирования. Проанализированы существующие способы оценки примерной стоимости проведения данных видов работ.

Ключевые слова: *тепловизионное обследование; тепловизор; термограмма; термическое сопротивление ограждения; реперная зона.*

OVERVIEW OF REGULATORY AND GUIDANCE DOCUMENTS ON THERMAL IMPACT SURVEY OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

D.F. Karpov, M.V. Pavlov, E.G. Kasyanov, V.P. Nikulin
Vologda State University

Abstract. The article discusses the main regulations and guidelines on the organization and conduct of thermal imaging of buildings and structures, as well as processing the results of thermography. Analyzed the existing methods of estimating the approximate cost of these types of work.

Keywords: *thermal imaging; thermal imager; thermogram; thermal resistance of the fence; reference zone.*

Средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, подвергаются поверке органами Государственной метрологической службы. Допускается продажа и выдача напрокат только поверенных средств измерений. Поверку тепловизионного оборудования производят в соответствии с действующим нормативным документом [1].

При поверке тепловизоров выполняют следующие операции:

1. Внешний осмотр.
2. Проверка электрической прочности изоляции.
3. Проверка сопротивления изоляции.
4. Опробование. Проверка работы тепловизора в различных режимах.
5. Определение угла поля зрения.
6. Определение пространственного (углового) разрешения.
7. Проверка диапазона и определение основной погрешности измерения радиационной температуры.
8. Определение порога температурной чувствительности.
9. Определение неравномерности чувствительности тепловизора по полю.
10. Определение сходимости показаний тепловизора.

Этапы 1–4 можно назвать подготовительными, так как по их результатам выносится решение о поверке прибора. Если хотя бы по одному из указанных пунктов тепловизор не проходит испытание, то его поверка не осуществляется. Остальные пункты 5–10 являются этапами поверки измерительного устройства.

В государственном стандарте [2] представлены основные термины, касающиеся теплового неразрушающего контроля материалов и изделий. Даны определения таким понятиям, как «тепловой неразрушающий контроль», «термограмма», «температурный рельеф», «термофилограмма» и др., которые обычно используются операторами-термографистами при составлении технических отчетов-протоколов по результатам тепловизионного обследования.

Одним из ключевых факторов получения точной информации о тепловом состоянии объекта контроля является соблюдение правил выполнения тепловизионной съемки. Термографирование здания с исполнением существующих предписаний позволяет сократить трудовые и временные затраты, при этом получить качественные тепловые изображения, характеризующие тепловое состояние строительного объекта. Рассмотрим некоторые нюансы организации и проведения тепловизионной съемки объекта контроля.

Нормативными документами, регламентирующими тепловизионное обследование зданий и сооружений, являются государственные стандарты [3] и [4]. В них прописаны этапы подготовки и проведения тепловизионного обследования, обработки и анализа полученных термограмм и составления отчета о термографическом осмотре. Ключевым, на наш взгляд, нюансом в данных документах является, во-первых, требование по перепаду температур между наружным и внутренним воздухом (температурном напоре), минимальное значение которого следует определять по формуле¹ [4]:

$$\Delta t_{min} = 2\Delta\theta R_0^n \frac{\alpha r}{1-r}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1)$$

где $\Delta\theta$ – предел температурной чувствительности тепловизора, $^\circ\text{C}$;

R_0^n – проектное сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

α – коэффициент теплоотдачи, принимаемый равным: для внутренней поверхности стен по нормативно-технической документации; для наружной поверхности стен при скоростях ветра 1, 3, 6 $\text{м}/\text{с}$ соответственно 11, 20, 30 $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

r – относительное сопротивление теплопередаче подлежащего выявлению дефектного участка ограждающей конструкции, не более 0,85.

Во-вторых, удаленность места установки тепловизора от поверхности объекта контроля следует определять по формуле²:

$$l \leq \frac{H}{5\Delta\varphi}, \text{ м}, \quad (2)$$

где H – линейный размер подлежащего выявлению участка ограждающей конструкции с нарушенными теплозащитными свойствами, принимаемый при контроле внутренней поверхности от 0,01 до 0,2 м, а при контроле наружной поверхности – от 0,2 до 1,0 м;

¹В ГОСТ 26629-85 формула (1) записана без множителя «2»

²В ГОСТ 26629-85 формула (2) имеет несколько иную запись

Φ – мгновенное поле зрения тепловизора, определяемое как линейный угол зрения одного элемента разложения термограммы, рад.

В-третьих, при количественном анализе термограмм значения сопротивления теплопередаче рассчитывают по отношению к базовым участкам ограждающей конструкции для внутренних обследований по формуле:

$$r_{x,y} = 1 + \frac{\theta(x,y)}{t_E - \tau_E^\sigma - \theta(x,y)}, \quad (3)$$

а для наружных обследований – по формуле:

$$r_{x,y} = 1 + \frac{\theta(x,y)}{t_n - \tau_n^\sigma - \theta(x,y)} \quad (4)$$

где t_v и t_n – соответственно температура внутреннего и наружного воздуха в зоне исследуемого фрагмента, °С;

τ_v^σ и τ_n^σ – соответственно температура поверхности базового участка при внутренних и наружных обследованиях, °С;

$\theta(x,y)$ – разность между температурой $\tau(x,y)$ изотермы, проходящей через точку с координатами x и y на соответствующей поверхности, и температурой поверхности базового участка, °С.

Отдельно стоит отметить методические рекомендации [5], где прописаны основные требования к рабочему персоналу и измерительным приборам, порядку выполнения измерений и обработке полученных результатов. Как известно, основным показателем, характеризующим уровень тепловой защиты здания, является термическое сопротивление ограждения здания, которое для реперной зоны может быть определено по формуле:

$$R_t^\sigma = \frac{\tau_v^\sigma - \tau_n^\sigma}{q}, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}, \quad (5)$$

где q – плотность теплового потока, Вт/м², найденная по результатам натуральных измерений.

Расчет термического сопротивления рассматриваемого участка ограждения, возможно с наличием теплового дефекта, выполняется по формуле:

$$R_t = R_t^\sigma \frac{\tau_n^\sigma - t_n}{\tau_n - t_n}, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}, \quad (6)$$

где τ_n – температура наружной поверхности рассматриваемого участка ограждения, °С.

В соответствующем разделе руководящего документа [6] рассматриваются вопросы проведения тепловых измерений с помощью тепловизора и обработки полученных результатов. Для выявления участков ограждающих конструкций с повышенными тепловыми потерями (аномальных зон) применяется сравнение термического сопротивления ограждающих конструкций, рассчитанного по результатам натуральных измерений по формуле:

$$R_t = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{t_B - \tau_n}{t_B - \tau_B} - 1 \right), \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}, \quad (7)$$

где α – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м² · °С);

τ_B и τ_n – измеренные значения температуры соответственно наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, с требуемым значением, определяемым по своду правил [7].

Оценка примерной стоимости проведения тепловизионного обследования зданий и сооружений может быть выполнена по сборниками расценок [8, 9].

В таблице 1 представлены цены на оказание услугу в области теплотехнических обследований зданий и сооружений по данным [8].

Таблица 1

Удельные ценовые показатели

№ п/п	Определяемый показатель или вид работ	Размерность	Стоимость, руб.	Примечание
1.	Комплексное теплотехническое обследование зданий и сооружений	м ³	6	но не менее 60 000 руб.
2.	Термографирование ограждающих конструкций	м ³	3	но не менее 30 000 руб.
3.	Измерение параметров температурно-влажностного режима ограждающих конструкций	м ³	2	но не менее 20 000 руб.
4.	Оформление вкладыша к энергетическому паспорту	м ³	1	но не менее 10 000 руб.

В сборнике цен [9] оценка базовой стоимости работ по обследованию и мониторингу строительных конструкций и инженерного оборудования зданий и сооружений (на 2000 г.) осуществляется по формуле:

$$C_{\text{то}} = Ц_{\text{бo(2000)}} k_{\text{cp}} \prod_{i=1}^n k_i k_{\text{пер}}, \text{ руб.}, \quad (8)$$

где $Ц_{\text{бo(2000)}}$ – базовая цена работ по обследованию и мониторингу, руб.;

k_{cp} – корректирующий коэффициент, учитывающий степень полноты выполнения работы или комплекса работ и определяющийся исходя из долевого значения отдельных операций в общем объеме работ, который находится расчетным путем на основании состава работ;

$\prod_{i=1}^n k_i$ – произведение корректирующих коэффициентов, учитывающих усложняющие (упрощающие) факторы, влияющие на трудоемкость выполнения работ;

$k_{пер}$ – коэффициент пересчета базовой стоимости работ (2000 г.) в текущий уровень цен (обычно устанавливается Департаментом экономической политики и развития города Москвы, например, [10]).

Базовые цены работ $C_{бo(2000)}$ из формулы (8) принимаются из таблицы 2, согласно данным [9].

Таблица 2

Базовые цены для обследования теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций

№ п/п	Наименование и состав работы (операции)	Единица измерения	Стоимость $C_{бo(2000)}$, руб.
1.	Получение задания. Ознакомление с проектной документацией. Подготовка к проведению работ. Выезд на объект. Экспертно-техническое обследование наружных ограждающих конструкций	1000 м ³	960
2.	Установка (снятие) датчиков наблюдения на базовых участках	1000 м ³	1 224
3.	Систематический контроль за работой датчиков – регистраторов температур и тепловых потоков (не реже одного раза в трое суток)	1000 м ³	1 224
4.	Термографирование наружных и внутренних поверхностей ограждающих конструкций	1000 м ³	1 224
5.	Обработка и анализ результатов обследования	1000 м ³	2 092
6.	Составление технического заключения	заключение	960

Список литературы

1. ГОСТ Р 8.619-2006. Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки. – Утв. и введ. в действие 24.06.2006. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. – 15 с.

2. ГОСТ Р 53698-2009. Контроль неразрушающий. Методы тепловые. Термины и определения. – Утв. и введ. в действие 15.12.2009. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. – 7 с.

3. ГОСТ 26629-85. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающей конструкции. – Утв. и введ. в действие 05.10.1985. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 14 с.

4. ГОСТ Р 54852-2011. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающей конструкции. – Утв. и введ. в действие 01.05.2012. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2012. – 15 с.

5. МДС 23-1.2007. Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники. – М.: ФГУП ЦПП, 2007. – 11 с.

6. РД 153-34.0-20.364-00. Методика инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования / Производственная Лаборатория ИК-техники ОАО «Фирма ОРГРЭС». – Введ. 01.05.2000. – М., 2000. – 50 с.

7. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий: актуализированная редакция СНиП 23-02-2003: утв. Минрегионом России от 30.06.2012 №265. – Введ. 01.01.2012. – М.: ФАУ «ФЦС», 2012. – 96 с.

8. РД-15.01.07. Сборник расценок на основные виды работ, осуществляемых при научно-техническом сопровождении строительства: утв. НТС ФГУП «КТБ ЖБ». – Введ. 01.01.2007. – М.: ОАО «КТБ ЖБ», 2007. – 22 с.

9. МРР-3.2.05.07-15. Сборник базовых цен на работы по обследованию и мониторингу технического состояния строительных конструкций и инженерного оборудования зданий и сооружений, в том числе сооружений метрополитена, попадающих в зону влияния строительных объектов, осуществляемые с привлечением средств бюджета города Москвы. – М.: ГАУ «НИАЦ», 2016. – 76 с.

10. Об утверждении и введении в действие коэффициентов пересчета (инфляционного изменения) базовой стоимости работ градостроительного проектирования, проектных и других видов работ (услуг), осуществляемых с привлечением средств бюджета города Москвы, на 2018-2020 годы: приказ Комитета города Москвы по ценовой политике в строительстве и государственной экспертизе проектов от 19.12.2017 №МКЭ-ОД/17-71. – 2017. – 2 с.

УДК 621.317.7.-82.6

ПРОБЛЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ТЕПЛА: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

К.А. Карпов, Н.Н. Петрова

KNITU - КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

Аннотация. В данной статье анализируется проблема контроля и учета тепла в многоквартирных домах. Выявляется эффективность и социальная значимость установки и использования системы контроля и учета потребления энергоресурсов для автоматизированной передачи данных в единый расчетный центр (ЕРЦ). Выявляются региональные аспекты решения данной задачи в республике Татарстан.

Ключевые слова: *реформа ЖКХ, автоматизированные системы контроля, приборы учета энергоресурсов.*

PROBLEM OF AUTOMATISATION OF CONTROL AND DATA OF WARM IN TATARSTAN REPUBLIC

K.A. Karpov, N.N. Petrova

KNITU - KAI them. A.N. Tupolev, Kazan

Abstract. This article analyzes the problem of control and accounting of heat in apartment buildings. The efficiency and social significance of the installation and use of the system of control and accounting of energy consumption for automated data transmission to the unified settlement center (ERC) are revealed. Regional aspects of solving this problem in the Republic of Tatarstan are revealed.

Keywords: *housing and utilities reform, automated control systems, energy resources metering devices.*

Ограниченность и неравномерность распределения запасов энергоресурсов вызывает необходимость тщательного их учета, в том числе использовать измерительный контроль потребления энергоносителей в жилом секторе. Аналогичный контроль начинает вводиться и в республике Татарстан. К сожалению, эта работа проводится посредством применения уже устаревших не дистанционных счетчиков потребления энергоносителей, не позволяющих использовать большие возможности современных информационных технологий. Такая примитивная информатизация ЖКХ приводит к неоправданной потере времени, уверенности в положительных результатах информатизации, потере труда и финансовых средств, которых можно избежать посредством внедрения централизованной автоматизированной системы контроля.

Создание системы учета и контроля бытового потребления энергоносителей связано с необходимостью решения нескольких неразрывно связанных между собой задач. Во-первых, это проблемы научно-технического характера, в том числе опытно-конструкторские, нормативно-правовые, производственно-технологические, организационно-эксплуатационные и другие. Во-вторых, это задачи социально-экономического характера, которые включают организационно-управленческие, консервативно-психологические, межведомственные и другие аспекты. В условиях удорожания квартирных услуг все упомянутое осложняет и тормозит рациональное реформирование ЖКХ.

Данный вывод подтверждается сложившейся ситуацией. Например, в высокоразвитых странах, несмотря на введение в них прогрессивных тарифных систем, использование частной целевой информатизации по отдельным видам услуг и широкого внедрения современных информационных технологий, комплексированная система централизованного контроля до сих пор не разработана и не внедрена из-за опасений небольшой потери прибыли смежными монополиями.

Проблема учета энергоресурсов неразрывно связана с проблемой энергосбережения. Она приобретает все большее значение в связи с уменьшением дотаций государства в жилищную сферу и ростом цен на энергоносители. Исследования, проводившиеся в последние годы в разных регионах России, показывают, что потенциал энергосбережения в жилом секторе достигает 40–50%. Реализовать этот потенциал можно лишь в том случае, если создать заинтересованность в экономии ресурсов у каждого жильца [1].

Помимо этого, остается открытым вопрос: желают ли сами жители многоквартирных домов, использовать подобную систему контроля и учета потребления энергоресурсов? Конечно, с точки зрения молодого поколения данная система будет очень удобна и практична. Не надо больше заботиться о передаче показаний в ЕРЦ, о наблюдении и отслеживании срока службы счетчиков, ведь это все будет проходить автоматически. Это намного упрощает жизнь, но и при этом заставляет в какой-то степени быть молодежь менее ответственными за потребляемые ресурсы, ведь все, что они будут видеть, счет-фактуру, и их не будет волновать расход потребляемых ресурсов, лишь деньги. И им будут

невдомек, сами принципы работы всей системы жилищно-коммунального хозяйства.

В тоже время, старшее поколение, в особенности пожилые и пенсионеры могут негативно отреагировать на внедрение системы контроля и учета потребления энергоресурсов. Отсутствие возможности своими глазами увидеть счетчики, может напугать людей старшего поколения, не готовых к использованию современных технологий.

Таким образом, затронутые взаимосвязанные проблемы целевой информатизации ЖКХ и создание комплексированной системы контроля имеет сложный социально-технический характер, что обуславливает необходимость при их решении использовать системную методологию исследования, современные достижения науки и техники, опираться на проверенный собственный опыт и традиции, чтобы слепо не повторять ошибок западных стран и их монополий.

По Федеральному Закону № 263 статья 13, об обязательной установке индивидуальных приборов учета энергоресурсов (воды, электричества, тепла и газа) от 23.11.2009, в каждой квартире и в каждом доме должны быть установлены приборы учета. Однако, в многоквартирных домах на данный момент установлены в основном счетчики воды и электроэнергии. Изредка, в новостройках и квартирах со специально оборудованными газовыми колонками и нагревателями установлены счетчики газа. А вот индивидуальные счетчики тепла найти практически невозможно.

Российский рынок, в отличие от зарубежного, предлагает огромное количество разнообразных индивидуальных приборов учета энергоресурсов. Однако число счетчиков тепла сильно ограничено. В первую очередь это связано с тем, что индивидуальные приборы учета в нашей стране начали устанавливать относительно недавно, лишь в 21 веке. Во-вторых, счетчики тепла достаточно дороги в производстве и, следовательно, недешевы в продаже, поэтому они до сих пор не набрали популярности, в отличие от тех же самых счетчиков горячей и холодной воды.

Существует всего лишь четыре основных методов измерения расхода тепла, и значит и четыре вида расходомеров-счетчиков. Из них, вихревой счетчик крайне неудобен в использовании в обычных квартирах, так как у него достаточно большие габариты и его трудно размещать на обычных трубах диаметром 15 мм и 20 мм

На сегодняшний день развитие расходомеров склоняется в сторону уменьшения габаритов, увеличения точности и уменьшения цены. В первую очередь заметно развитие тахометрических (турбинных) и электромагнитных приборов. Мой выбор пал на тахометрические расходомеры, так как они достаточно дешевы в производстве и точны, в то время как электромагнитные намного дороже, хотя и более надежны, ведь в них нет подвижных частей.

Обсуждаемая проблема по целевой информатизации ЖКХ проводится пока в инициативном порядке, она не обеспечена бюджетным финансированием и надлежащей комплексной целевой программой, поэтому эта НИОКР недостаточно хорошо организована и выполняется недопустимо медленно.

Главная задача - это создание системы измерения и учета тепла, которая должна отличаться достаточной унификацией элементов, простотой, возможностью его работы в автономном виде, а также в автоматизированной системе учета и контроля жилищно-коммунальной информации, относительно низкой стоимостью производства и его штатной эксплуатации. Базовым звеном системы, определяющим во многом ее функциональные возможности и потребительскую ценность, является локальная квартирная информационная сеть, которая строится на основе специализированного квартирного пульта управления.

Квартирный пульт (КП) обеспечивает сбор информации с расходомеров-счетчиков потребления энергоносителей, контроль их нормального функционирования, предварительную обработку данных.

Перспективам разработки автоматизированных приборов учета большая роль отводится региональным научным центрам, в том числе университетам[2]. Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева разрабатывает комплексную региональную целевую программу в области целевой информатизации ЖКХ, создает учебно-методические материалы для подготовки и переподготовки инженерных и научных кадров в этой области. Налаживаются деловые связи с заинтересованными организациями, нормативно-метрологическими, строительными, промышленными предприятиями, проектными институтами, департаментом ЖКХ администрации г. Казани и министерства строительства РТ.

Список литературы

1. Комплексная система учета энергоресурсов в квартирах жилых домов на основе сети Micro Lan

URL:https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1960 (дата обращения: 15 июня 2018).

2. Абсалямова С.Г., Сахапов Р.Л., Петрова Н.Н. Современные формы повышения вклада университетов в инновационное развитие территории - «Техника и технология транспорта, 2016, №1

АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ СУШКИ ДЛЯ ПЕРГИ

Д.Е. Каширин, С.Н. Гобелев, П.А. Рябченко

*Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева*

Аннотация. В статье описываются виды технологий сушки пищевых продуктов, а также представлен анализ возможностей применения их к перге.

Ключевые слова: перга, сушка, технология, анализ, конвективная, сублимационная, инфракрасная способы сушки.

ANALYSIS OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES DRYING FOR BEE- BREAD

D.E. Kashirin, S.N. Gobel's, P.A. Ryabchenko

Abstract. In the article describes kinds of technologies drying of food products and also the application analysis there to beebread.

Keywords: *beebread, drying, technology, methods, analysis, convection, sublimation, infrared drying methods.*

В последние годы все большую популярность получает сушка пищевых продуктов. Известно, что жизнедеятельность микроорганизмов осуществляется в влажной среде, а при ее недостатке физиологические процессы в микроорганизмах приостанавливаются. Сушка – способ сохранения на длительный срок пищевых продуктов, их витаминов и биологически активных

Перга – это цветочная пыльца, собранная пчелами с цветков растений, сложенная и утрамбованная в соты, залитая сверху мёдом. Перга, как продукт, богатый полноценными белками, незаменимыми аминокислотами и жирными кислотами, углеводами, витаминами, другими биологически активными веществами, благотворно воздействует и на организм человека. Она повышает иммунобиологические свойства, улучшает адаптационные способности организма, способствует уменьшению утомляемости, играет важную роль в регулировании метаболических процессов. Хороший лечебный эффект оказывает применение смеси перги с медом при заболеваниях нервной системы, анемии [6].

В настоящее время различают следующие способы сушки перги в соте: конвективная, сублимационная и инфракрасная [3].

Одним из наиболее распространённых способов сушки является конвективная сушка. Технологические особенности данного процесса позволяют сохранить свойства исходного продукта [4]. Передача тепла продукту происходит посредством нагретого сушильного агента. В большинстве случаев это перегретый пар или воздух. Также используются инертные газы или иные носители тепла. Температура высушиваемого продукта всегда ниже температуры сушильного агента. Объект сушки потребляет тепловую энергию, испаряя при этом воду. Пары воды уносятся сушильным агентом. Все установки для сушки конвективным способом имеют довольно простую конструкцию и схожие принципы работы. Удельные затраты энергии такого оборудования высоки. Они составляют от 1,6 до 2,5 кВт·ч/кг. Такое большое энергопотребление усугубляется ещё и тем, что оно в процессе сушки расходуется на нагрев самой установки и окружающей среды. Следующий недостаток проявляется в том, что влага испаряется только с поверхности высушиваемого продукта. В результате чего на этой поверхности появляется плёнка затрудняющая теплообмен. Продукт теряет вкус и цвет, аромат изменяется, степень восстановления готового продукта снижается. Конвективная сушка характеризуется высокой температурой и значительной продолжительностью всего процесса сушки. В большинстве случаев результатом этого могут стать окислительные процессы, уменьшающие содержание витаминов и других полезных веществ в продукте. Плюсом является неполное уничтожение первичной микрофлоры. Сушильные

установки конвективного типа имеют сравнительно невысокую стоимость. Однако энергетическая эффективность их будет зависеть от стоимости используемого энергоносителя [8].

Сущность сублимационной сушки основана на способности льда при определенных условиях, минуя жидкую фазу, испаряться. При этом лед превращается в пар, который ассимилируется окружающей средой или конденсируется на холодной поверхности испарителя. Также в процессе сушки в зону парообразования постоянно должна подводиться энергия в количестве, достаточном для компенсации теплоты фазового превращения. Подвод теплоты в зону парообразования усложняется по мере продвижения этой зоны в глубь продукта. Образующийся слой подсохшего продукта оказывает сопротивление как передаче теплоты снаружи в зону парообразования, так и переходу пара из зоны парообразования к поверхности продукта.

У сублимационной сушки имеются следующие преимущества по сравнению с традиционными методами консервирования:

- пропадает необходимость в холодильном хранении, так как сухие продукты могут на длительные сроки сохраниться при положительных температурах;
- сильно снижается масса продуктов после процесса сушки, а значит, уменьшаются расходы на транспортировку;
- незначительно изменяются вкусовые качества готового продукта.

В настоящее время общепризнанно, что в процессе сублимационной сушки происходят незначительные изменения свойств исходного сырья, но по сравнению с изменениями при консервировании другими методами, они минимальны [1].

Инфракрасная вакуумная сушка является наиболее актуальной, перспективный в современных условиях, промышленный метод обработки пищевых продуктов с использованием инфракрасного излучения. Ее сущность заключается в возбуждении атомов и молекул, которое происходит при их тепловом движении. Из-за увеличения теплового движения атомов и молекул тело, поглотившее такое излучение будет нагреваться. В этом случае энергия переходит от тела, обладающего большим потенциалом переноса тепла, к телу с более меньшим потенциалом. Также за счет воздействия коротковолновых лучей инфракрасного диапазона, рост температуры высушиваемого продукта на глубине 6-7 мм намного выше роста температуры при конвективной сушке.

Особенностью инфракрасной сушки продуктов является то, что нужно выбрать подходящую длину волны излучения, которая будет воздействовать только на воду в продукте. Такое излучение не поглощается самим продуктом, что даёт возможность осуществлять процесс сушки при низких температурах в 40-60°C. Из-за этого в продукте сохраняются биологически активные вещества и витамины. Это значит, что первоначальный вкус и цвет остаются неизменными.

Вакуумная сушка осуществляется с исключением потенциально возможного движения воздуха, т.к. он почти целиком удаляется из сушильного шкафа. Отсутствие воздуха и, соответственно, кислорода в сушильной камере влияет

на сведение к минимуму процесса окисления и развития микроорганизмов в продуктах. Этот метод сушки сохраняет до 90% витаминов и других полезных веществ в продукте. Применяемое для инфракрасной сушки оборудование позволяет использовать всю энергию, подводимую к зоне сушки почти на 100%. Такой высокий КПД появляется в следствии того, что сам метод состоит в возбуждении молекул воды, а молекулы самого продукта не нагреваются излучением.

Приведенные особенности процесса инфракрасной сушки обладают следующими положительными моментами:

- повреждения тканей продукта на клеточном уровне отсутствуют, сохраняются высокий процент витаминов;
- из-за процесса сушки, проходящего при низких температурах, отсутствуют потери тепла через вентиляцию и стенки оборудования;
- обеспечивая стерильность продукта из-за уничтожения всей микрофлоры инфракрасным излучением;
- низкие затраты энергии (менее 1 кВт ч/кг) [7].

Проанализировав все достоинства и недостатки наиболее распространенных способов сушки, можно прийти к выводу, что наиболее подходящим способом сохранения всех полезных свойств перги является инфракрасная вакуумная сушка. Ведь она не только сохраняет большой процент витаминов и полезных микроэлементов, но и позволяет экономить электроэнергию из-за низкого потребления энергии сушильных установок, а также за счет высокого коэффициента полезного действия.

Список литературы

1. Большаков С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания: учебник для студентов высших учебных заведений. - М.: Изд. центр «Академия», 2003. — 119 с.
2. Бышов Д.Н. Исследование влияния влажности и температуры на прочностные свойства перги / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, С.Н. Гобелев, В.В. Павлов, А.В. Куприянов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (112). – С. 97–101.
3. Бышов Д.Н. К вопросу энергосберегающей сушки перги / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С.Н. Гобелев, М.А. Милютин, С.С. Морозов // Современные энерго-и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии, и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. Тр./ под ред Н.В. Бышова. – Вып. 12. – Рязань ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 159-161.
4. Бышов Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги. [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Изд-во РГАТУ – 2012. – 70с.
5. Бышов Н.В. Экспериментальное исследование режимов циклической конвективной сушки перги в соте [Текст] /Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин//Вестник КрасГАУ – 2012. – №5. – С.283-285.

6. Верещака И.Ю. Пчеловодство: ежемесячный массово-производственный журнал. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 32 с.;
7. Каширин Д.Е. Вакуумная сушка перги /Д.Е. Каширин //Пчеловодство. – 2006. – №4. – С.50.
8. Каширин Д.Е. Конвективная сушка перги/ Д.Е. Каширин // Пчеловодство. – 2009. – №8. – С.46–47.
9. Каширин Д.Е. К вопросу вакуумной сушки перги / Д.Е. Каширин, М.Н. Харитоновна // Инновационные технологии в пчеловодстве: материалы науч. – практич. конф. 21-23 ноября 2005г. – Рыбное, 2006. – С.177–179.
10. Каширин Д.Е. Энергосберегающая установка для сушки перги в сотах [Текст] / Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 10. – С. 24–25.

О НЕОБХОДИМОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-35 КВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

В.В. Клименко, А.Н. Попов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. описываемые в данной статье научные исследования направлены на решения актуальных проблем ПАО «МРСК Сибири», таких как контроль качества электроэнергии, избирательное выявление замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью, снижение длительности перерывов в электроснабжении потребителей, сокращение коммерческих потерь, повышение производительности труда персонала, повышение эффективности работы участков транспорта электроэнергии районов электрических сетей.

Ключевые слова: *качество электроэнергии, энергопотребление, программно-аппаратный комплекс, класс напряжений, замыкание на землю, эффективность.*

THE NEED FOR OPERATIONAL DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE MODES OF ELECTRIC NETWORKS WITH A VOLTAGE OF 6-35 kV IN THE MODE OF REAL TIME

V.V. Klimenko, A.N. Popov

Polzunov Altai State Technical University

Annotation: scientific researches described in given article are directed to the decisions of urgent problems of the IDGC of Siberia, PJSC such as power quality control, selective detection of earth faults in networks with isolated neutral, reducing the duration of interruptions in power supply to consumers, reducing business losses, increasing staff productivity, increase of the overall performance of the sections of the electric power transport of areas of power networks.

Keywords: *power quality, consumption, software and hardware complex, voltage class, short circuit to earth, efficiency.*

В энергетическом комплексе России распределительные электрические сети напряжением 6-35 кВ составляют около 53% от общего числа протяженности сетей всех классов напряжения. Они предназначены для питания промышленных, бытовых потребителей и социально-значимых объектов, вследствие

чего возникает ряд предъявляемых к данным сетям требований надежности и эксплуатационных проблем из числа коммерческих потерь и контроля качества электроэнергии.

На основе проведенного анализа текущего состояния распределительных электрических сетей по параметрам обеспечения надежности электроснабжения на примере аварийности в дочерних и зависимых организациях (ДЗО) ПАО «Россети» за 2017 год, а также сравнения количества технологических нарушений в электрических сетях различных классов напряжений, был сделан вывод о том, что на долю классов напряжений 6 – 35 кВ приходится большая часть технологических нарушений, возникающих на воздушных линиях (ВЛ) электропередачи. Приведенная на рисунке 1 диаграмма иллюстрирует соотношение аварийных ситуаций в сетях различных классов напряжения.

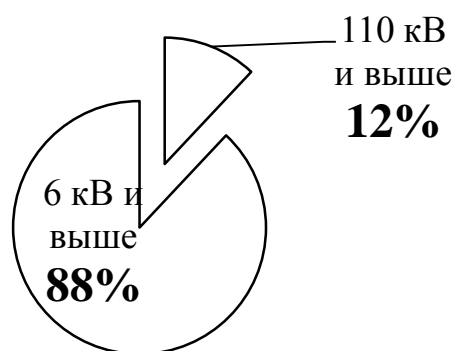


Рис. 1. Статистика аварийности ДЗО ПАО «Россети» за 2017 год

В сетях напряжением 6 – 35 кВ наблюдается около 88% всех технологических нарушений, приходящихся на линии электропередачи. На долю сетей 110 кВ и выше приходится всего около 12% происшествий, в то время как именно эти сети имеют большую степень оснащенности противоаварийной автоматикой. В большинстве случаев эти нарушения представляют собой однофазные замыкания на землю. В сетях с изолированной нейтралью при их возникновении допускается в течение требуемого для устранения повреждения времени не производить отключение линии. При этом, необходимо быстро определить место и устранить повреждение, так как однофазное замыкание на землю может перейти в однофазное короткое замыкание, которое уже будет ликвидировано действием релейной защиты, что приведет к перерыву электроснабжения потребителей. Существенно осложняет поиск места нарушения особенности сетей 6 – 35 кВ большая протяженность и разветвленность линий электропередачи данных классов напряжения. В случае, когда разветвление идет преимущественно путем отпайки от одного или нескольких фидеров, то определить конкретную точку КЗ с помощью оборудования, установленного на подстанции, невозможно. По данным о техническом состоянии электрических сетей ПАО «МРСК Сибири» общая продолжительность перерыва электроснабжения по-

требителей на первое полугодие 2018 года составляет 5916,46 часов при количестве технологических нарушений равным 3595.

Предлагаемый к внедрению программно-аппаратный комплекс позволит существенно сократить время поиска повреждения на ВЛ в рамках существующих схем электроснабжения в области избирательного выявления замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью, что сократит длительность перерыва в электроснабжении потребителей, позволит избежать более тяжелых последствий возникших нарушений в виде аварийных режимов и повысить производительность труда оперативного персонала.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, кризисные явления в стране в целом и в энергетике в частности отрицательным образом влияют на такой важный показатель энергетической эффективности передачи и распределения электроэнергии, как ее потери в электрических сетях. Особо остро стоит проблема коммерческих потерь электроэнергии, основную долю чего составляет несанкционированное энергопотребление, особенно в частном и жилом секторе. Такое потребление, которое по разным причинам не зафиксировано документально, не учтено как отдача из сетей, никому из потребителей не может быть предъявлено к оплате. Постоянный рост тарифов на электроэнергию при одновременном возрастании объема ее потребления и снижении платежеспособности населения, а так же - простота осуществления и относительная доступность того или иного способа хищения электроэнергии являются основными причинами. Многим промышленным заводам и предприятиям не удается справиться с подъемом тарифов и поэтому они переходят в разряд неплательщиков, а часть из них начинают использовать различные способы для безучетного потребления электричества. На данный момент энергетика России ежегодно теряет более 300 млрд. рублей из-за недобросовестных потребителей [1].

В случае, когда недвижимость пять лет числится в Государственном кадастре, не имея при этом собственника, в течение десяти рабочих дней органами местного самоуправления она признается бесхозной со всеми вытекающими последствиями. Официально полная статистика по числу бесхозных объектов недвижимости, информация о которых снесена в Государственный кадастр, отсутствует. Однако по приблизительным экспертным оценкам число бесхозных объектов составляет около половины от общего количества недвижимости. Большая часть брошенных домов сконцентрирована в сельской местности. По ряду причин, таких как высокая загруженность оперативного персонала, нехватка кадров, нецелесообразность, отключение всех таких домов от питающей сети не представляется возможным (пример на рис. 2).



Рис. 2. Бесхозный дом, не отключенный от сети электроснабжения

Таким положением имеют возможность воспользоваться жители соседних домов, имеющие доступ в бесхозное помещение. Такое несанкционированное пользование электроэнергией влечет увеличение коммерческих потерь. Предлагаемое устройство также может быть применено для выявления хищения электроэнергии путем анализа регистрируемых прибором показателей, таких как активная, реактивная, полная мощность и потребляемая энергия, и данных о потребителях населенного пункта, что позволит сократить коммерческие потери в виде несанкционированного потребления энергии, повысить эффективность работы участков транспорта электроэнергии районов электрических сетей.

Электроэнергия является одним из самых важных и необходимых ресурсов и используется в различных сферах человеческой деятельности, причем заменить ее каким-либо другим источником энергии в большинстве случаев нельзя. Электроэнергия производится, продается и покупается, а значит, является товаром, и к ней, как к любому другому товару, предъявляются определенные требования, прописанные в стандартах и ГОСТах. Но нужно иметь в виду, что товар этот совершенно особого рода – свойства его могут изменяться во времени. В случае возникновения претензий его нельзя обменять на аналогичный, но лучшего качества. Также особенностью электроэнергии является то, что ее качество во многом зависит от самого потребителя, например, сила и фаза тока.

Качество электроэнергии определяет безопасное и технически правильное применение электрооборудования и сказывается на экономических показателях как производителей, так и потребителей электроэнергии. Снижение качества может привести к значительным убыткам как в промышленности, так как оно оказывает прямое влияние на качество самой выпускаемой продукции, так и в бытовом секторе [2].

Первым этапом практической реализации устройства стала разработка его структурной схемы. Она изображена на рисунке 3.

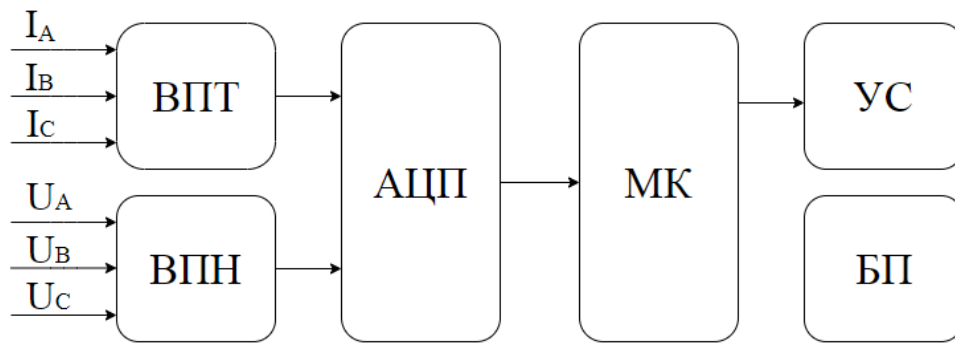


Рис. 3. Структурная схема программно-аппаратного комплекса

Основными составляющими устройства предполагаются: ВПТ – входной преобразователь тока; ВПН – входной преобразователь напряжения; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; МК – микроконтроллер; УС – устройство связи; БП – блок питания.

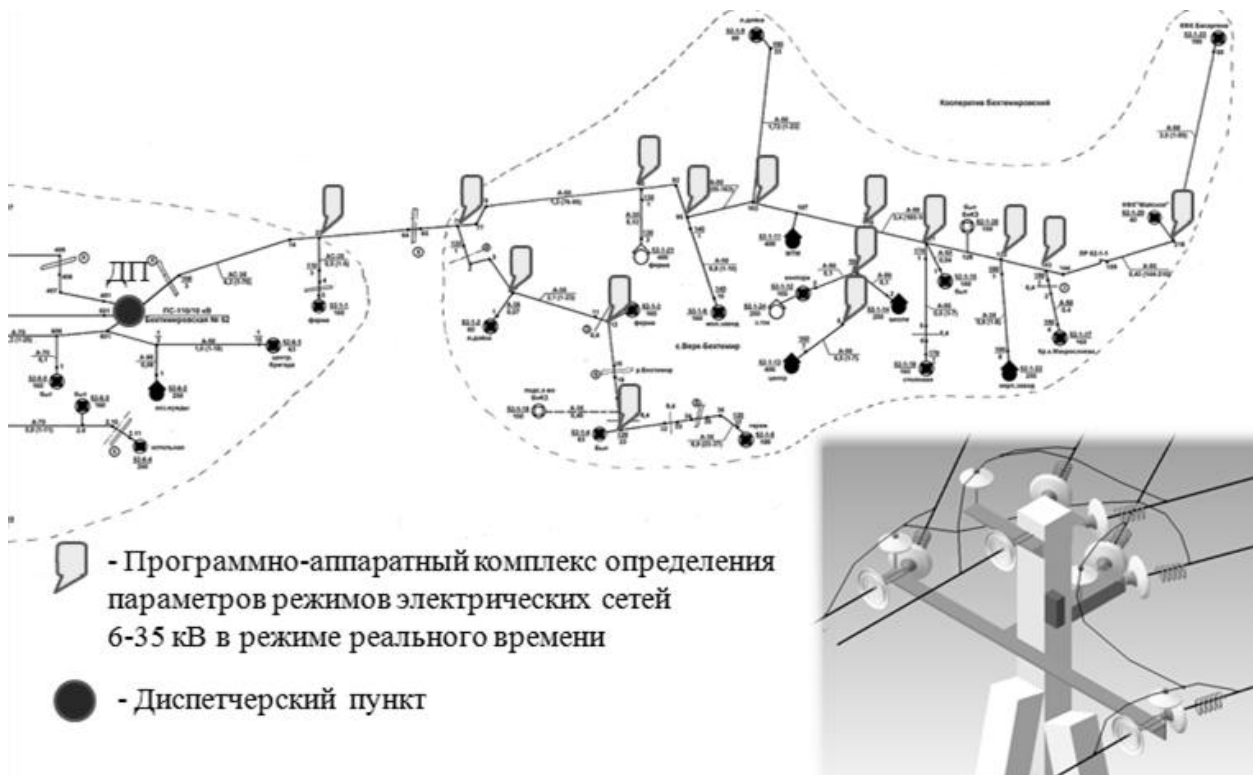


Рис. 4. Пример установки программно-аппаратного комплекса

Эффективность использования прибора в этих целях напрямую зависит от мест установки приборов. На рисунке 4 приведена схема расположения на примере сильноразветвленного фидера. Диспетчерский пункт расположен на главной понизительной подстанции, устройства установлены на каждом ответвлении. Установку прибора предполагается производить без разрыва цепи на опоре ЛЭП.

Использование предлагаемого устройства позволит на основе собранного массива данных о значениях фазных токов и напряжений в местах их установ-

ки, получаемых им в режиме реального времени, делать выводы о качестве отпускаемой электроэнергии, технологическом состоянии сетей, необходимости их реконструкции.

Список литературы

1. Малков, И.С. Оценка экономического ущерба от нарушения электроснабжения [Текст] / И.С. Малков, А.А. Грибанов // Электроэнергетика. Энергосбережение и энергоэффективность. Возобновляемые источники энергии : Сборник статей. – Барнаул : Изд-во ООО «МЦ ЭОР», 2018. – С. 92-96.

2. Лебедева, А.А. Сокращение потерь электроэнергии в распределительных сетях на основе использования современных технологий учета и оценки параметров ее качества [Текст] / А.А. Лебедева, К.В. Кожевникова, А.А. Грибанов // Современные проблемы электроэнергетики. Алтай – 2013. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2013. – С. 67-69.

УДК 631.528.63

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СВЕТОВЫЕ АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

Н.П. Кондратьева¹, А.И. Батурин¹, Д.В. Бузмаков¹, Р.Г. Большин²,
М.Г. Краснолуцкая²

¹Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,

²Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-научный инновационный центр «Омега»

Аннотация. В статье приведено обоснование энергосберегающих световых электро-технологий, применяемых для повышения уровня качества и количества сельскохозяйственной продукции. Повышение урожайности культурных растений связано с уничтожением насекомых вредителей. Для борьбы с насекомыми- вредителями предлагается использовать электрофизический метод, в состав которого входят электрические светоловушки, в качестве источников излучения в которых используются энергоэффективные и экологически чистые светодиоды с определенном спектром излучения. Учитывая особенности процесса фотосинтеза, состоящего из темновых и световых стадий, предлагается импульсный режим облучения с меняющейся скважностью. При включении электрических источников излучения только в световую стадию фотосинтеза происходит существенная экономия электрической энергии на цели освещения. Предлагаемый энергосберегающий энергоэффективной импульсный режим облучения с меняющейся скважностью позволяет не только экономить электрическую энергию, но и повысить к.п.д. фотосинтеза по сравнению с традиционным непрерывным режимом облучения растений.

Ключевые слова: световые ловушки, насекомые-вредители, темновая и световая стадия фотосинтеза, к.п.д. фотосинтеза, облучение растений, импульсное облучение растений с меняющейся скважностью, фотосинтетически активная радиация (ФАР), программируемые логические контроллеры (ПЛК).

ENERGY SAVING LIGHT AGROENGINEERING ELECTROTECHNOLOGIES

N.P.Kondrateva¹ A.I. Baturin¹, D. V. Buzmakov¹, R.G. Bolshin², M.G. Krasnolutskaya²

¹*Izhevsk state agricultural academy, Izhevsk, Russia*

²*Non-state educational institution of additional professional education "Educational and scientific innovative center "Omega"*

Abstract. Justification of the energy saving light electrotechnologies applied to increase in level of quality and quantity of agricultural production is given in article. Increase in productivity of cultural plants is connected with extermination of insects of wreckers. For fight against insects – wreckers offer to use elek-trofizichesky a method which part electric svetolovushka are, as radiation sources in which energy efficient and environmentally friendly light-emitting diodes with determined by a radiation range are used. Considering features of process of the photosynthesis consisting of dark and light stages the pulse mode of radiation with the changing porosity is offered. At inclusion of electric sources of radiation only in a light stage of photosynthesis there is an essential economy of electric energy on the lighting purpose. The pulse mode of radiation offered energy saving energy efficient with the changing porosity allows not only to save electric energy, but also to increase photosynthesis efficiency in comparison with the traditional continuous mode of radiation of plants,

Keywords: *light traps, insects wreckers, tempo and light stage of photosynthesis, photosynthesis efficiency, radiation of plants, pulse radiation of plants with the changing porosity, the fotosintetichesk active radiation (FAR), the programmable logical controllers (PLC).*

Введение. В основе всех фотобиологических процессов, происходящих под действия оптического излучения, лежат фотохимические реакции, которые протекают в клетках в результате поглощения ими энергии квантов солнечного излучения [1, 2, 3]. Во время световой и темновой стадии фотосинтеза в растении протекают разные фотохимические реакции. При включении облучательной установки только во время световой стадии фотосинтеза и отключении в период темновой можно существенно снизить потребление электрической энергии. Используя программируемые логические контроллеры (ПЛК) для реализации импульсного режима облучения с меняющейся скважностью и для управления спектральным составом светодиодных установок можно значительно сэкономить продуктивность растений.

Урожайность культур в значительной степени зависит от насекомых вредителей, которые являются неотъемлемой и важной частью биосферы и оказывающие существенную роль в жизни нашей планеты. С одной стороны, насекомые-вредители, повреждают культурные растения, нанося им вред, но с другой стороны, даже малый объем повреждений стимулирует рост растения и повышение его продуктивности [5, 6, 7, 8].

Применение электрофизического метода для борьбы с насекомыми – вредителями путем разработки электрических светодиодных светоловушек, управляемых ПЛК для реализации требуемого спектра и длительности излучения позволяет существенно повысить эффективность их работы.

Целью работы является обоснование энергосберегающих световых электротехнологий: импульсного режима облучения растений с изменяющейся скважностью и светодиодных светоловушек, позволяющих существенно снизить расходы на электроэнергию при сохранении урожайности растений.

Задача исследования.

1. Провести анализ режимов облучения растений в защищенном грунте и существующих световых ловушек.
2. Обосновать параметры импульсного режима облучения растений с меняющейся скважностью и эффективного спектра излучения для световых ловушек.
3. Написать программу для ПЛК для реализации предлагаемых энергосберегающих световых электротехнологий.

Материалы и методика

У растений специальным органом фотосинтетической деятельности служит лист, где находятся специализированные структуры клетки – хлоропласты, содержащие пигменты и другие компоненты, необходимые для процессов поглощения и преобразования энергии света в химический потенциал. С помощью фоторецепторов происходит поглощение энергии в области фотосинтетически активной радиации (ФАР). Оптическое излучение является источником энергии, углекислый газ – источником основного строительного материала растения, а вода – источником водорода при синтезе органических молекул (и кислорода – для атмосферы). Фотосинтетическая деятельность растений зависит прежде всего от условий освещения (интенсивность и спектральный состав), доступность и концентрация углекислого газа, условий водоснабжения и минерального питания. [1, 2, 3].

Процесс фотосинтеза включает три этапа:

- 1) фотофизический;
- 2) фотохимический - световая стадия;
- 3) ферментативный - темновая стадия.

Фотофизический этап фотосинтеза заключается в поглощении кванта света атомом какого-либо вещества, что вызывает переход электрона на другую, более удаленную орбиталь, т. е. на более высокий энергетический уровень, т. к. чем дальше электрон от ядра атома, тем большей энергией он обладает. Все фотосинтезирующие организмы содержат какой-либо тип хлорофилла. Молекула хлорофилла имеет два уровня возбуждения, т. е. имеет две основные линии поглощения. Под влиянием сине-фиолетовых лучей электрон переходит на наиболее высокий энергетический уровень, не изменяет своего спина. Это второе возбужденное синглетное состояние. На первое возбужденное состояние электроны переходят, поглощая кванты красного света с меньшей энергией. При этом электрон меняет свой спин - триплетное состояние. В настоящее время показано, что хлорофилл имеет две функции — поглощение и передачу энергии. Подсчитано, что каждая молекула хлорофилла на прямом солнечном свете поглощает квант света не чаще чем 10 раз в секунду. В процессе фотосинтеза принимают участие две фотосистемы. Р. Эмерсон показал, что эффек-

тивность света с длиной волны 680—700 нм может быть значительно повышена добавлением света с более короткой длиной волны 650—660 нм.

Таким образом, интенсивность фотосинтеза при освещении смешанным светом (с двумя длинами волн) оказалась выше суммы интенсивностей фотосинтеза, наблюдаемой при освещении светом каждой длины волны в отдельности. Таким образом, для повышения интенсивности фотосинтеза необходимо одновременное световое возбуждение пигментов, различающихся по спектру поглощения. Это явление называют эффектом усиления или эффектом Эмерсона [9]. Исследования других ученых также подтвердили, хлорофилл поглощает излучение в основном в фиолетовой и красной областях спектра зоны ФАР, а каротиноиды - в синей области спектра [1, 2, 3, 10, 11]. Поэтому в зависимости от процентного содержания того или иного пигмента, разные растения имеют разную спектральную характеристику чувствительности к световому воздействию.

Фотохимический этап – световая стадия фотосинтеза (происхождение кислорода, водорода и запасанием энергии). В 1937 г. Р. Хилл показал, в процессе фотосинтеза происходит разложение воды, на что затрачивается энергия света [9]. При фотохимических реакциях фотосинтеза энергия света преобразуется в энергию химических связей, и в первую очередь в энергию фосфорных связей аденинтрифосфорной кислоты (АТФ), именно которая обеспечивает протекание всех реакций в том числе разложение воды и выделение кислорода. Продукты, получаемые в световую фазу фотосинтеза, в которых аккумулирована энергия света, далее используются в темновую фазу, в ходе которой CO_2 восстанавливается до углеводов.

Ферментативный этап - темновая стадия фотосинтеза (превращение углерода). Темновая фаза фотосинтеза — это совокупность биохимических реакций, в результате которых происходит усвоение растениями углекислого газа атмосферы (CO_2) и образование углеводов.

Исследования ученых Блэкмана, Эмерсона, Арнольда, Р. Меккеля, Рихтера, а позднее Л.Г. Прищепа, В.А. Козинского, О.И. Кузнецова, К.С. Битарова, Б.В. Коржа, Н.П. Кондратьевой показали, что при импульсном облучении значительно сокращается расход электрической энергии при сохранении количества и качества конечных продуктов. Кроме этого было доказано, что при импульсом облучении повышается к.п.д. фотосинтеза за счет того, что при непрерывном облучении молекулы хлорофилла поглощают фотоны и передают их энергию на осуществление последующих темновых ферментативных реакций, и во время этих темновых реакций вся энергия фотонов не успевает использоваться, поэтому часть ее преобразуется в тепло и не успевает использоваться. При импульсном облучении за время световой вспышки t_c молекулы хлорофилла поглощают фотоны, энергия которых полностью используется в ферментативных реакциях последующего темного периода t_T . Поэтому к началу новой световой вспышки молекулы хлорофилла готовы снова принять порцию квантов, энергия которых будет использована полностью в последующий темновой

период. Поэтому интенсивность фотосинтеза в период вспышки в 1,3...1,8 раз выше, чем при непрерывном облучении [9, 12].

Конструкции светоловушек, лежащих в основе электрических способов отлова насекомых, очень многообразны. Если подобрать источник излучения с требуемой длиной волны, то уловы насекомых можно значительно повысить. По литературным данным для насекомых привлекательными является диапазон длин волны 350-370 Нм [13, 14, 15].

Основная задача защиты растений от насекомых и болезней заключается в уменьшении потерь урожая до неощутимых объемов на основе разработки и использования энергоэффективных экологически безопасных устройств для защиты растений.

Методы и результаты исследований. Глубокие исследования по влиянию импульсного облучения растений проводились во Всесоюзном институте растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) Коржом Б.В. [12]. Его работы показали, что наиболее приемлемым для большинства растений является импульсный режим с параметрами: $t_{\text{СВЕТ}} = 0,5 \dots 0,6 \text{ с}$, $t_{\text{ТЕМН}} = 1,0 \text{ с}$. В течение 30 с, а затем в течение 15-ти секунд непрерывное облучение. В итоге мы получили импульсный режим с переменной скважностью (ИРСПС).

ИРСПС с такими параметрами использовался Большиной Н.П. при выращивании меристемной ремонтантной гвоздики [9]. В качестве источников использовались ртутные экологически опасные люминесцентные лампы низкого давления мощностью 40 Вт, которые включались по схеме мгновенного зажигания, предложенной профессором Козинским В.А. [9].

Опираясь на все выше сказанное, мы планируем проводить наши исследования на растениях *in vitro* на светодиодных источниках, работающих в ИРСПС благодаря использованию ПЛК, что позволит сократить потребление электроэнергии на 70...80%. Наряду с энергоэффективностью другим достоинством светодиодов является то, частая коммутация не оказывает влияние на срок их службы [16, 17]. Неравномерное потребление электрической энергии и сети приводит к снижению коэффициента мощности. При этом показатели качества электроэнергии могут ухудшаться [18, 19, 20]. Поэтому необходимо предложить технические решения для повышения коэффициента мощности. Для технической реализации ИРСПС необходимо разработать алгоритм работы светодиодных фитоустановок, для управления которыми целесообразно использовать ПЛК [21, 22, 23, 24, 25].

В отношении световых ловушек необходимо использовать энергоэффективные светодиоды, для управления работой которых также планируем использовать ПЛК на примере ATmega328 с платой Arduino Uno [25, 26].

Выводы

1. Предложены энергосберегающие световые электротехнологии: импульсный режим облучения растений с изменяющейся скважностью и светодиодные светоловушки, позволяющие существенно снизить расходы на электроэнергию при сохранении урожайности растений.

2. Для реализации импульсного режима облучения растений с изменяющейся скважностью необходимо использовать светодиоды, на срок службы которых частая их коммутация не оказывает влияние.

3. Для технической реализации предлагаемых энергосберегающих световых электротехнологий целесообразно использовать программируемые логические контроллеры.

Список литературы

1. Физиология растений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fizrast.ru/> . Дата обращения 06.11.2018.

2. Хлорофилл и другие пигменты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://msd.com.ua/fizika-zhiznennyx-processov/xlorofill-i-drugie-pigmenty>. Дата обращения 06.11.2018.

3. Тимирязев, К. А. Космическая роль растений. / В сб. Солнце, жизнь и хлорофилл // Москва – Петроград: Госиздат. – 1923 г. – 324 с

4. Гончаров, Н.Р. Организация защиты растений / Н.Р. Гончаров, Н.Г. Колычев, В.А. Черкасов. М.: Россельхозиздат. 1985. 3с.

5. Мамаев, К.А. Борьба с вредителями и болезнями плодовых, ягодных и овощных культур / К.А. Мамаев, Г.К. Ленский, В.П. Собалева, В.В. Исаичев. М.: Колос. 1981. 3,4с, 20-31с.

6. Штерншис, М.В. Биологическая защита растений / М.В. Штерншис. М.: Колос. 2004. 20с.

7. Суринский, Д.О. Параметры и режимы энергосберегающего электрооптического преобразователя для мониторинга насекомых – вредителей / Д.О. Суринский. Барнаул: АлтГТУ. 2013. 6,7с.

8. Большина, Н.П. Облучательные установки с газоразрядными лампами в промышленном цветоводстве / Н.П. Большина // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 . – Москва: МИИСП. – 1985. 178 с.

9. Большин, Р.Г. Повышение эффективности облучения меристемных растений картофеля светодиодными (LED) фитоустановками / Р.Г. Большин, // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 . – Москва: ФГБГУ ВИЭСХ. -2016. – 178 с.

10. Кондратьева, Н.П., Результаты опытов по светокультуре гвоздики ремонтантной / Н.П. Кондратьева, Е.М. Фомин // Электрификация технологических процессов животноводства и растениеводства Нечерноземья и их энергообеспеченность / Сборник научных трудов. Горьковский сельскохозяйственный институт. 1990. С. 36-40.

11. Корж, Б.В. Использование коротких серий импульсного освещения для изучения процесса фотосинтеза дыхания растений на свету./ Б.В. Корж, // Дисс. на соик. уч. ст. канд. биол. наук. – Л.: 1976, 134с.

12. Юдаев, И. В. Энергосбережение в сельском хозяйстве / И. В. Юдаев, А. С. Гордеев, Д. Д. Огородников // Учебное пособие. М.: Лань. 2014. с. 221-255

13. Чернышев, В.Б. Экология насекомых. / В.Б. Чернышев. Учебник. М.: МГУ, 1996. 304 с.
14. Цуриков, М.Н. Природосберегающие методы исследования беспозвоночных в заповедниках России. / М.Н. Цуриков, С. Н. Цуриков // Труды Ассоциации особо охраняемых природных территорий Центрального Черноземья России. Вып. 4. Тула, 2001. 130 с.
15. Кондратьева, Н.П., Реализация комбинированного режима облучения растений разрядными лампами / Н.П. Кондратьева, Е.А. Козырева, Р.Г. Кондратьев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 10. С. 28.
16. Кондратьева, Н.П., Комбинированному режиму облучения тепличных растений – инженерные разработки / Н.П. Кондратьева, Е.А. Козырева, Р.Г. Кондратьев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 6. С. 4-5.
17. Кондратьева Н.П., Коэффициент мощности облучательных установок с разрядными лампами, работающими в комбинированном режиме / Коломиец А.П., Н.П. Кондратьева, И.Р. Владыкин // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве труды 4-й Международной научно-технической конференции: в 4 частях. Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, Всероссийский НИИ электрификации сельского хозяйства. 2004. С. 237-241.
18. Кондратьева, Н.П. Обоснование разработки инженерных решений для реализации комбинированного режима облучения растений / Н.П. Кондратьева, Е.А. Козырева // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2002. №5. С. 17-18.
19. Кондратьева, Н.П. Обеспечение режимов искусственного облучения растений / Н.П. Кондратьева, С.А. Овчукова, В.А. Козинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1984. № 10. С. 55-57.
20. Кондратьева, Н.П., Энергосберегающее электрооборудование с использованием светодиодных технологий в защищенном грунте / Н.П. Кондратьева, Р.Г. Большин, М.Г. Краснолуцкая // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 4 (14). С. 26-28.
21. Kondrateva, N.P. Progressive electric equipment and electroechnologies for the protected soil / N.P Kondrateva, M.G. Krasnolutskaaya, R.G. Bolshin // Asian Journal of Scientific and Educational Research. 2015. Т. II. № 1 (17). С. 848-852.
22. Kondrateva, N., Energy –saving equipment: RGB electroechnologies and ultra-violet LEDs for protected soil / N. Kondratieva, V. Litvinova, R. Bolshin, M. Krasnolutskaaya // Yale review of education and science. 2015. Т. V. № 1 (16). С. 758-761
23. Кондратьева, Н.П. Возможность использования систем автоматического управления освещением в длинном коридоре / И.А. Баранова, Н.П. Кондратьева, Р.Г. Большин, М.Г. Краснолуцкая, Д.В. Коростелёв // В книге: Аграрная наука - сельскому хозяйству сборник статей: в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет. 2016. С. 10-12

24. Кондратьева, Н.П. Прогрессивные электротехнологии и электрооборудование / Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин, И.А. Баранова, Е.А. Козырева, В.А. Баженов // Вестник НГИЭИ. 2016. № 2 (57). С. 49-57.

25. Кондратьева, Н.П. Разработка программы управления ПЛК для регулирования параметров микроклимата на предприятиях АПК / Н.П. Кондратьева, Т.А. Широбокова, И.Р. Ильясов // Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 197-199.

26. Кондратьева, Н.П. Обоснование освоения языков программирования при разработке автоматизированных систем для реализации инновационных электротехнологий на предприятиях АПК / М.Г. Соколов, Н.П. Кондратьева // Инновационные электротехнологии и электрооборудование - предприятиям АПК материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 35-летию факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства, 20 апреля 2012 г.. ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. 2012. С. 68-71.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛЕНТОЧНЫХ RGB ФИТООБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ МЕРИСТЕМНЫХ РАСТЕНИЙ

Н.П. Кондратьева, Р.И. Корепанов, И.Р. Ильясов

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

Аннотация. В данной статье приводится описание разработанных энергосберегающих ленточных RGB фитооблучательных установок для облучения меристемных растений.

Ключевые слова. Светодиод, LED, фитоустановка, меристемные растения, фитооблучатель.

DEVELOPMENT OF BELT RGB PHYTO OF IRRADIATING INSTALLATIONS FOR IRRADIATION OF MERISTEM PLANTS

N.P. Kondrat'yeva, R.I. Korepanov, I.R. Ilyasov

Izhevsk state agricultural academy

Annotation. This article describes the developed ribbon RGB phyto-irradiation plants for irradiating meristem plants.

Keywords. LED, LED, plant fitting, meristem plants, phytoradiator.

За счет фотосинтетической деятельности растений формируется до 95% урожая сельскохозяйственных культур. Фотосинтетическая радиация (ФАР) входит в состав солнечного излучения. С появлением разноцветных светодиодов появилась возможность создавать наиболее эффективный для конкретной культуры спектр излучения. Поэтому разработка экологических чистых, пожаро и электробезопасных, эффективных интеллектуальных светодиодных фитоустановок (LED фитоустановок), позволяющих снизить расход электрической

энергии на цели облучения при повышении продуктивности растений, является актуальной задачей [6,9,13].

Для решения поставленной задачи необходимо разработать программное обеспечение для программируемых логических контроллеров (ПЛК), управляющих работой RGB светодиодов для реализации наиболее эффективного режима облучения для конкретной культуры.

На кафедре «Автоматизированный электропривод» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА с 2009 по настоящее время аспирантами, магистрами, бакалаврами кафедры проводятся исследования по влиянию спектрального состава излучения LED фитоустановок на рост и развитие растений с целью разработки энерго-сберегающих интеллектуальных светодиодных фитоустановок [1, 2, 3, 4].

В опытах до 2015 года использовались точечные светодиоды разного цвета. В настоящее время нами были разработаны две фитоустановки на RGB светодиодных лентах. В светодиодной ленте находятся три вида диодов: красные, зеленые и синие, которые соединены последовательно [10,11,12]. Визуально излучение имеет лилово-бордовый цвет, напоминающий излучение разрядных фитоламп ЛФ40-1 и ЛФ-40-2, разработанных учеными Ю.М. Жилинским [5] и В.Д. Куминым в 60-х годах прошлого столетия.

На основании полученных данных по облучению меристемных растений был разработан опытный LED фитооблучатель с ультрафиолетовыми светодиодами (рисунок 1,2).

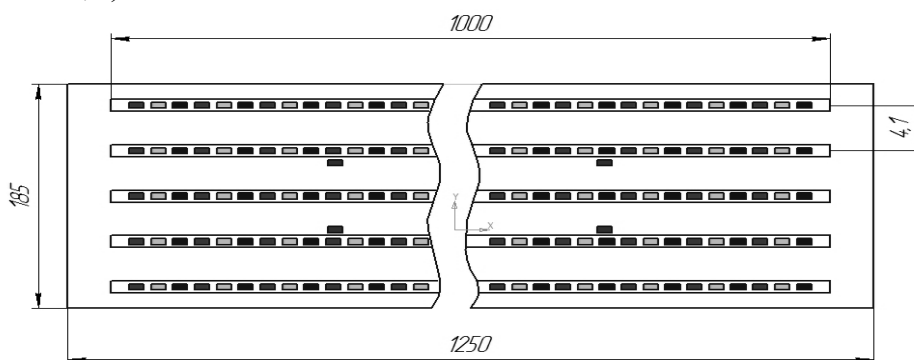


Рис. 1. Размеры LED фитооблучателя с цветными лентами и УФ светодиодами



Рис. 2. Фото фитооблучателя в рабочем режиме

В качестве основания для энергосберегающего ленточного фитооблучателя использовался светильник, предназначенного для включения двух люминесцентных ламп мощностью по 36 Вт каждая. В качестве источника излучения мы использовали светодиодную ленту длиной 5 метров с тремя типами светодиодов: красные, зеленые, синие. Общее количество светодиодов в этой ленте составило 300 штук.

При монтаже светодиодная лента была разделена на 5 частей, каждая длиной 1 метр. Светодиодная лента крепится к светильнику в 5 рядов на клеевое основание ленты. Далее было произведено последовательное соединение каждой части друг с другом посредством припаивания проводов к светодиодной ленте. Каждый ряд содержит 60 светодиодов, из них: 20 – красных, 20 – зеленых, 20 – синих.

В этой светодиодной ленте использованы следующие марки светодиодов: зеленый – TO3228BC-PG, красный - TO3228BC-MRG, синий - TO3228BC-BF.

На рисунках 3 - 4 и в таблице 1 приведены характеристики зеленого светодиода [15].

Таблица 1

Технические характеристики зеленого светодиода марки TO3228BC-PG

Параметр	Максимальное значение	Единица измерения
Рабочий ток	25	мА
Рабочее напряжение	5	В
Рабочий диапазон температуры	-40°C - +80°C	

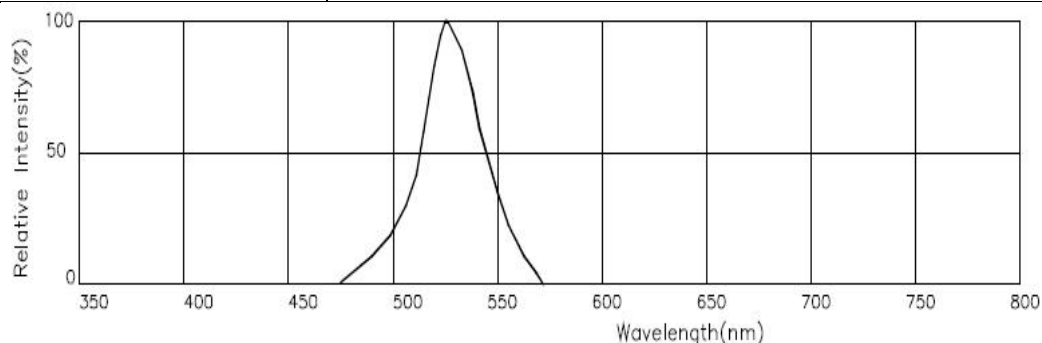


Рис. 3. Излучаемый спектр зеленого светодиода

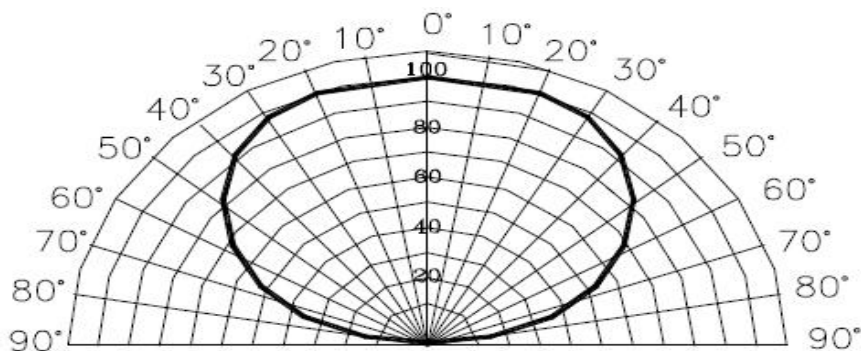


Рис. 4. Пространственное распределение светового потока зеленого светодиода

На рисунках 5 - 6 и в таблице 2 приведены характеристики красного светодиода [16].

Таблица 2

Технические характеристики красного светодиода марки ТО3228ВС-MRG

Параметр	Максимальное значение	Единица измерения
Рабочий ток	25	мА
Рабочее напряжение	5	В
Рабочий диапазон температуры	-40°C - +80°C	

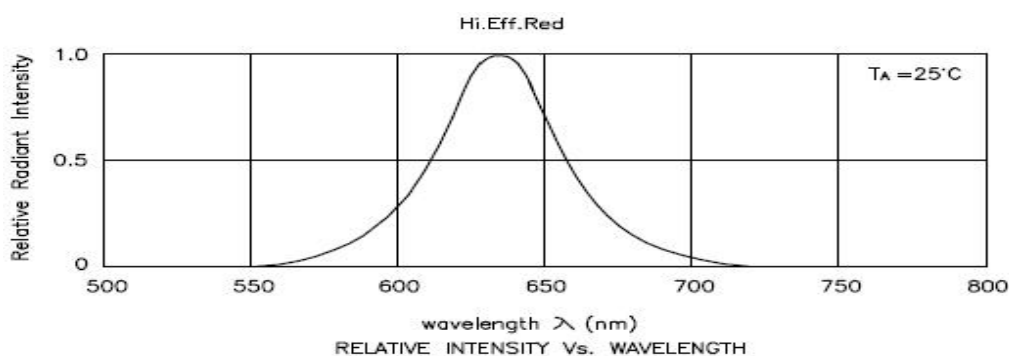


Рис. 5. Излучаемый спектр красного светодиода

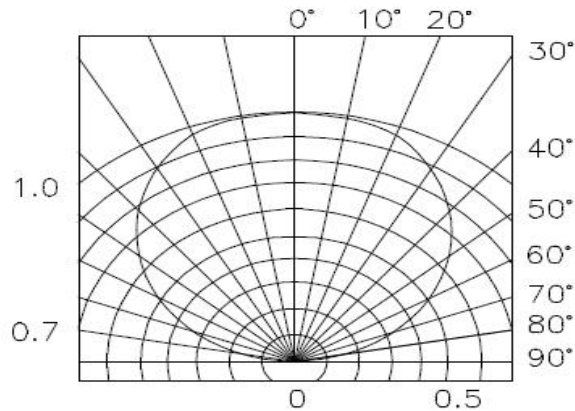


Рис. 6. Пространственное распределение светового потока красного светодиода

На рисунках 7 – 8 и в таблице 3 приведены характеристики синего светодиода [14].

Таблица 3

Технические характеристики синего светодиода марки ТО3228ВС-BF

Параметр	Максимальное значение	Единица измерения
Рабочий ток	25	мА
Рабочее напряжение	5	В
Рабочий диапазон температуры	-40°C - +80°C	

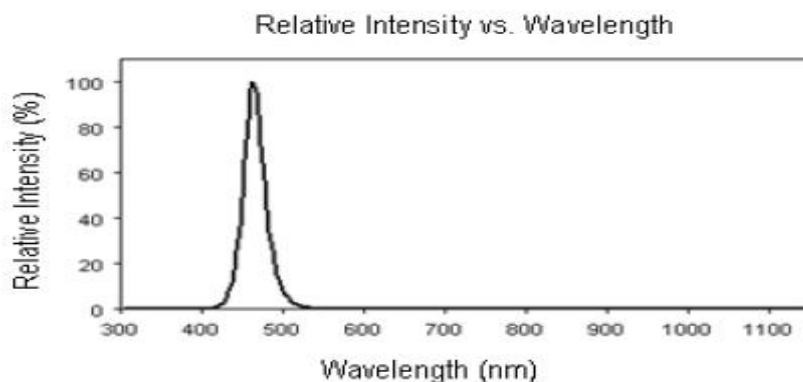


Рис. 7. Излучаемый спектр синего светодиода

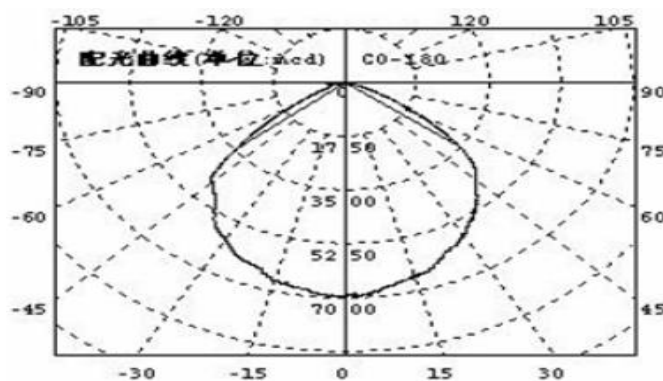


Рис. 8. Пространственное распределение светового потока синего светодиода

Предлагается использовать светильник не только для выращивания меристемных растений в пробирках, но и также для дальнейшего выращивания их в грунте. С учетом этого в фитооблучатель добавлено 6 ультрафиолетовых светодиодов (рисунок 9).

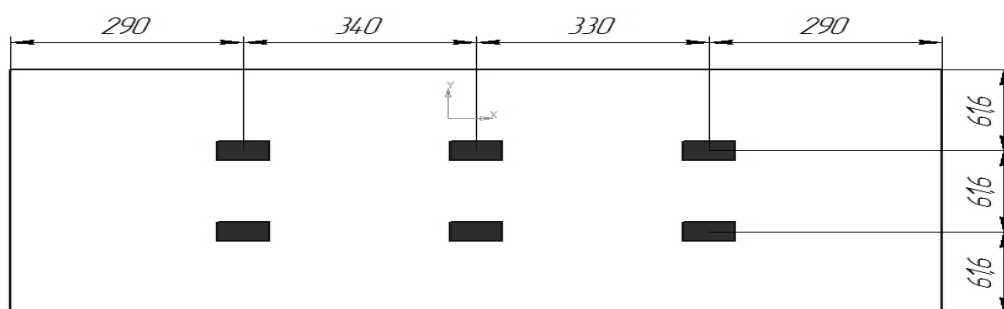


Рис. 9. Расположение ультрафиолетовых светодиодов в фитоустановке

Так же был разработан еще один LED фитооблучатель, с отражающими экранами для увеличения концентрации светового потока, структурные схемы и фотография в рабочем режиме которого изображены на рисунках 10 - 11. В качестве источника излучения используются светодиодные ленты, но в этом

случае один чип содержит в себе три вида светодиодов также красного, зеленого и синего свечения.

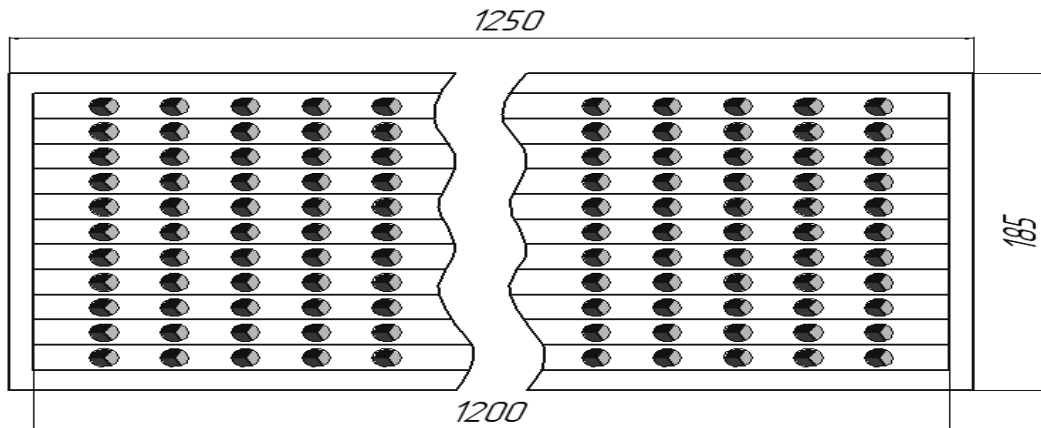


Рис. 10. Структурная схема LED фитоустановки с отражающими экранами.



Рис. 11. LED фитоустановка с отражающими экранами в рабочем режиме

В этой фитоустановке использовались чипы марки SK6812MINI, технические характеристики которых приведены в таблице 4 и на рисунках 12 - 13.

Таблица 4

Технические характеристики чипа марки SK6812MINI

Параметр	Максимальное значение	Единица измерения
Рабочий ток	30	мА
Рабочее напряжение	3,5 - 5	В
Рабочий диапазон температуры	-40°C - +85°C	

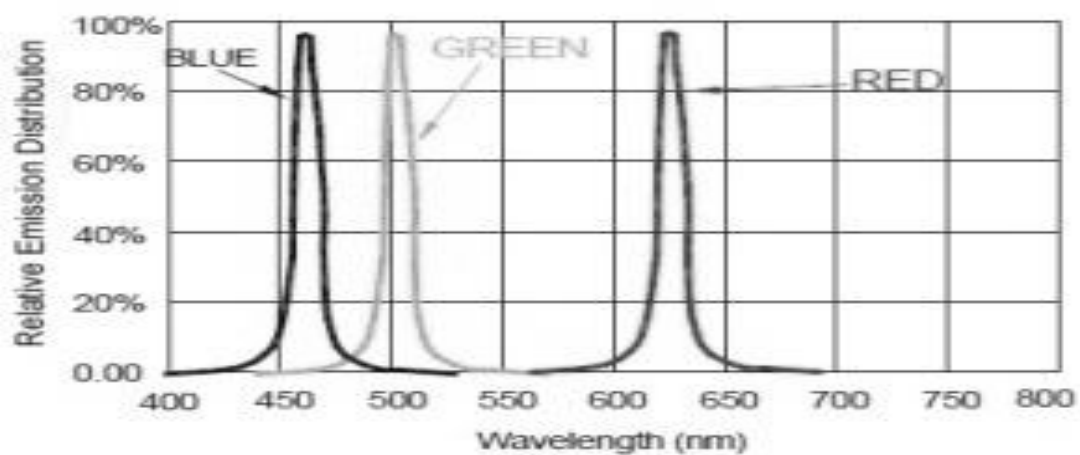


Рис. 12. Спектры, излучаемые RGB светодиодным чипом

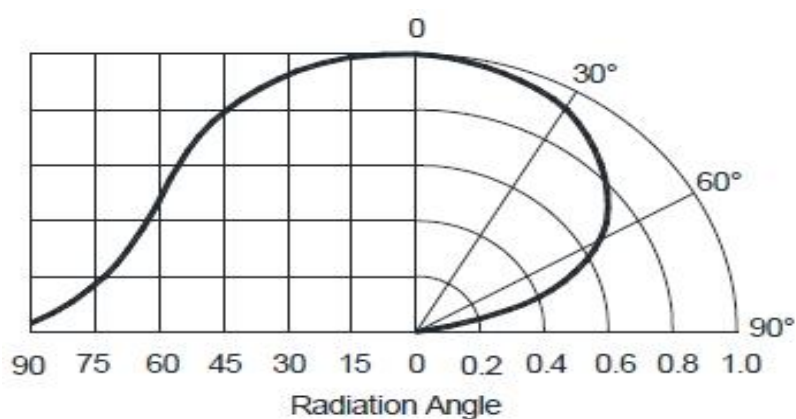


Рис. 13. Пространственное распределение светового потока

Для автоматического управления работой LED фитоустановок на базе отладочной платы Arduino uno создана микропроцессорная система, позволяющая дозировать спектральные составляющие зоны ФАР (рисунок 14).

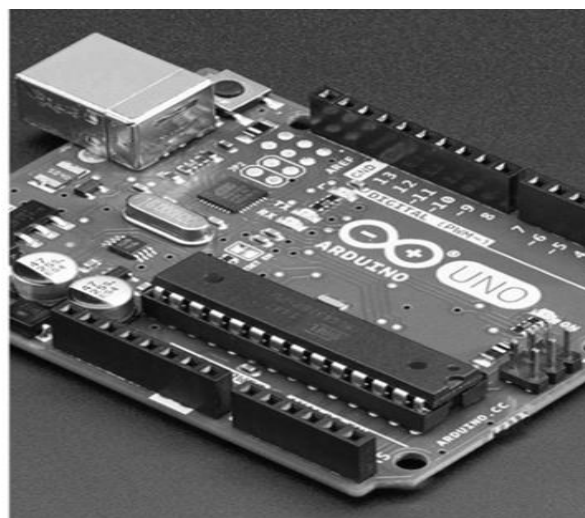


Рис. 14. Плата Arduino Uno

Принцип работы системы автоматического управления работой светодиодных фитооблучателей описан в литературе [7, 8].

На рисунке 15 приведена панель управления.



Рис. 15. Визуализационная панель системы микропроцессорного дозирования спектральных составляющих зоны ФАР

Из рисунка 15 видно, что в программе предусмотрены клавиши для добавления выращиваемых культур, а также учтены условия их выращивания.

Список литературы

1. Бич Г., Бест Д., Брайерли К., Кумбс Дж. Биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ./ Под. ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса, -М.: Мир, 1988. - 480 с.

2. Большин, Р.Г. Электротехнологии и электрооборудование, обеспечивающие оптимальный состав фотосинтетически активной радиации для растений защищенного грунта /Н.П. Кондратьева, В.В. Белов, Р.Г. Большин, М.Г. Краснолуцкая // Известия международной академии аграрного образования. Вып. №25 (2015). Т.1. – СПб. 111,...,114

3. Большин, Р.Г. Повышение эффективности светодиодных (LED) фитоустановок в защищенном грунте. /Р.Г. Большин. // Дисс.канд. техн. наук. М.: ВИЭСХ – 2016. – 138 с.

4. Большина, Н.П. Облучательные установки с газоразрядными лампами в промышленном цветоводстве. / Н.П. Большина // Дисс.канд. техн. наук. М.: МИИСП им. В.П. Горячкина. – 1985. – 169 с.

5. Жилинский, Ю.М. Электрическое освещение и облучение / Жилинский Ю.М., Кумин В.Д., М., Колос, 1982 г., С 268 .

6. Ильясов, И.Р. Анализ современных и перспективных энергосберегающих электротехнологий/ Агафонов Н.Д., Бахтияров Д.Ф., Кирьянов О.А., Лукманов А.В., Мурын А.М., Мышкин Р., Яковлев М.А., Ильясов И.Р.// НАУЧНЫЕ ТРУДЫ СТУДЕНТОВ ИЖЕВСКОЙ ГСХА.2016. №1(2) . С. 166-172.

7. Кондратьева, Н.П. Светодиодная интеллектуальная фитоустановка / Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г., Большин Р.Г., Корепанов Р.И., Ильясов И.Р. // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства Мосоловские чтения. 2017. С. 280-281.
8. Кондратьева, Н.П. Энергоэффективные энергосберегающие светодиодные облучательные установки / Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. // Вестник ВИЭСХ. 2016. №3 (24). С. 48-53.
9. Корепанов, Р.И. Обоснование параметров светокультуры растений защищенного грунта / Кондратьева Н.П., Корепанов Р.И., Лещев А.С., Ильясов И.Р., Шадрин А.А., Амепханов А.С.. // НАУЧНЫЕ ТРУДЫ СТУДЕНТОВ ИЖЕВСКОЙ ГСХА. 2016. №2(3). С. 115-118.
10. Корепанов, Р.И. Обоснование параметров светокультуры меристемных растений / Кондратьева Н.П., Корепанов Р.И., Краснолуцкая М.Г., Большин Р.Г. // В сборнике: Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села материалы международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА). ФГБОУ ВО "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". 2016. С. 425-431.
11. Корепанов, Р.И. Разноцветный фитооблучатель для растениеводства / Корепанов Р.И. // В сборнике: Научные труды студентов Ижевской ГСХА Электронный ресурс. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. Ижевск, 2017. С. 510-516.
12. Корепанов, Р. И. Результаты опытов по использованию и внедрению системы автоматического управления светодиодной фитоустановкой / Корепанов Р.И. // В сборнике: Научные труды студентов Ижевской ГСХА ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». Ижевск, 2017. С. 215-218.
13. Лисовский, Г.И. Экспериментальная оценка эффективности источников света в светокультуре растений / Лисовский Г.И., Прикупец Л.Б., Сарычев Г.С., Сидько Ф.Я., Тихомиров А.Н.// Светотехника, 1983. №4, С. 7-9.
14. Светодиоды марки ТО-3228BC-BF-1 синего спектра [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.transistor.ru/pdf/huey_jann/ ТО-3228BC-BF-1.pdf. Дата обращения 01.11.2018.
15. Светодиоды марки ТО-3228BC-PG зеленого спектра [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.transistor.ru/pdf/huey_jann/ ТО-3228BC-PG.pdf. Дата обращения 01.11.2018.
16. Светодиоды марки ТО-3228BC-BF красного спектра [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.transistor.ru/pdf/huey_jann/ ТО-3228BC-BF.pdf. Дата обращения 01.11.2018.

ВЛИЯНИЕ САМОВОЛЬНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА В СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ТЕПЛОВОЙ КОМФОРТ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

О.Е. Коврина, Д.И. Макаров

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация. В настоящее время существует ряд проблем, связанных с содержанием и эксплуатацией инженерных систем жилых зданий. Система отопления является наиболее проблемной составляющей, т. к. на протяжении всего срока эксплуатации в нее вносятся различные изменения, что в дальнейшем приводит к нарушениям в нормальной работе и даже полной ее неработоспособности. В статье рассмотрено влияние на тепловой комфорт жилого помещения такого часто вносимого изменения в конструкцию однотрубной системы отопления, как удаление замыкающего участка между подающей и обратной подводками к отопительному прибору или установка на нем запорного крана.

Ключевые слова: *система отопления, тепловой комфорт, самовольное вмешательство, замыкающий участок.*

THE EFFECT OF UNAUTHORIZED INTERVENTION IN EXISTING HEATING SYSTEMS ON THERMAL COMFORT OF RESIDENTIAL PREMISES

O.E. Kovrina, D.I. Makarov

Volgograd State Technical University

Abstract. Currently, there is a number of problems associated with the maintenance and operation of engineering systems in residential buildings. The heating system is the most problematic component, since during the whole period of operation various changes are made to it, which further leads to disruptions in normal operation and even its complete inoperability. The article discusses the effect on the dwelling thermal comfort of such a frequently introduced change in the single-pipe heating system design as the removal of the closing section between the supply and return connections to the heating device or the installation of a stopcock on it.

Keywords: *the heating system, thermal comfort, unauthorized intervention, the closing section.*

Для поддержания температурного комфорта в помещениях устраиваются системы отопления.

Система отопления – это совокупность технических элементов, предназначенных для получения, переноса и передачи во все обогреваемые помещения количества теплоты, необходимого для поддержания температуры на заданном уровне.

В соответствии с [1] оптимальная температура воздуха в жилых помещениях составляет 20-22 °С (допустимая 18-24 °С).

Все системы центрального отопления жилых домов запроектированы и увязаны гидравлическими и теплотехническими расчетами, поэтому самовольное вмешательство в систему теплоснабжения жильцами отдельных квартир может привести к тому, что соседи окажутся заложниками этих изменений, результатом которых будет снижение температуры в помещениях.

Наиболее широкое применение в гражданском строительстве нашли три типа водяных систем отопления: вертикальные однотрубные, вертикальные двухтрубные и горизонтальные двухтрубные поквартирные системы. При этом, несмотря на то, что в настоящее время отдается предпочтение горизонтальным поквартирным системам, однотрубные вертикальные системы отопления, которыми оборудованы сотни тысяч жилых домов типовых серий, не теряют своей актуальности. Современная однотрубная отопительная система, оснащенная местными регулирующими клапанами, обладает такими достоинствами, которые в наших обычных условиях эксплуатации зданий выдвигают ее на первое место [2]. В узле обвязки нагревательного прибора теплоноситель разветвляется на два потока. Первый затекает в прибор, другой проходит по замыкающему участку, минуя радиатор. Конструкция термостата создается таким образом, чтобы обеспечить максимальное количество теплоносителя в первом потоке. Для этого отверстие для прохода воды и диаметр плунжера делается максимальным. При несанкционированной замене отопительных приборов изъятие термостата не приводит к таким значительным последствиям, как в двухтрубных системах, а также термостат (в отличие от аналогичного в двухтрубной системе) практически не засоряется.

В большинстве случаев и эксплуатационные затраты однотрубных систем ниже. Но главное из достоинств однотрубной вертикальной системы отопления заключается в том, что она гидравлически устойчива и потому гораздо более надежна, чем двухтрубная. Однако надежность работы также зависит от правильной эксплуатации и любое несанкционированное изменение элементов системы может привести к нарушению работы [3].

Одним из типичных случаев несанкционированного вмешательства жильцов является удаление замыкающего участка на подводках к отопительному прибору или установка на нем запорного крана. Это приводит к увеличению коэффициента затекания в прибор, соответственно, увеличивается его теплоотдача. Однако температура теплоносителя на входе в последующий отопительный прибор оказывается ниже расчетной, что отрицательным образом сказывается на тепловом комфорте обслуживаемых помещений.

Ниже, в таблице 1, приведены варианты перекрытия замыкающих участков на различных этажах жилого 16-ти этажного дома в расчетных условиях г. Волгограда и происходящие при этом изменения теплоотдачи отопительных приборов в помещениях жилых комнат площадью 24 м^2 . Расчетная температура в жилых помещениях, обслуживаемых данным стояком, принята $20\text{ }^\circ\text{C}$, что входит в рамки оптимальной температуры воздуха.

Расчеты выполнены для однотрубного стояка со смещенными замыкающими участками при верхней разводке подающей магистрали. Варианты перекрытия замыкающих участков были смоделированы, начиная с 14-го этажа и ниже, поскольку при верхней подаче теплоносителя жильцы верхних этажей не нуждаются в дополнительном увеличении мощности отопительных приборов, т.к. теплоноситель в их приборах имеет максимальную температуру.

Таблица 1

Влияние перекрытия замыкающих участков на теплоотдачу отопительных приборов

	Этажи													
	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
З.У.														
$t_{вх},$ °C	97,3	94,9	92,4	89,9	87,5	85,0	82,6	80,1	77,7	75,2	72,7	70,3	67,8	65,4
$Q_{п},$ Вт	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,86
З.У.	X	X												
$t_{вх},$ °C	97,3	93,7	90,1	87,7	85,2	82,8	80,3	77,9	75,4	72,9	70,5	68,0	65,6	63,1
$Q_{п},$ Вт	1,62	1,59	1,54	1,54	1,53	1,53	1,53	1,52	1,52	1,52	1,51	1,51	1,50	1,74
З.У.	X	X	X	X	X	X	X							
$t_{вх},$ °C	97,3	93,7	90,1	86,6	83,0	79,4	75,8	72,2	69,8	67,3	64,8	62,4	59,9	57,5
$Q_{п},$ Вт	1,62	1,59	1,55	1,52	1,48	1,44	1,39	1,33	1,31	1,30	1,29	1,27	1,25	1,43
З.У.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
$t_{вх},$ °C	97,3	93,7	90,1	86,6	83,0	79,4	75,8	72,2	68,6	65,0	61,5	57,9	54,3	50,7
$Q_{п},$ Вт	1,62	1,59	1,55	1,52	1,48	1,44	1,39	1,35	1,29	1,24	1,18	1,11	1,04	1,08

где З.У.- работа замыкающего участка; $t_{вх}$ - температура на входе в отопительный прибор, °C; $Q_{п}$ - теплоотдача отопительного прибора, кВт

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что перекрытие замыкающих участков существенным образом отражается на теплоотдаче последующих радиаторов, при этом наибольшее влияние оказывается на отопительный прибор первого этажа. Так при перекрытии замыкающих участков 13-14 этажей происходит снижение теплоотдачи радиатора первого этажа от расчетной на 6,5 %, при перекрытии замыкающих участков 8-14 этажей- на 23,1%, а при перекрытии замыкающих участков 2-14 этажей- на 42,0%.

На практике это приводит к снижению температуры воздуха в помещениях. В ответ на жалобы жильцов эксплуатирующая организация зачастую выбирает наиболее простое решение – увеличение расхода теплоносителя. Это приводит к перетокам на верхних этажах и увеличению энергозатрат в системе отопления.

Список литературы

1. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
2. Карпов В.Н. О проектировании современных систем отопления в многоэтажных зданиях жилого и общественного назначения / В.П. Карпов // АВОК. 2008. №1. 74-79 с.

3. Васильева В.О. Влияние несанкционированной перепланировки помещений на гидравлический и тепловой режим системы отопления / В. О. Васильева, Р. А. Шепс, М. В. Агафонов, А. В. Шашин // Научный журнал ВГТУ. Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2017. Выпуск 3(2). 52-58 с.

УДК 66.040.387:67.08

ТЕХНОЛОГИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ АПК

Ю.А. Кожевников, С.В. Пашкин

*Федеральное государственное научное учреждение Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)*

Аннотация. Проведено исследование процесса утилизации спиртовой барды и свиных отходов методом гидротермальной деструкции. Технология может эффективно заменить анаэробную биоочистку. Предложены методы переработки органических отходов технологических производств агропромышленного сектора. Технико – экономические исследования показали перспективность метода гидротермальной деструкции для утилизации спиртовой барды и стоков свиноводческих комплексов.

Ключевые слова: *отходы животноводства, спиртовая барда, биогазовая технология, гидротермальная деструкция, метан, карбамид, технологические решения.*

TECHNOLOGIES OF SUPERCRITICAL HYDROTHERMAL DESTRUCTION IN THE SOLUTION OF THE PROBLEMS OF ENERGY SAVING OF THE AGRICULTURAL COMPLEX

Yu.A. Kozhevnikov, S.V. Pashkin

FSBSI FSAS VIM

Annotation. The study of the process of utilization of alcohol bards and pig waste by the method of hydrothermal destruction has been carried out. The technology can effectively replace anaerobic bioremediation. The proposed methods for processing organic waste of technological productions of agro-industrial sector are offered. Feasibility study have shown the promising method of hydrothermal destruction for disposal of alcohol bards and effluent pig breeding complexes.

Keywords: *livestock waste, alcohol bard, biogas technology, hydrothermal destruction, methane, urea, technological solutions.*

Ресурсное обеспечение энергетического сектора современной экономики – одна из ключевых глобальных проблем. Возрастающее потребление невозобновляемых природных энергетических ресурсов определяется стремительным ростом населения Земли и его потребностей. В XX в. потребление коммерческих энергетических ресурсов увеличилось в 15 раз. Происходит не только истощение природных ресурсов, но одновременно и рост отходов, что оказывает мощное синергетическое негативное воздействие на окружающую среду.

По разным источникам, общее количество сельскохозяйственных отходов достигает 630÷650 млн. т. Наибольшая часть отходов приходится на отрасль

животноводства (56%), второе место занимают отходы растениеводства (35,6%). На долю перерабатывающих отраслей приходится 4,7% отходов [1]. Ежегодно только на территории Московской области образуется до 2 млн. т сельскохозяйственных отходов. При этом темпы роста образования отходов существенно превышают темпы роста их использования и обезвреживания. К числу наиболее вредных животноводческих отходов относятся отходы содержания животных и птиц, в том числе свежий птичий помет и свежий навоз от свиней. Стоки от навозохранилищ при поступлении в водоемы неизбежно нарушают экологическое равновесие и значительно ухудшают органолептические свойства воды. Бесподстилочный навоз и помет по уровню химического загрязнения окружающей среды в 10 раз более опасны в сравнении с коммунально-бытовыми отходами. Уровень заболеваемости населения в районах функционирования крупных животноводческих предприятий и птицефабрик в 1,6 раза превышает ее средний показатель. Для утилизации больших объемов жидких навоза и помета в настоящее время широко используются биогазовые установки с получением биогаза, который идет для производства тепла, электроэнергии или в качестве моторного топлива. Применение биогаза особенно эффективно в масштабах крупных агропромышленных комплексов, где достигается полный экологический цикл. Другие известные технологии утилизации жидких отходов животноводческих ферм (сжигание, пиролиз, газификация и т. п.), как правило, требуют предварительной сушки этих отходов, что чаще сводит на нет экономическую целесообразность применения этих технологий и ухудшает экологическую обстановку в местах переработки.

Много опасных в экологическом отношении отходов образуется в перерабатывающих производствах. Любая современная технология изготовления этилового спирта не является замкнутой: основной отход данного производства – спиртовая барда. Проблема ее утилизации приобрела такую актуальность, что Федеральным законом от 22 ноября 1995 г. №171-ФЗ (ред. от 29.06.2015) было установлено: «...эксплуатация вновь вводимого (нового или после капитального ремонта) или модернизируемого технологического оборудования для производства спирта допускается только при условии внедрения оборудования, позволяющего полностью перерабатывать или утилизировать барду». Согласно новым поправкам любое технологическое оборудование (а не только новое или модернизируемое) для производства этилового спирта должно обеспечивать полную переработку или утилизацию барды. В настоящее время во всем мире продолжают поиски эффективных методов переработки жидкой фракции барды из-за высоких цен на оборудование биологической переработки и высоких энергозатрат при применении выпарных установок.

Отходы сельскохозяйственного производства могут быть эффективно переработаны гидротермальными способами с получением дополнительной энергии и топлива, являясь возобновляемыми источниками энергии, но могут также решать экологические и агрохимические проблемы сельхозпроизводства. Поскольку отходы АПК практически всегда сильно обводнены, среди различных

методов переработки сверхкритическая обработка в воде является наиболее перспективной [2, 3]

Целью работы является экспериментальное исследование деструкции спиртовой барды, жидкого свиного навоза и технико-экономическая оценка разработанных технологических решений.

Эксперименты проводили на экспериментальной установке непрерывного действия с расходом барды (или свиного навоза) 16 л/час. Непрерывный поток сырья проходил через реактор, в котором при высоких давлениях и температурах происходит деструкция исходных органических веществ. Сложные биомолекулы разлагаются на простейшие углеводороды, которые, как правило, не растворимы в воде и в виде газа отводятся из воды. Минеральная составляющая с потоком воды отводится отдельно. Хотя температура в реакторе составляла 500 - 600°C, температура газов и отходящей воды отличалась от входящей пульпы всего на 20 -30°C (за счет применения теплообменников), тем самым обеспечивая высокую энергетическую эффективность процесса (на поддержание процесса идет обычно 10-15% энергии получаемого газа). Газ, состоящий в основном из метана с примесью водорода, может идти на выработку тепловой и электрической энергии, вода - либо в канализацию, либо на дальнейшую доочистку. Количество выделяющегося газа составляло 650-750 л/час. Процесс деструкции проходит без неконтролируемых выбросов газа в окружающую среду, экологически безопасный.

Химическое потребление кислорода (ХПК), характеризующее содержание органических веществ, в исходной барде составляло около 80000 мг/л, на выходе установки – 4000 - 6000 мг/л, т. е. количество окисляемых веществ снизилось примерно в 15-20 раз. Время переработки (прохождения барды через установку) составляло 7 минут. Температура воды повышалась по сравнению с исходной на 15-20 °С.

Проведенные эксперименты доказывают, что технология гидротермальной деструкции (ГТД) может с успехом заменить анаэробную биоочистку для переработки барды. Время переработки сокращается с 1 месяца до 10 минут (т. е. в несколько тысяч раз), что сказывается на габаритах оборудования, его стоимости и удобства обслуживания. Требуется дополнительная доочистка жидкого продукта до норм приема водоканалом. В данном случае, например, подойдет ультрафильтрация.

Доочистка может быть также осуществлена с помощью процесса сверхкритического водного окисления. При ХПК больше 20 000 мг O₂/л выделяющегося тепла будет достаточно для энергетического самообеспечения процесса, а его избыток можно реализовать другим потребителям [4]. Это также положительно сказывается на габаритах и стоимости оборудования по сравнению с аэрационным фильтром. Выделяющийся в процессе ГТД горючий газ может быть преобразован в электрическую энергию и на рынке имеется большой выбор генераторов для такого преобразования. Здесь мы приходим к концепции автономного энергетического комплекса, который не только решает экологиче-

ские задачи, но и решает задачи малой распределенной энергетики, обеспечивает себя и отдает на сторону электроэнергию.

Предпроектная оценка технико-экономических показателей оборудования для утилизации послеспиртовой барды на производительность 500 тонн/сутки также показывает существенное уменьшение капитальных затрат по сравнению с анаэробным методом (табл. 1). Окупаемость затрат примерно 20 месяцев.

Таблица 1

Технико-экономические показатели технологий утилизации послеспиртовой барды. Количество вырабатываемого горючего газа 9 млн. м³/год.

Статья расходов	ГТД, млн. руб.	Биогаз (анаэробный метод), млн. руб.
Проект, изыскания	2,5	3,1
Шеф-монтаж	5,0	1,8
Комплекующие	42,0	43,0
Строительство	2,0	39,0
ИТОГО:	51,5 (под ключ)	86,9

Анализ различных технологических решений переработки барды методом ГТД показал наибольшую из известных технологий эффективность преобразования спиртовой барды в метан, электрическую и тепловую энергию с попутным получением карбамида. Основные достоинства технологии:

- максимальное увеличение энерговооруженности предприятия, вплоть до возможностей поставки излишков энергии сторонним организациям;
- высокоэффективное преобразование послеспиртовой барды в метан с попутным получением качественного минерального удобрения;
- решение экологических проблем полной безотходной утилизации продуктов производства спирта;
- полное обеспечение потребностей предприятия в собственном качественном высококалорийном возобновляемом энергоресурсе - метане (аналоге природного газа), а также в электро- и тепловой энергии, переход на режим энергонезависимости от внешних источников энергии.

В других экспериментах в качестве органического сырья использовали жидкий навоз свиней животноводческих комплексов. Сухой остаток жидкого навоза составлял 13,5 %, ХПК - 8000-40000 мг/л. ГТД проводили при температурах около 600 °С. Как показали эксперименты, при таких температурах основным отделяемым от воды газом также является метан. Углекислый газ хорошо растворяется в воде и удаляется вместе с ней. Выходящая из установки вода содержит небольшое количество угольного порошка и те минеральные вещества, которые содержались в исходных отходах, которые затем отделяются на фильтре. Все процессы происходят в проточной герметичной камере – поэтому процесс экологически чистый, выбросы отсутствуют. Предлагаемая технология позволяет эффективно решать проблему переработки навозных стоков (время цикла переработки менее часа) с получением энергетических продуктов (рис. 1).

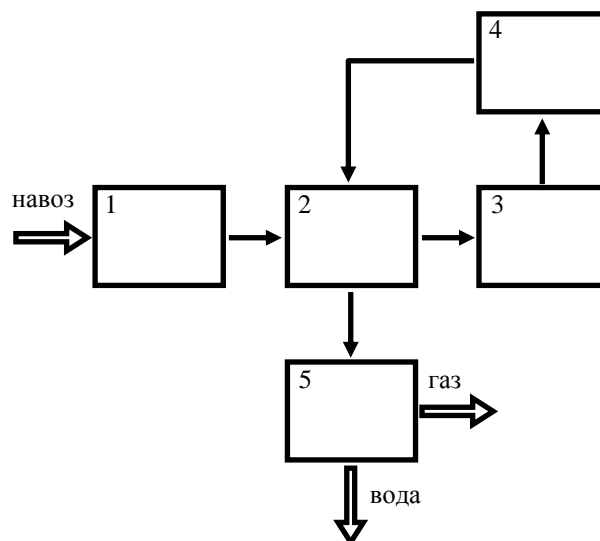


Рис. 1. Технологическая схема переработки свиного навоза. Принципиальная схема экспериментальной установки: 1 – насос высокого давления; 2 – теплообменник; 3 – электрический нагреватель; 4 – реакционная камера; 5 – газоотделитель.

Жидкий навоз из свинарника поступает в жижеборник, предназначенный для выравнивания неравномерности поступления жижи в моменты возможных технологических перерывов в работе свинарников, затем в Технологический Комплекс (ТК) ГТД, где органика отделяется от воды. Органика в виде горючего газа поступает на когенерационную установку для выработки тепла и электроэнергии. Вода технического качества без органики поступает либо на обратное водоснабжение, либо сливается на рельеф.

Преимуществами технологии ГТД являются:

- глубина переработки - 100% отходов животноводства перерабатываются в полезные энергопродукты (в конкурентной технологии – биогазовой до 50 - 70%);
- капитальные и эксплуатационные затраты по сравнению с биогазовой технологией в 3-4 раза ниже, окупаемость составляет 1,5-2 года;
- время переработки не превышает 30 минут вместо 1 месяца;
- экологическая эффективность – полное отсутствие вредных выбросов;
- мобильность (на данный момент в конкурентных технологиях мобильных установок производительностью свыше 10 тонн в час не существует);
- компактность (ТК ГТД на 10 тонн в час размещается в 40-футовом контейнере, не требует для себя капитальных строительных работ, занимаемая площадь – 50м², вместо 0,1-1 га);
- полная автоматизация (все технологические процессы выполняются автоматически, без постоянного присутствия персонала).

Выводы:

1. Гидротермальная обработка в сверхкритических условиях позволяет эффективно перерабатывать спиртовую барду и жидкий свиной навоз с получением горючего газа, а в комплексе с генераторным оборудованием – с получе-

нием электрической и тепловой энергии, что приводит к созданию автономного энергетического комплекса и решению задач распределенной энергетики. Данная технология не требует подвода к оборудованию дополнительных энергетических ресурсов и воды.

2. Переработка происходит в замкнутом пространстве, без вредных выбросов в окружающую среду и полностью решает экологические проблемы утилизации органических отходов.

3. Гидротермальная обработка в сверхкритических условиях обладает значительными технико-экономическими преимуществами в части капитальных и эксплуатационных затрат, срока окупаемости и др. по сравнению с существующими технологиями переработки (газификация и пиролиз, биогазовый метод, сжигание).

Список литературы

1. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Зазуля А.Н., Голубев И.Г. и др. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения: науч. изд. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 68 с.

2. Кожевников Ю.А., Пашкин С.В., Сербин В.В., Щекочихин Ю.М. Использование технологии WRHTR для переработки отходов биомассы // Тезисы докладов «Международная научно-практическая конференция "Будущее энергетики: возможности российско-германского сотрудничества" (в рамках года Германии в России), 26-27 февраля 2013 года, Москва, стр. 28-31.

3. Федотов А.В., Григорьев В.С., Стрелец А.В. и др. Гидротермальный пиролиз органосодержащих отходов агропромышленного комплекса // Труды ГОСНИТИ. 2016, том 125, с. 110-117.

4. Мазалов Ю.А., Свитцов А.А. Применение сверхкритического водного окисления для переработки отходов органической природы // Вода - 2014.- № 1. - с. 36-38.

УДК 621.365.5 (045)

ОБ ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЯХ ЖИДКОСТЕЙ

Г.Е. Левшин, В.А. Габт, Н.В. Тупяков

Алтайский государственный технический университет

Аннотация. Рассмотрены достоинства, недостатки и теоретические основы индукционных трансформаторных и бестрансформаторных (коаксиальных и тороидальных) нагревателей жидкостей, предложена весьма простая и компактная конструкция нового электромагнитного коаксиального лабиринтного нагревателя.

Ключевые слова: *индукционный нагреватель, конструкция, магнитопровод, электромагнит.*

ABOUT INDUCTION HEATERS LIQUIDS

G.E. Levshin, V.A. Gabt, N.V. Tupyakov

Altai state technical University

Annotation. The advantages, disadvantages and theoretical foundations of induction transformer and without transformer (coaxial and toroidal) fluid heaters are considered, a very simple and compact design of a new electromagnetic coaxial heater is proposed.

Keywords: *induction heater, construction, magnetic circuit, electromagnet.*

Индукционный нагрев жидких металлов при их плавке известен с давних пор и благодаря своим достоинствам стал распространяться и для нагрева других малоэлектропроводных жидкостей. Предложено много различных конструкций индукционных нагревателей жидкостей для применения преимущественно в системах отопления и горячего водоснабжения помещений жилых домов, ангаров, гаражей, животноводческих и птицеводческих ферм, производственных цехов и т. п., а также для подогрева нефти и нефтепродуктов [1 – 4].

Анализ конструкций индукционных нагревателей позволяет разделить их на две группы: 1) трансформаторные, в которых магнитопровод и нагревательный элемент разделены и нагрев происходит во вторичной катушке (обычно короткозамкнутой) трансформатора, а магнитопровод изготовлен из тонких пластин специальной стали; 2) бестрансформаторные, в которых магнитопровод и нагревательный элемент совмещены полностью или частично (на поверхности сердечника магнитопровода нанесен электропроводный неферромагнитный слой), а витки электрической катушки (ЭК) охватывают магнитопровод частично или полностью [1].

Из второй группы нагревателей можно выделить нагреватели коаксиального и тороидального вида [1]. Основными элементами коаксиального нагревателя являются ЭК и полый цилиндрический сердечник магнитопровода, образующие электромагнит, а в совокупности с другими намагничивающимися элементами – замкнутую электромагнитную систему. Тороидальный нагреватель имеет несколько трубчатых витков, расположенных в один или более слоев и образующих тороид-магнитопровод, охватываемый витками одно- или многослойной ЭК. По трубчатым виткам протекает нагреваемая жидкость.

Коаксиальные нагреватели могут быть погружными [1] и проточными [3], а трансформаторные и тороидальные – преимущественно проточными. Все нагреватели могут быть однофазными или трехфазными и отличаются особенностями преобразований электроэнергии, полученной от ее источника (сети), в тепловую энергию.

Считается [1, 2, 3], что все эти нагреватели характеризуются: – незначительным превышением температуры нагревательных элементов над температурой нагрева жидкости (до 20 – 30 °С), что исключает возникновение пожароопасных ситуаций; – отсутствием высокотемпературных узлов, что существенно увеличивает срок службы ($\geq 50000 - 100000$ ч) и определяется в основном степенью старения изоляции обмоточного провода; – отсутствием или минимумом накипи на теплообменной поверхности при нагреве воды, т. к. электромагнитное поле индуктора препятствует оседанию катионов накипеобразующих элементов Mg и Ca на поверхности нагревателя; – возможным повышением коэффициента мощности $\cos\phi$ до 0,98; – стабильностью КПД, достигающего 98 – 99 % в лучших конструкциях; – неприхотливостью к виду теплоносителя

(вода, масло, антифриз с концентрацией до 40 % и т. п.); – простотой монтажа и обслуживания; – полной автономностью их работы; – возможностью подключения к имеющимся системам отопления и горячего водоснабжения.

Их надежность практически исключает межсезонные и профилактические ремонты. Использование высокотемпературных индукционных нагревателей позволяет до минимума сократить эксплуатационные затраты, т. к. они нередко более выгодны, чем газовые котельные, парогенераторы, ТЭНовые и электродные котлы. Однако при их работе возможен шум («гудение») из-за вибрации элементов конструкции.

Сравним эти нагреватели.

Во всех конструкциях проходящий по виткам ЭК переменный электрический ток, возбужденный электродвижущей силой (ЭДС) источника электроэнергии, создает переменный рабочий магнитный поток, который, проходя по магнитопроводу, намагничивает его и усиливается [1 – 4]. При этом электрическая энергия превращается согласно закону полного тока по первому уравнению Максвелла в магнитную (преобразование 1). Магнитный поток индуцирует непосредственно в магнитопроводе переменное вихревое электрическое поле и ЭДС, а под действием этой ЭДС – вихревой ток Фуко. При этом магнитная энергия превращается согласно закону электромагнитной индукции Фарадея по второму уравнению Максвелла вновь в электрическую (преобразование 2). Электрическая энергия токов Фуко согласно закону Джоуля-Ленца превращается в тепловую, нагревая магнитопровод (преобразование 3). В электромагнитном коаксиальном и тороидальном нагревателях тепло от магнитопровода сразу же передается нагреваемой жидкости.

При каждом преобразовании происходят некоторые потери первоначальной энергии, подведенной к нагревателю от электросети. Из них следует выделить гистерезисные потери на перемагничивание магнитопровода и на создание магнитных полей рассеяния, образующихся вокруг ЭК и магнитопровода.

Гистерезисные потери в магнитопроводе электромагнитного коаксиального и тороидального нагревателей полезны, т. к. нагревают его. Однако в трансформаторных нагревателях эти потери, составляющие до 1 – 2 %, вредны. Поэтому величину вихревых токов Фуко в магнитопроводе и его нагрев специально уменьшают путем разделения на тонкие электроизолированные пластинки.

В трансформаторных нагревателях поле рассеяния имеется еще и вокруг вторичной ЭК [2]. Это уменьшает величину рабочего магнитного поля, создаваемого ЭК и сердечником магнитопровода, из-за снижения значений магнитной и электрической индукции, особенно когда виток (витки) вторичной ЭК охватывает первичную ЭК или находится на удалении от нее. Т. е. чем более виток удален от сердечника магнитопровода, тем больше это ослабление. Ослабленное поле наводит во вторичной катушке ЭДС, под действием которой в ней возникает вихревой электрический ток. При этом магнитная энергия превращается в наведенную электрическую, которая согласно закону Джоуля-Ленца превращается затем в тепловую, нагревая витки вторичной ЭК. И только после этого тепло от ЭК передается нагреваемой жидкости. Тепловой КПД и

$\cos\varphi$ достигают 0,9 – 0,95. Наличие наборного магнитопровода и вторичной ЭК приводит к увеличению габаритов и массы нагревателя и трудоемкости его изготовления, уменьшению величины поля в витках вторичной ЭК, дополнительным потерям энергии и снижению КПД, усложнению конструкции и удорожанию этой группы нагревателей и повышению эксплуатационных расходов (по сравнению с коаксиальными нагревателями). Однако они способны создать очень большую напряженность H_e магнитного поля, индукционный вихревой ток вторичной ЭК и ее нагрев [2].

Тороидальный нагреватель имеет ограниченные возможности для этого, т. к. его однослойная ЭК создает напряженность H_e только до 250 А/см при условии равномерной намотки по всему диаметру тороида [5]. При увеличении числа слоев до трех напряженность H_e может быть повышена до 400 А/см. Намотка этой ЭК на тороид с внутренним диаметром $D_{вн}$ и наружным диаметром $D_{н}$ затруднена и выполняется в основном вручную и не по всему диаметру тороида из-за наличия входного и выходного патрубков. Однако даже при равномерной намотке ЭК плотность ее витков снаружи всегда заметно меньше. Она уменьшается с увеличением разности $(D_{н} - D_{вн})$. Это приводит к неравномерному распределению напряженности H_e по сечению тороида, т. к. она уменьшается от внутренней его стороны к наружной по гиперболическому закону. С увеличением разности $(D_{н} - D_{вн})$ эта неравномерность возрастает. Так, при отношении $D_{н}/D_{вн}=10/9$ напряженность $H_{ен}$ поля в наружной части тороида отличается от напряженности $H_{евн}$ поля во внутренней его части на 10 %. При $D_{н}/D_{вн}=5/4$ это различие возрастает до 20 %, а при $D_{н}/D_{вн}=3/2$ – до 50 % [5]. Поэтому в многослойных тороидах трубчатый магнитопровод хуже намагничивается. Протяженная намотка ЭК и наличие большого объема неферромагнитного воздуха между трубами и ЭК обуславливает заметное поле рассеяния и пониженный $\cos\varphi \leq 0,87$ [1].

Помимо повышенных массы магнитопровода и ЭК и трудоемкости изготовления тороида из гнутых труб и ручной неравномерной намотки ЭК, пониженного $\cos\varphi \leq 0,87$ и неравномерной напряженности H_e этот вид нагревателей имеет ограничения по величине плотности тока в проводе ЭК, которая может быть до 5 А/мм² для медного провода и до 3 А/мм² для алюминиевого провода при длительной работе. Аналогичные ограничения имеют и трансформаторные нагреватели. Из-за открытости нагретой ЭК эти нагреватели имеют повышенные (до 1 %) потери тепла в окружающее пространство. Кроме того, в тороидальном нагревателе труднее отремонтировать ЭК и очистить внутренность труб.

Обычно удельная материалоемкость трансформаторных и тороидальных нагревателей составляет до 7 – 10 кг/кВт, а удельная мощность до 0,15 – 0,25 кВт/кг [1].

Перечисленные недостатки могут быть уменьшены в коаксиальных нагревателях, имеющих близкий к единице тепловой КПД и меньшую материалоемкость. Поэтому они заслуживают более пристального внимания и изучения.

Их анализ также показывает недостаточную эффективность некоторых из коаксиальных нагревателей или повышенную сложность и материалоемкость конструкции, приводящую к их существенному удорожанию. Не обнаружены апробированные методики их инженерного расчета и научно обоснованные рекомендации по проектированию [1]. Так, нет единого мнения о степени нагрева жидкости непосредственно электромагнитным полем и о толщине стальных элементов конструкции [3]. Поэтому на основе результатов этого анализа и проверочных положительных опытов разработана новая конструкция индукционного электромагнитного коаксиального лабиринтного нагревателя малоэлектропроводных жидкостей (рисунок 1).

Однофазный нагреватель содержит: основание 1 магнитопровода, полый сердечник 2 магнитопровода, ЭК 3 (на каркасе или без него), патрубок 4 подвода-отвода нагреваемой жидкости (теплоносителя), внешний кожух-магнитопровод 5, токоподвод 6, трубу 7 отвода-подвода жидкости, винты 8, прокладку 9 уплотнительную эластичную, отверстия 10 в стенке сердечника для протекания жидкости, гайку 11 с уплотнительной шайбой. Основание 1 магнитопровода является одновременно дном нагревателя и вместе со съемным кожухом-магнитопроводом 5 образуют емкость для жидкости. Весь нагреватель может быть закрыт теплоэлектроизолирующим колпаком 12 или слоем, нанесенным на внешнюю поверхность кожуха-магнитопровода. При трехфазном питании может использоваться три таких нагревателя или специальная обмотка ЭК.

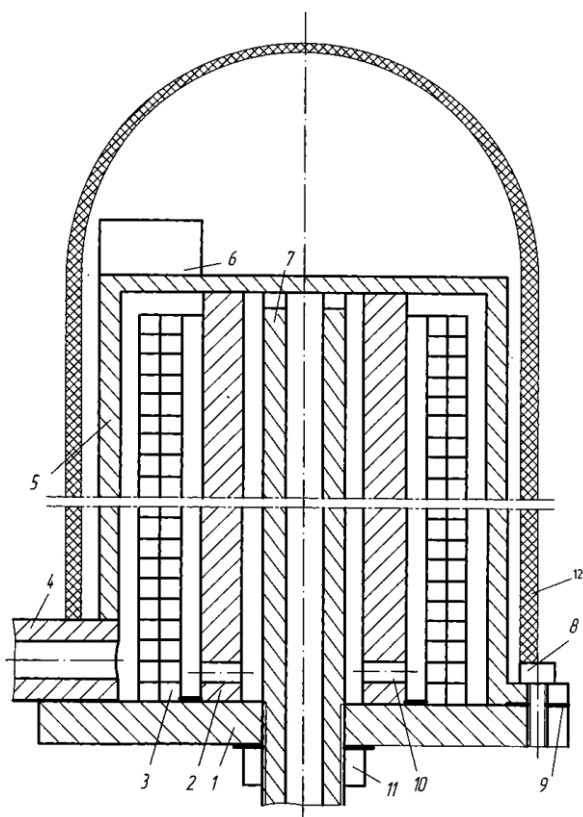


Рисунок 1. Однофазный нагреватель

Сердечник 2 установлен на основании 1 магнитопровода соосно и вплотную к нему. Коаксиально сердечнику 2 установлена ЭК 3, витки которой охватывают его. При этом сердечник 2 входит в полость ЭК со специальным зазором 2...10 мм для прохода жидкости и лучшего теплообмена с ней и охлаждения ЭК для предупреждения ее перегрева.

ЭК 3 может иметь один и более слоёв из витков медного, алюминиевого или другого провода, имеющего двойную надежную электроизоляцию (эмалевую, полихлорвиниловую, кремнийорганическую, слюдяную и т. п.), химически устойчивую к воздействию нагреваемой жидкости. Допустимая температура нагрева изоляции должна быть выше температуры кипения жидкости. Возможна изоляция ЭК неэлектропроводным компаундом, например из эпоксидной смолы.

Кожух-магнитопровод 5 выполнен заодно с крышкой в виде цилиндрической обечайки с полостью и установлен коаксиально с ЭК 3, образуя зазор между ними для протекания жидкости.

В полости сердечника 2 размещена коаксиально труба 7 из электропроводного материала, соединенная с основанием 1 с помощью гайки 11 с уплотнительной шайбой или сварки. Токоподвод 6 ЭК 3 может быть выполнен подходящим способом: с применением клеммной колодки с крышкой или штепсельного разъёма и т. п.

Для предотвращения химического и электрохимического взаимодействия все поверхности нагревателя, соприкасающиеся с агрессивной жидкостью, желательнее изолировать слоем соответствующего материала (цинк, олово, пластмасса и т. п.).

Основание 1, сердечник 2, кожух-магнитопровод 5 образуют замкнутый магнитопровод и выполнены из сплошного намагничивающегося материала (технического железа, низкоуглеродистой стали и др.) с повышенными электропроводностью и магнитной проницаемостью μ_i . В сочетании с ЭК 3 эти элементы образуют замкнутую электромагнитную систему. Поэтому этот тип индукционного нагревателя назван электромагнитным.

Нагреватель выполнен быстро разбираемым для облегчения ремонта ЭК и очистки всех его элементов от возможного засорения продуктами износа трубопроводов системы, накипи и прилипших ингредиентов литейных жидкостей.

Некоторые параметры нагревателя могут быть определены известным расчетом (например, электрические и магнитные).

Нагреватель работает следующим образом (на примере его вертикального расположения в замкнутой циркуляционной системе водяного отопления).

Оборотная вода плавно поступает из системы отопления через патрубок 4 (особенно при расположении его под острым углом) в первую кольцевую полость между кожухом-магнитопроводом 5 и ЭК 3. Затем она поднимается вверх и проходит через горизонтальный зазор между верхним торцом ЭК 3 и кожухом-магнитопроводом 5 во вторую кольцевую полость между внешней поверхностью сердечника 2 и внутренней поверхностью ЭК 3. После чего вода поступает в третью кольцевую полость между сердечником 2 и трубой 7 через круг-

лые отверстия или щели 10, выполненные в стенках сердечника у его нижнего торца. Заполняя её до верхнего уровня трубы 7 или отверстий в ней, переливается в полость трубы 7 и вытекает из неё либо задерживается в ней краном или вентилем (не показаны).

При этом поток жидкости движется по своеобразному лабиринту из трех кольцевых сообщающихся полостей и совершает три поворота на 180° . Возможна подача жидкости и в обратном направлении от трубы 7 к патрубку 4. Поэтому нагреватель является реверсивным.

Ширина кольцевых полостей не должна быть большой и рекомендуется в пределах от 2 до 10 мм, чтобы обеспечить, по возможности, скорость движения жидкости более 0,5 – 1,4 м/с и сквозной прогрев узкого потока жидкости. При ширине менее 2 мм значительно затрудняется прокачивание жидкости (особенно вязкой), а при ширине более 10 мм уменьшается прогрев жидкости. Наличие поворотов и круглых или щелевых отверстий позволяет обеспечивать турбулентное движение жидкости и перемешивание ее слоев. С увеличением скорости повышается турбулентность, коэффициент теплоотдачи поверхностей нагревателя и тепловой КПД нагревателя и уменьшается разность температур этих поверхностей и жидкости, составляющая 20 – 30 °С.

После заполнения перечисленных полостей жидкостью на ЭК 3 через токоподвод 6 подаётся переменное электрическое напряжение U частотой f , и по её виткам w проходит переменный электрический ток $I_{\text{ЭК}}$, который создаёт в её полости рабочее электромагнитное поле (поток) с определённой индукцией B_e и напряженностью H_e , а за пределами этой полости поле (поток) рассеяния с меньшей напряженностью H_e . Рабочий поток $\Phi_{\text{раб}}$ намагничивает стенки полого сердечника 2 и прилегающие к нему часть основания 1 и кожуха-магнитопровода 5. При этом более слабое поле (поток) рассеяния намагничивает остальные участки основания 1 и кожуха-магнитопровода 5, в т. ч. его стенки. Т. о., практически весь магнитный поток, создаваемый ЭК высотой h , используется рационально и практически без потерь за пределы нагревателя.

При намагничивании перечисленных элементов, образующих замкнутую магнитную цепь, их внутренняя индукция B_i увеличивается в μ_i раз согласно формуле [1 – 4]:

$$B_i = \mu_i B_e = \mu_0 \mu_i H_e = (\mu_0 \mu_i I_{\text{ЭК}} w) / h \quad (1)$$

Это также повышает полезное использование подводимой энергии. Под действием этой индукции во всех электропроводных намагничивающихся элементах нагревателя возникает индукционная ЭДС:

$$U_{\text{инд}} = 4,44 B_i S f, \quad (2)$$

где S – площадь элемента, перпендикулярная направлению вектора B_e (или B_i).

В не намагничивающихся электропроводных элементах и жидкостях эта ЭДС заметно меньше и может быть оценена как

$$U_{\text{инд}} \approx 4,44 B_e S f, \quad (2')$$

ЭДС возбуждает в этих элементах вихревые индукционные токи, направленные противоположно току ЭК. Их величину можно оценить по формуле:

$$I_{\text{инд}} = U_{\text{инд}} / R, \quad (3)$$

где R – электрическое сопротивление на участке прохождения этого тока.

Индукционные токи замыкаются в плоскости, перпендикулярной вектору V_i или V_e . В полом сердечнике 2, трубе 7, каркасе ЭК, кожухе 5 и жидкости это их кольцевая поверхность, а в крышке кожуха-магнитопровода 5 и основании 1 это плоскость толщиной δ . Так как элементы 1, 2, 5, 7 выполнены из сплошного материала (а не набраны из электроизолированных пластин) с весьма малым удельным электрическим сопротивлением, то вихревые токи достигают значительной величины.

Обычно удельное сопротивление ρ у меди 0,0178, алюминия – 0,028, бронзы – 0,065...0,265, латуни – 0,065...0,326, углеродистой стали – 0,18 мкОм м. Вода же имеет очень большое ρ : от 0,1 кОм м для обычной питьевой воды до 10 кОм м для дистиллированной и 180 кОм м для глубоко очищенной от примесей. У нефтепродуктов ρ еще больше $\sim 0,17 \cdot 10^{12}$ Ом м. И только у морской воды $\rho \approx 0,3$ Ом м приближается к сопротивлению металлов. Легко видеть, что ρ обычной воды как минимум в 10^9 раз превышает ρ стали. На основании (2') и (3) можно сделать вывод о весьма малых значениях индуцированных ЭДС и тока в воде при частоте 50 Гц и напряжении до 380 В.

Под действием вихревых токов перечисленные элементы и, в какой-то мере жидкость, нагреваются за время t Джоулевым теплом согласно формуле:

$$Q_{\text{инд}} = I_{\text{инд}}^2 R t. \quad (4)$$

В намагничивающихся элементах ещё дополнительно выделяется тепло, затрачиваемое на их перемагничивание (из-за гистерезиса). Однако на преодоление гистерезиса затрачивается и подводимая энергия. Поэтому следует выбирать материалы с узкой петлей гистерезиса (никель, техническое железо, низкоуглеродистые стали и т. п.). При этом можно получить экономию электроэнергии (см. формулы 1 – 4).

Джоулевым теплом $Q_{\text{ЭК}}$ нагревается и ЭК 3 при прохождении тока $I_{\text{ЭК}}$ по её виткам с сопротивлением $R_{\text{ЭК}}$:

$$Q_{\text{ЭК}} = I_{\text{ЭК}}^2 R_{\text{ЭК}} t \quad (5)$$

Плотность тока в проводе ЭК может быть более 5 А/мм² (до 20 А/мм²) для медного провода и более 3 А/мм² для алюминиевого провода, т. к. она охлаждается жидкостью. Это позволяет уменьшить размеры и массу ЭК и создать величину H_e до 8000 А/см и более.

Тепло $Q_{\text{инд}}$ и $Q_{\text{ЭК}}$ отдается жидкости, омывающей поверхности перечисленных элементов нагревателя, охлаждая их. Сначала тепло отдается в первой кольцевой полости от наружной поверхности ЭК 3 и внутренней поверхности кожуха-магнитопровода 5. Затем во второй кольцевой полости от внешней поверхности сердечника 2 и внутренней поверхности ЭК 3 или ее электропроводного каркаса, после чего в третьей кольцевой полости от внутренней поверхности полого сердечника 2 и внешней поверхности трубы 7, и только после этого от внутренней поверхности трубы 7. При трех поворотах жидкости в нагревателе и тепловом контакте с семью цилиндрическими поверхностями ее темпера-

тура может повыситься до заданной, измеряемой датчиком температуры. Легко видеть, что все перечисленные элементы являются нагревательными.

После чего подача напряжения на ЭК 3 прекращается (автоматически или вручную) или уменьшается. Если жидкость нагрелась недостаточно, то ее циркуляция в замкнутой системе отопления продолжается до установления необходимой температуры. Температуру нагревательных элементов 1, 2, 3, 5, 7 и каркаса ЭК (особенно 2 и 3) желательно поддерживать не выше температуры кипения жидкости, чтобы уменьшить образование накипи и трудоёмкость по её удалению.

Выводы.

1. Разработанный электромагнитный коаксиальный нагреватель имеет весьма простую и компактную конструкцию с пониженной материалоемкостью и высоким КПД, учитывающую последние достижения в этой области.

2. Его параметры: напряжение U , частота f , число витков w ЭК, величина тока $I_{ЭК}$, магнитодвижущая сила $I_{ЭК}w$, полная мощность, индукция B_e и напряженность H_e , требуемая температура T нагрева заданной жидкости, размеры d_n , δ и площадь $S_{сд}$ сердечника, ширина кольцевых полостей, $\cos\phi$ и др. могут быть определены после анализа задания на проектирование нагревателя и выбора материала проводов ЭК и элементов магнитопровода, особенно сердечника, с учетом научно обоснованных теоретических и практических рекомендаций статьи путем решения очень сложной оптимизационной задачи.

3. Отсутствие ее решения приводит к созданию недостаточно эффективных индукционных коаксиальных нагревателей и замедляет их распространение.

Список литературы

1. Русинов, В. А. Индукционные нагреватели [Текст]: [монография] / В. А. Русинов, В. К. Мокеев, И. М. Кирпичникова. – Екатеринбург: УрГУПС, 2008. – 143 с.

2. Хмелев В. Н., Барсуков Р. В., Ильченко Е. В. Особенности проектирования водонагревателя индукционного типа //Южно-Сибирский научный вестник, 2014, № 2 (6)

3. Пат. 87856 Р Ф, МПК F24H1/10, H05B6/10. Устройство индукционного нагрева жидких сред [Текст] / Слободян А. В., Ким Д. Х.. Патентообладатели Слободян А. В., Ким Д. Х. – 013145034/ 06; заявл. 02.06.2009; опубл. 10.01.2010.

4. Фарбман, С. А. Индукционные печи для плавки металлов и сплавов [Текст] /С. А. Фарбман, И. Ф. Колобнев. – М.: Металлургия, 1968. – 486 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПАКТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С КОАКСИАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПРОВОДОВ

Лэ Ван Тхао

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Аннотация. Представлены результаты разработки методов и средств моделирования компактных линий электропередачи повышенной пропускной способности. Применялись методы определения режимов электроэнергетических систем (ЭЭС) на базе фазных координат, в основу которых положены модели элементов в виде решетчатых схем замещения с полностью связной топологией. Эти модели и методы реализованы в программном комплексе Fazonord-APC, обеспечивающем моделирование стационарных режимов ЭЭС, а также определение напряженностей электромагнитного поля, которое создается линиями электропередачи различного конструктивного исполнения. В статье представлены результаты моделирования режимов и электромагнитных полей на трассах компактных воздушных линий (КВЛ) электропередачи 220 кВ с коаксиальным расположением проводов. Для сравнения выполнены аналогичные расчеты для линии электропередачи (ЛЭП) 220 кВ типовой конструкции (ТВЛ).

Ключевые слова: *электроэнергетические системы, компактные линии электропередачи, режимы и электромагнитная безопасность.*

MODELLING OF COMPACT POWER LINES WITH THE COAXIAL ARRANGEMENT OF WIRES

Le Van Thao

Irkutsk national research technical university,

Abstract. Development of methods and simulators of compact lines of an electricity transmission of the increased capacity. . Methods of definition of the modes of electrical power systems (EPS) on the basis of phase coordinates which basis models of elements in the form of trellised equivalent circuits with full-coherent topology are were applied. These models and methods are realized in the program Fazonord-APC complex providing modeling of the EPS stationary modes and also definition of tensions of the electromagnetic field which is created by power lines of various design. Results of modeling of the modes and electromagnetic fields on routes of the compact power line (CPL) of an electricity transmission of 220 kV with a coaxial of wires are presented. For comparison similar calculations for a standard power line (SPL) of 220 kV of a standard design (TVL) are executed.

Keywords: *electrical power systems, compact power lines, electromagnetic safety.*

В настоящее время предложено большое число новых конструкций линий электропередачи (ЛЭП) повышенной пропускной способности, позволяющих существенно увеличить эффективность транспорта электроэнергии [1 – 12]. Особого внимания заслуживают компактные ЛЭП повышенной пропускной способности, позволяющие получить следующие положительные эффекты:

- снизить воздействие ЛЭП на природную среду и население за счет уменьшения уровней напряженностей электромагнитных полей;
- повысить пропускную способность электропередач в 1,2...1,6 раза;
- снизить на 10...45 % удельные затраты, приходящиеся на 1 МВт а передаваемой мощности;

- уменьшить потери электроэнергии и повысить надежность ЭЭС.

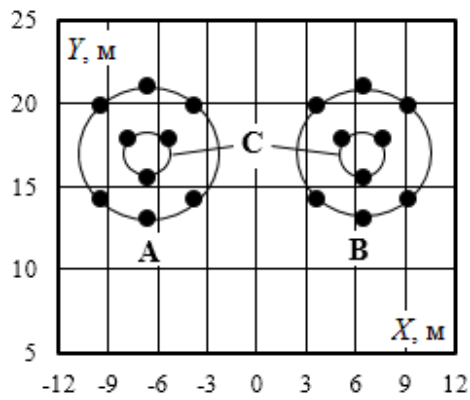
Для практического использования таких ЛЭП необходимы адекватные методы и средства для определения режимов электроэнергетических систем, включающих в свой состав линии подобного типа. Не менее актуальной является задача моделирования электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых этими ЛЭП.

В статье представлены результаты разработки компьютерных моделей компактных линий электропередачи с коаксиальным расположением проводов расщепленных фаз.

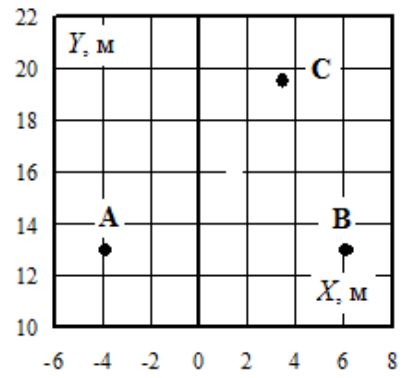
Сформулированный выше комплекс задач по моделированию режимов и электромагнитных полей компактных ЛЭП может быть решен на основе методов моделирования ЭЭС в фазных координатах, предложенных в ИрГУПСе [13, 14]. Разработанный на их основе программный комплекс Fazonord позволяет проводить расчеты режимов ЭЭС и электромагнитных полей ЛЭП нетрадиционных конструкций. В комплексе реализованы оригинальные идеи моделирования многопроводных элементов со взаимоиנדуктивными и емкостными связями с помощью решетчатых схем замещения. Применение таких методик позволяет моделировать различные типы многопроводных линий с большим количеством проводов и любые, приемлемые на практике, типы трансформаторов.

При этом анализируемая ЛЭП рассматривается в неразрывной связи со сложной электроэнергетической системой. Ниже представлены результаты моделирования режимов и электромагнитных полей компактной воздушной линии электропередачи (КВЛ) 220 кВ с расположением проводов, показанном на рис. 1, а. Для сравнения выполнено моделирование типовой воздушной линии (ТВЛ) 220 кВ (рис. 1, б). Сечение проводов КВЛ принято равным 120 мм^2 , а ТВЛ – 600 мм^2 . Моделирование осуществлялось с помощью комплекса программ Fazonord – APC.

Результаты моделирования режимов представлены в табл. 1 и проиллюстрированы на рис. 2 в виде зависимостей потерь в ЛЭП, а также коэффициентов несимметрии по обратной и нулевой последовательностям от величины передаваемой мощности. Распределение токов по проводам ЛЭП показано на рис. 3. На рис. 4, 5 представлены результаты моделирования электрического и магнитного полей в начале ЛЭП, на высоте 1,8 м от поверхности земли. Расчеты ЭМП проводились при нагрузке на приемном конце ЛЭП, равной $50 + j50 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и длине ЛЭП в 50 км.



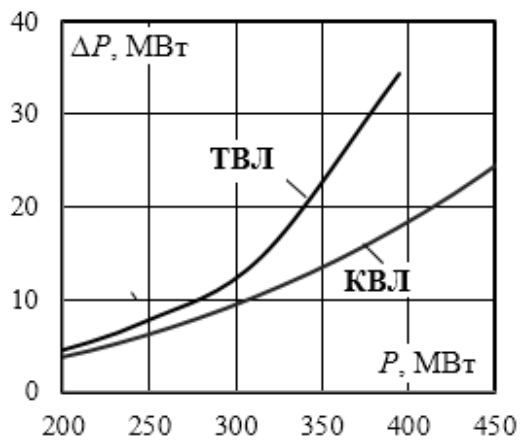
a)



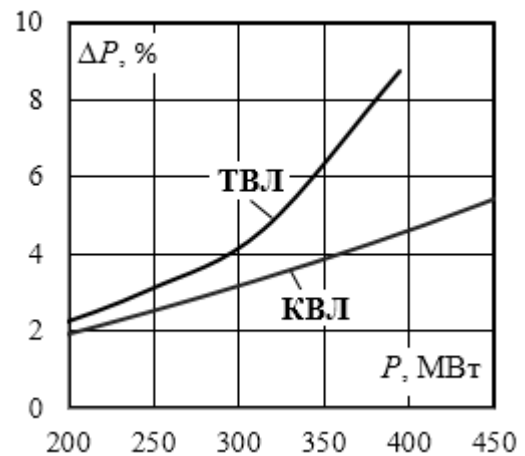
b)

Рис. 1. Координаты проводов:

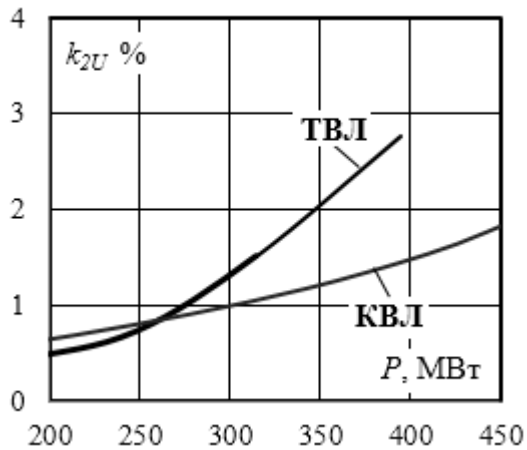
a – КВЛ; b – ТВЛ



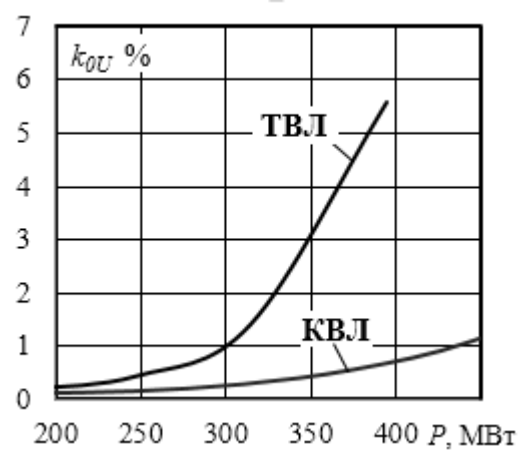
a)



b)



c)

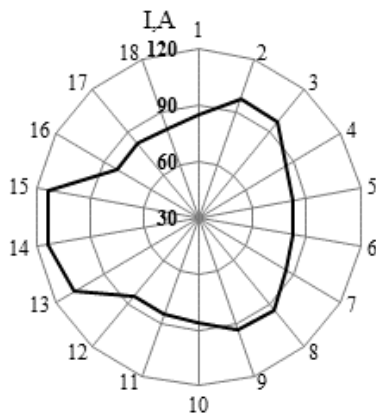


d)

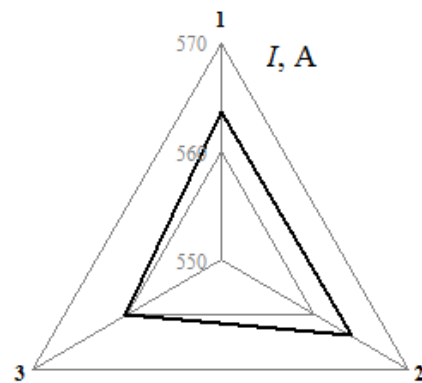
Рис. 2. Зависимости параметров режима от передаваемой мощности:
 а – потери в МВт, б – потери в процентах; с – коэффициент несимметрии по обратной последовательности; д – коэффициент несимметрии по нулевой последовательности

Результаты расчета режимов

Тип ЛЭП	Узлы	U , кВ	U , град.	I , А	I , град.
КВЛ	6	136.202	118.319	460.07	79.15
	5	136.182	-121.83	485.58	-158.68
	4	136.485	-1.745	456.01	-37.33
	7	133.179	118.184	530.95	-106.82
	8	133.821	-122.353	528.4	12.65
	9	134.315	-1.995	526.46	133
ТВЛ	6	134.919	118.227	550.29	71.58
	5	134.907	-121.765	550.7	-168.6
	4	134.937	-1.755	547.31	-48.48
	7	125.402	115.321	563.8	-109.67
	8	125.395	-124.865	563.9	10.13
	9	126.251	-4.903	560.07	130.1



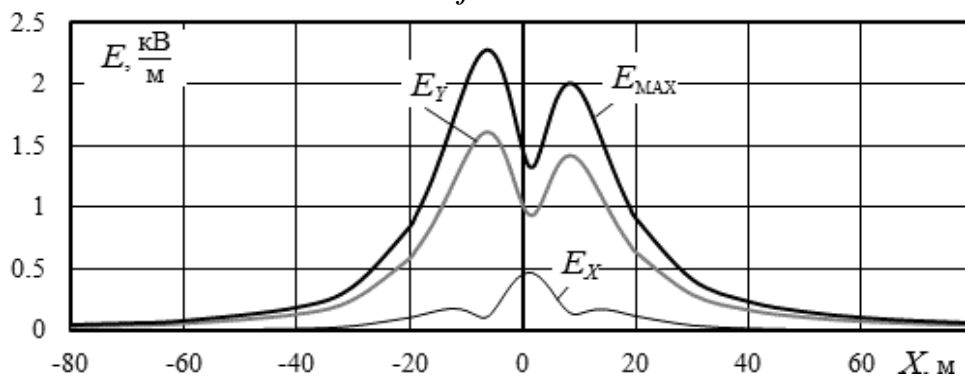
a)



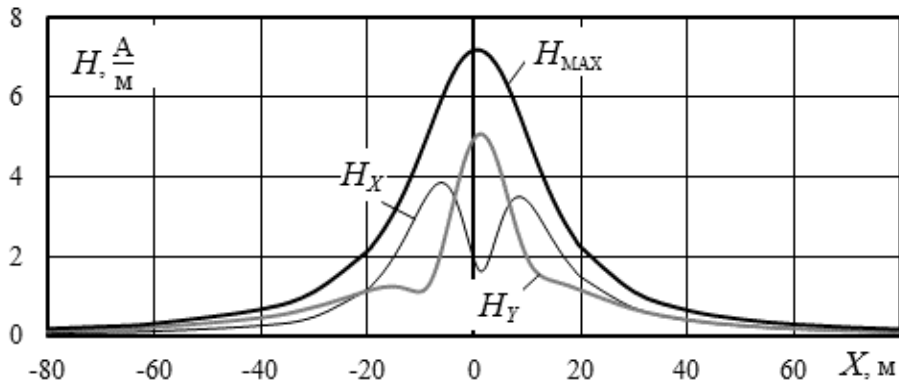
b)

Рис. 3. Распределение токов по проводам:

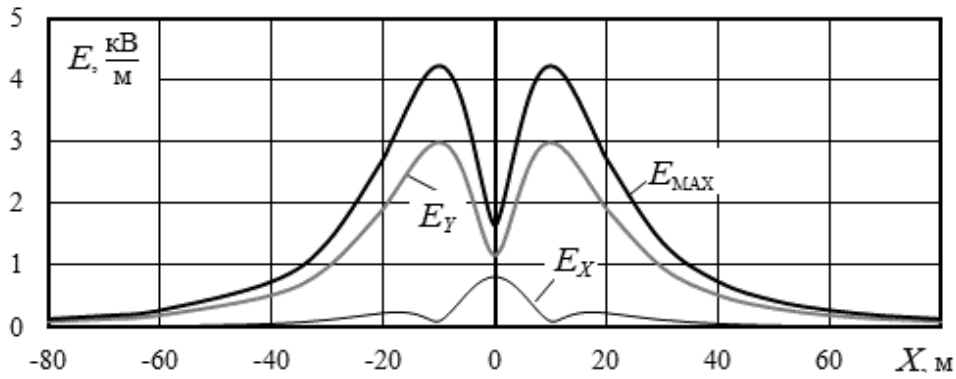
a – КВЛ; b – ТВЛ; нагрузка на приемном конце ЛЭП принималась равной $50 + j50$ МВ·А



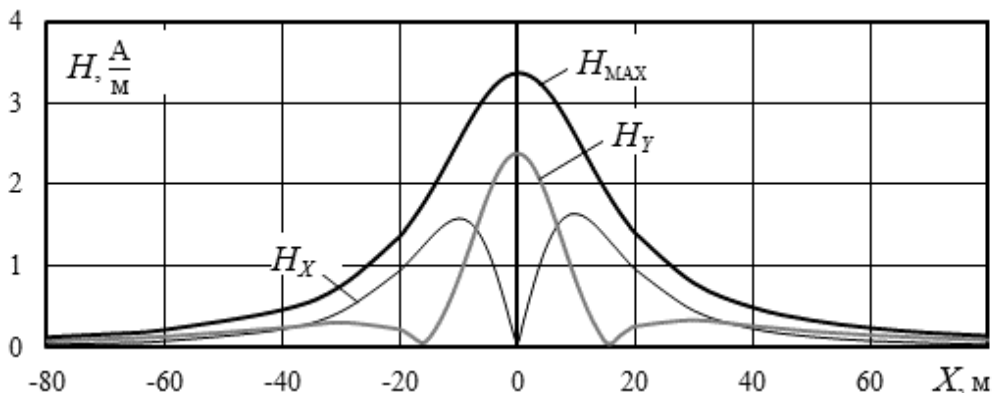
a)



b)

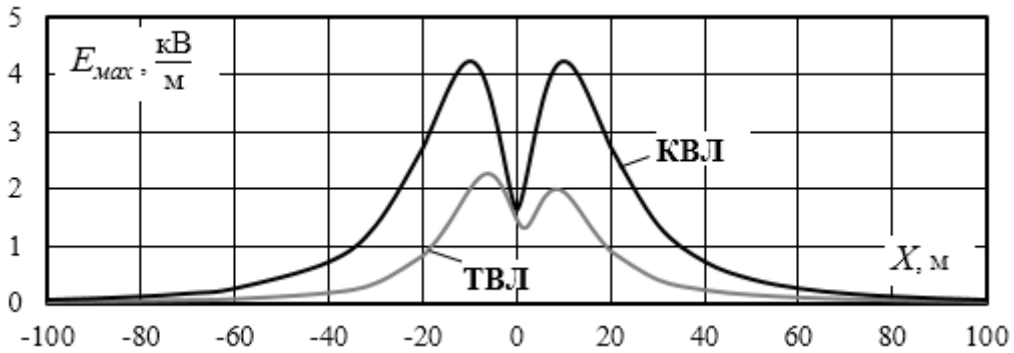


c)



d)

Рис. 4. Распределение напряженностей по горизонтальной оси ЛЭП:
 а, b – ТВЛ; с, d – КВЛ; а, с – электрическое поле; b, d – магнитное поле



a)

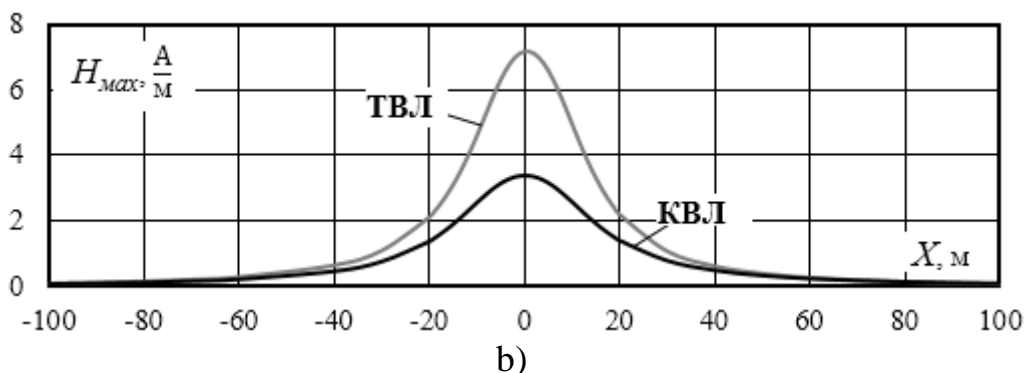


Рис. 5. Распределение напряженностей по горизонтальной оси:
 а – электрическое поле; б – магнитное поле

Полученные результаты показывают следующее.

1. При увеличенном на 16 % суммарном сечении проводов КВЛ по сравнению с ТВЛ потери активной мощности в компактной ЛЭП существенно снижаются; так, например, при передаваемой мощности в 350 МВт потери в КВЛ уменьшаются на 35 % по сравнению с типовой ЛЭП 220 кВ.

2. На приемном конце компактной ЛЭП наблюдается более низкая несимметрия; компактная ЛЭП имеет значительно больший предел передаваемой мощности по сравнению с линией традиционной конструкции.

3. По критерию напряженности магнитного поля КВЛ обеспечивают лучшие условия электромагнитной безопасности, чем ТВЛ, однако создают существенно большие напряженности электрического поля.

Заключение

Представлены методика и результаты моделирования режимов линий электропередачи повышенной пропускной способности. Показано, что использование таких линий позволяет повысить мощности, передаваемые по ЛЭП, снизить потери электроэнергии и улучшить ее качество на приемном конце ЛЭП.

Список литературы

1. Александров Г.Н. Режимы работы воздушных линий электропередачи. СПб: ЦПКЭ, 2006. 139 с.
2. Электрические сети сверх- и ультравысокого напряжения ЕЭС России. Теоретические основы. Т. 3. М.: НТФ «Энергопрогресс» корпорации «ЕЭЭК», 2012. 368 с.
3. Степанов В. М., Карницкий В. Ю. Компактные линии электропередачи // Известия ТулГУ. Технические науки. №3-5. 2010. С. 49-51.
4. Эффективность передачи электрической энергии при применении компактных управляемых ВЛ / Ю.Г. Шакарян, Л.В. Тимашова, С.Н. Карева, В.М. Постолатий // Энергия единой сети. № 3 (14). 2014. С. 4-15.
5. Технические аспекты создания и режимные особенности работы в энергосистемах компактных управляемых ВЛ 220, 500 кВ / Ю.Г. Шакарян, Л.В. Ти-

машова, С.Н. Карева, В.М. Постолатий / Энергия единой сети. № 4 (4). 2012. С. 36-43.

6. Сотников В.В., Камаев В.В. Сравнительный анализ современных видов воздушных линий электропередачи и перспективы их развития // Электрика. № 9. 2013. С. 2-4.

7. Зуев Э.Н. Взгляд на проблемы передачи электроэнергии // Электро. № 2. 2005. С. 2-8. Эффективность компактных управляемых высоковольтных линий электропередачи / В.М. Постолатий, Е.В. Быкова, В.М. Суслов, Ю.Г. Шакарян, Л.В. Тимашова, С.Н. Карева // Проблемы региональной энергетики. № 3 (29). 2015. С. 1-17.

8. Селиверстов Г.И., Комар А.В., Петренко В.Н. Конструкции и параметры компактных одноцепных линий электропередачи с концентрическим расположением фаз // Энергетика. известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. № 6. 2012. С. 41-45

9. Чипизубов Д.И., Константинов А.М. Режимно-технические ограничения многоцепных компактных воздушных линий 220 кВ // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. Хабаровск: ДВГУПС. Т. 1. 2018. С. 257-264.

10. Методические подходы к выбору вариантов линий электропередачи нового поколения на примере ВЛ-220 кВ / В.М. Постолатий, Е.В. Быкова, В.М. Суслов, Ю.Г. Шакарян, Л.В. Тимашова, С.Н. Карева // Проблемы региональной энергетики. № 2. 2010. С. 1-18.

11. Петренко В.Н., Селиверстов Г.И. Физическая модель компактной электропередачи повышенной натуральной мощности // Вестник гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. № 3. 2003. С. 35-38.

12. Моделирование электромагнитных полей, создаваемых компактными многосегментными линиями электропередачи / Н.В. Буякова, В.П. Закарюкин, А.В. Крюков, Лэ Ван Тхао // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. Ангарск: Изд-во АГТУ, 2018. С. 152-161.

13. Закарюкин В.П., Крюков А.В. Сложнонесимметричные режимы электрических систем. Иркутск: Изд-во Иркут. унта. 2005. 273 с.

14. Буякова Н.В., Закарюкин В.П., Крюков А.В. Электромагнитная безопасность в системах электроснабжения железных дорог: моделирование и управление: монография / под общ. ред. А. В. Крюкова. Ангарск: РИО АнГТУ, 2018. 382 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ С УСТАНОВКАМИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ И НАКОПИТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Нгуен Ван Хуан

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Аннотация. Концепция интеллектуальных электрических сетей предусматривает широкое применение установок распределенной генерации (РГ) с возобновляемыми источни-

ками и накопителей электроэнергии (НЭ), в частности реализованных на основе аккумуляторных батарей большой емкости.

В докладе рассмотрены вопросы, связанные с использованием НЭ и установок РГ в системах электроснабжения нетяговых потребителей железных дорог; при этом исследуется влияние НЭ и алгоритмов регулирования напряжения и частоты установок РГ на снижение провалов напряжения. Моделирование выполнено в системе MATLAB применительно к сетевому кластеру, выполненному на основе вставки постоянного тока, связывающей нетяговых потребителей, а также установки РГ и НЭ с тяговой подстанцией.

Ключевые слова: *установки распределенной генерации, возобновляемые источники энергии, накопители электроэнергии, сетевые кластеры.*

MODEL OPERATION OF POWER SUPPLY SYSTEMS OF THE RAILROADS WITH INSTALLATIONS OF THE DISTRIBUTED OSCILLATION AND STORES OF THE ELECTRIC POWER

Nguyen Van Huan

Irkutsk National Research Technical University

Abstract. The systems of intelligent electrical networks provide for the wide application of distributed generation (DG) installations with renewable energy sources and energy storage devices (ESD), in particular, implemented on the basis of batteries of high power consumption.

The report addresses issues related to the use of energy storage devices and distributed generation installations in consumers not traction power supply systems; at the same time, the effect of energy storage devices and algorithms for regulating the voltage and frequency of DG installations on reducing voltage dips is investigated. Modeled in the MATLAB system on a network cluster model, made on the basis of a DC injection, connecting consumers not traction, the installation of the DG and ESD with a traction substation.

Keywords: *installations of distributed generation, renewable energy sources, energy storage, network cluster.*

В настоящее время происходит переход электроэнергетики России на новую технологическую платформу, основанную на использовании концепции интеллектуальных сетей (smart grid) [1]. Эта концепция предусматривает широкое применение установок распределенной генерации (РГ), которые могут работать на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и накопителей энергии (НЭ).

В докладе рассмотрены вопросы, связанные с использованием ВИЭ и НЭ для электроснабжения нетяговых потребителей; при этом предполагалось формирование сетевого кластера – microgrid, рис. 1.

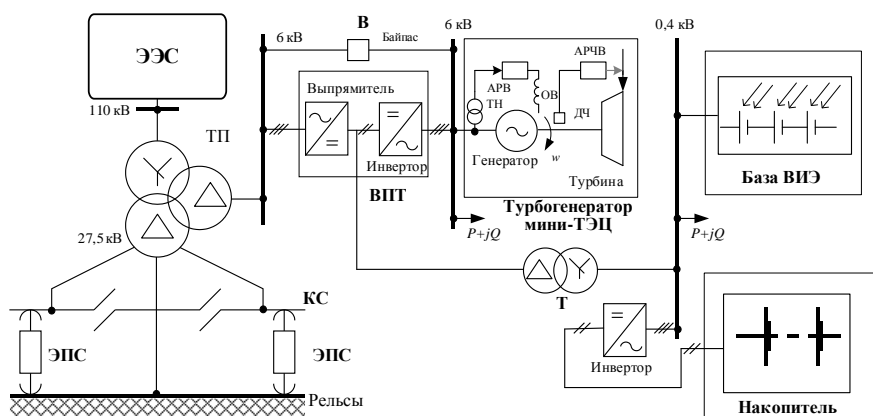


Рис. 1. Фрагмент системы электроснабжения железной дороги: ЭЭС – электроэнергетическая система; ЭПС – электроподвижной состав; КП – контактный провод; В – выключатель; ВПТ – вставка постоянного тока; Т – трансформатор; АРВ – автоматический регулятор возбуждения; АРЧВ – автоматический регулятор частоты вращения; ДЧ – датчик частоты вращения; ОВ – обмотка возбуждения; ТН – трансформатор напряжения

Исследования проводились в системе MATLAB применительно к структурной схеме, представленной на рис. 1. Моделировался отдельный район электроснабжения (РЭС) нетяговых потребителей с суммарной мощностью $5,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, присоединенный к тяговой подстанции через вставку постоянного тока и включающий установку РГ в виде турбогенератора мини-ТЭЦ с мощностью $2,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и напряжением 6 кВ , а также солнечную электростанцию (СЭС) мощностью 1 МВт . Эффективность работы турбогенератора в составе сетевого кластера повышена с помощью прогностического регулирования [2–7].

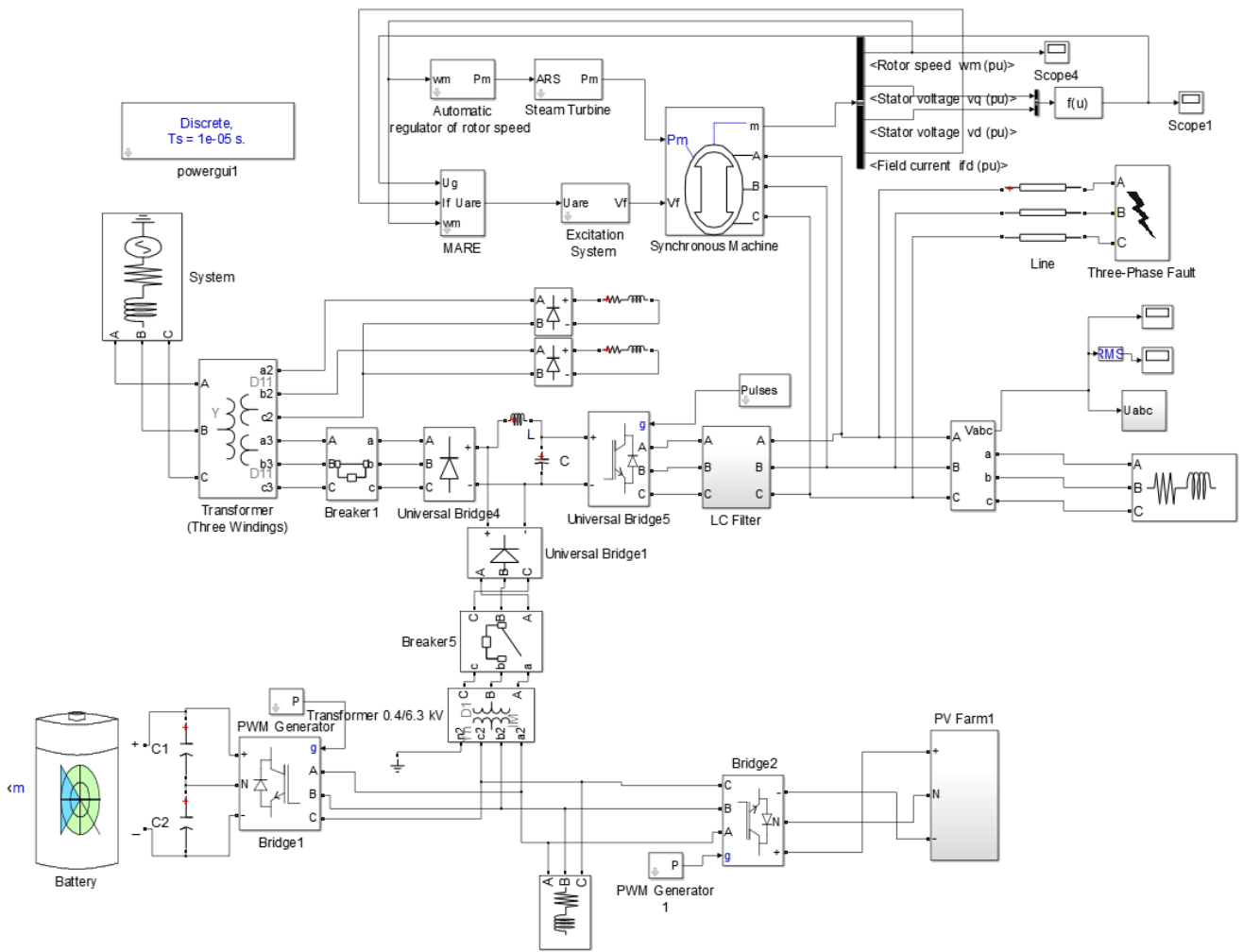
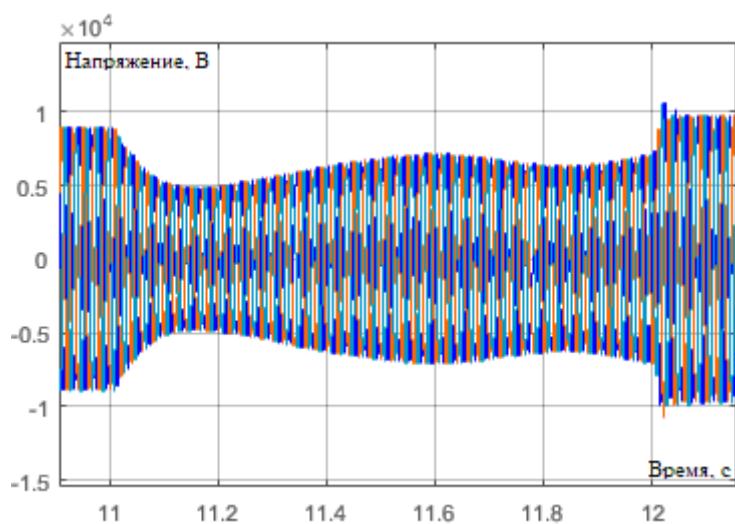


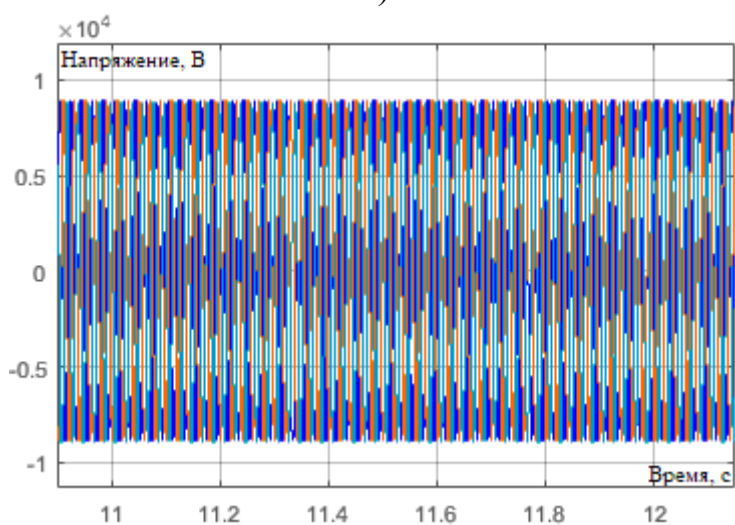
Рис.2. Схема исследуемой модели СЭЖД в MATLAB

Солнечная электростанция (PV Farm) и накопитель электроэнергии (НЭ) мощностью 2,5 МВт, подключались к шинам постоянного тока сетевого кластера. Модель в системе MATLAB представлена на рис. 2.

Провал напряжения моделировался путем отключения основного питания РЭС нетяговых потребителей в момент времени 11 с и его подключения через 1 с. Рассматривались два режима: без использования и с использованием НЭ на шинах постоянного тока ВПТ. Результаты моделирования представлены на рис. 3–5 и сведены в табл. 1



а)



б)

Рис. 3. Осциллограммы мгновенных значений напряжения на шинах нетягового потребителя при отключении основного питания РЭС: а) без использования НЭ и СЭС; б) с использованием НЭ, подключаемом при исчезновении основного питания

Таблица 1

Результаты моделирования провала напряжения в РЭС

Режим работы	δU_{II}^{cp} , %	δU_{II}^{max} , %
1. Без использования НЭ и СЭС	35,2	55,3
2. С использованием НЭ, подключаемом при исчезновении основного питания	7,7	8,7
3. С использованием постоянно подключенного НЭ	0	0

Примечание: δU_{II}^{cp} – средняя глубина провала напряжения; δU_{II}^{max} – максимальная глубина провала напряжения.

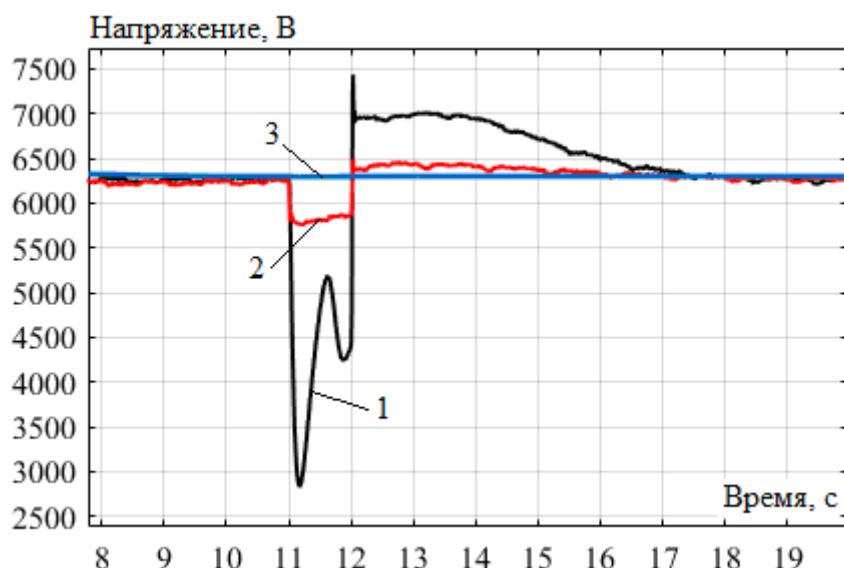


Рис. 4. Осциллограммы действующего значения напряжения на шинах нетягового потребителя при отключении основного питания РЭС: 1 – без использования НЭ и СЭС; 2 – с использованием НЭ, подключаемом при исчезновении основного питания; 3 – с использованием постоянно подключенного НЭ

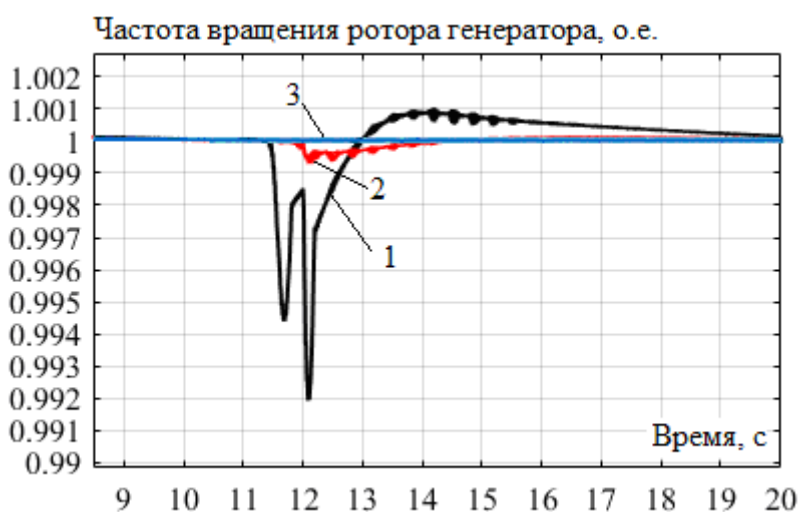


Рис. 5. Осциллограммы частоты вращения ротора генератора установки РГ: 1 – без использования НЭ и СЭС; 2 – с использованием НЭ, подключаемом при исчезновении основного питания; 3 – с использованием постоянно подключенного НЭ

Результаты компьютерного моделирования позволяют сделать следующие выводы:

1. Использование НЭ на шинах постоянного тока ВПТ позволяет значительно снизить глубину провала напряжения у нетягового потребителя при временном отключении основного питания РЭС. В рассматриваемом примере

снижение максимального значения глубины провала напряжения составило 47 %.

2. Применение НЭ и автопрогностического АРЧВ позволяет снизить практически до нуля величину перерегулирования частоты вращения ротора генератора установки РГ и время переходного процесса при временном отключении основного питания РЭС нетяговых потребителей.

3. ВИЭ возможно эффективно применять в системах электроснабжения железных дорог. Благоприятные условия для этого есть во многих районах, имеющих потенциалы ВИЭ.

Список литературы

1. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Чан Зюй Хынг. Сетевые кластеры в системах электроснабжения железных дорог. Иркутск: ИрГУПС, 2015. 205с.

2. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Нгуен Ван Хуан. Определение параметров прогностических регуляторов для установок распределенной генерации систем электроснабжения железных дорог // Системы. Методы. Технологии. № 2(30). 2016. С. 84-91.

3. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Нгуен Ван Хуан. Прогностические регуляторы для установок распределенной генерации // Системы. Методы. Технологии. № 1(29). С. 63-69.

4. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Нгуен Ван Хуан. Методика настройки прогностических регуляторов установок распределенной генерации // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. № 11-12. 2016. С. 84-95. № 121. 05.12.2016.

5. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Нгуен Ван Хуан. Автопрогностический регулятор частоты вращения ротора генератора установки распределенной генерации // Научный вестник НГТУ. № 1(66). 2017. С. 15-25.

6. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Нгуен Ван Хуан. Применение прогностических регуляторов для управления режимами систем электроснабжения с установками распределенной генерации // Электроэнергетика глазами молодежи-2016. В 3-х тт. Т.3. Казань: КГЭУ, 2016. С. 157-160.

7. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Нгуен Ван Хуан. Прогностические регуляторы синхронных генераторов установок распределенной генерации // Интеллектуальные энергосистемы. Томск: ТПУ, 2017. Т. 3. С. 40-44

ВЛИЯНИЕ ВЫСШИХ ГАРМОНИК ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ НА ПОГРЕШНОСТИ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Е.А. Нескина, Ю.И. Ханин

Волгоградский государственный аграрный университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены виды погрешностей счетчиков электрической энергии, трансформаторов тока и напряжения. Проанализированы причины возникновения высших гармоник. Проведены исследования по замерам высших гармоник в обычном

бытовом доме и произведен анализ среднего спектрального состава в натуральном и процентном соотношении.

Ключевые слова: счетчики электрической энергии, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, высшие гармоники, погрешность измерения.

EFFECT OF HIGHER HARMONICS CURRENT AND VOLTAGE ON ERRORS OF ELECTRIC ENERGY COUNTERS AND MEASURING CURRENT TRANSFORMERS AND VOLTAGE

E.A. Neskina, Y.I. Hanin

Volgograd State Agrarian University

Abstract. This article discusses the types of errors of electricity meters, current transformers and voltage. Analyzed the causes of higher harmonics. Conducted research on measurements of higher harmonics in the ordinary household house and an analysis of the average spectral composition in natural and percentage ratio.

Keywords: *electricity meters, current transformers, voltage transformers, higher harmonics, measurement error.*

В процессе эксплуатации систем коммерческого учета электрической энергии и мощности на данный момент времени остро стоит вопрос их пригодности в результате проводимых плановых и внеплановых проверок. Данные системы состоят из измерительного комплекса, в который входят трансформаторы тока, трансформаторы напряжения и счетчики электрической энергии. Одной из причин непригодности измерительного комплекса в результате проверок становится превышение допустимых значений погрешностей, которые установлены ГОСТами и международными стандартами [1, 2]. Большинство общедоступных источников предполагают, что погрешности измерительных комплексов появляются в результате присутствия несинусоидальности – высших гармоник, возникающих в связи с применением мощных электроприемников с нелинейной вольтамперной характеристикой. Например, таких как компьютеры, электро-сварка, дуговые сталеплавильные печи, неуправляемые и управляемые вентиляльные преобразователи [3, 4].

Цель: выявить влияние высших гармоник тока и напряжения на погрешности измерительного комплекса.

Высшие гармоники тока и напряжения состоят из двух составляющих:

- гармоническая составляющая;
- интергармоническая составляющая.

Гармоническая составляющая – среднеквадратическое значение синусоидального напряжения и тока, частота которых является кратной основной частоте напряжения и тока электропитания.

Интергармоническая составляющая – среднеквадратическое значение синусоидального напряжения и тока, частота которых не является кратной основной частоте напряжения и тока электропитания [5].

Виды погрешностей счетчиков электрической энергии.

Погрешность работы электросчетчика определяется по следующей формуле:

$$E = (P \cdot T \cdot A / 3600 - 1) \cdot 100\%$$

где E – полученная погрешность электросчетчика, %;

P – мощность присоединенного энергооборудования, кВт;

T – время полного оборота диска индукционного счетчика или одного интервала между импульсами светового индикатора электронного счетчика, с;

A – передаточное число, имп/кВт*ч [2].

Виды погрешностей измерительных трансформаторов тока.

• Относительная токовая погрешность – определяется отношением значения алгебраической разности первичного и вторичного токов к действующему значению первичного тока, приведенного к вторичной цепи.

• Угловая погрешность – это угол между векторами первичного и вторичного тока. Угловая погрешность обычно выражается в минутах или радианах.

• Относительная полная погрешность – определяется отношением значения геометрической разности (мгновенные значения) первичного и вторичного токов к действующему значению первичного тока [6, 7].

Виды погрешностей измерительных трансформаторов напряжения.

• относительная погрешность напряжения - определяется, как арифметическая разность между приведенным к первичной цепи действительным вторичным напряжением и действительным первичным напряжением, которое выражено в процентах от действительного первичного напряжения

• угловая погрешность - характеризует угол сдвига вторичного напряжения относительно первичного. Угловая погрешность считается положительной, если вектор вторичного напряжения опережает вектор первичного напряжения [8].

Измерительные приборы калибруются при идеально синусоидальных токе и напряжении, поэтому при их использовании для измерения мощности при искаженных токах и напряжениях они могут давать погрешности сверх нормированных. Даже низшие гармоники 3-7-го порядка могут иметь погрешность до 50 %, а энергия гармоник 11-го порядка и выше практически не учитывается [9].

Восприимчивость счетчика к частотам, находящимся за пределами расчетных параметров, невелика. Выражение для мощности в сети можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= U_{(0)} \cdot I_{(0)} + U_{(1)} \cdot I_{(1)} \cdot \cos \varphi_{(1)} + \sum U_{(n)} \cdot I_{(n)} \cdot \cos \varphi_{(n)} \\ &= P_{(0)} + P_{(1)} + \sum P_{(n)}, \end{aligned}$$

где $U_{(0)}$, $U_{(1)}$, $U_{(n)}$ – напряжение постоянной составляющей, основной гармоники и высших гармонических составляющих, В;

$I_{(0)}, I_{(1)}, I_{(n)}$ – ток постоянной составляющей, основной гармоники и высших гармонических составляющих, А;

$\cos\phi_{(1)}, \cos\phi_{(n)}$ – коэффициент мощности основной гармоники и высших гармонических составляющих;

n – порядок высших гармоник;

$P_{(0)}, P_{(1)}, P_{(n)}$ – мощность постоянной составляющей, основной гармоники и высших гармонических составляющих, Вт.

Счетчики электрической энергии не измеряют $P_{(0)}$, но чувствительны к ее присутствию, измеряет $P_{(1)}$ с большой точностью и $P_{(n)}$ с гораздо меньшей точностью, которая зависит от частоты. Суммарная мощность гармоник получается путем суммирования всех компонентов с частотами, выше и ниже основной.

Любая постоянная составляющая, поступающая из системы или генерируемая потребителем, вызывает погрешность, пропорциональную отношению $P_{(0)}/P_{\Sigma}$. Знак погрешности определяется направлением потока $P_{(0)}$. Подобным образом гармонические составляющие вызывают погрешности, определяемые соотношением $\pm kP_{(n)}/P_{\Sigma}$, где коэффициент k зависит от амплитудно-частотной характеристики счетчика, а знак определяется направлением потока мощности гармоники.

Составляющие постоянного тока и высших гармоник не могут сами по себе создать момент вращения, но искажают измерения мощности на основной частоте. Потоки, вызываемые гармониками, взаимодействуют с потоками той же частоты, возникающими из-за несовершенства элементов конструкции счетчика, и вызывают вторичные моменты [10].

Гармоники, генерируемые нелинейной нагрузкой, могут создавать дополнительные потери в трансформаторах и вызывать в увеличение потерь на гистерезис, потерь, связанных с вихревыми токами в стали магнитопровода, потерь в обмотках. Наличие подобных потерь при протекании по обмоткам трансформаторов несинусоидальных токов вследствие поверхностного эффекта и эффекта близости, могут приводить к значительным потерям энергии, увеличению активного сопротивления обмоток трансформаторов и, как результат, выход их из строя вследствие перегрева. Так же может сокращаться срок службы изоляции.

Посредством сертифицированного анализатора качества электрической энергии Hioki 3196 были произведены измерения параметров электрической энергии на однофазном вводе жилого дома. Нагрузка жилого дома представляла собой типовые бытовые приборы: холодильник, микроволновая печь, электрический чайник, телевизор, компьютер, освещение лампами накаливания и компактными люминесцентными лампами. Были получены замеры гармонических составляющих тока в течение суток.

Среднее значение тока бытовой однофазной нагрузки n -ой гармоники приведены в таблице 1.

Таблица 1

Среднесуточное значение тока бытовой однофазной нагрузки

n	I _{ср} , А	n	I _{ср} , А	n	I _{ср} , А	n	I _{ср} , А	n	I _{ср} , А
1	1,4	6	0,01	11	0,03	16	0	21	0,01
2	0,04	7	0,15	12	0	17	0,01	22	0
3	0,34	8	0,01	13	0,02	18	0	23	0,01
4	0,02	9	0,09	14	0	19	0,01	24	0
5	0,24	10	0,01	15	0,02	20	0	25	0,01

На основании таблицы 1 был произведен анализ среднего спектрального состава в процентном соотношении.

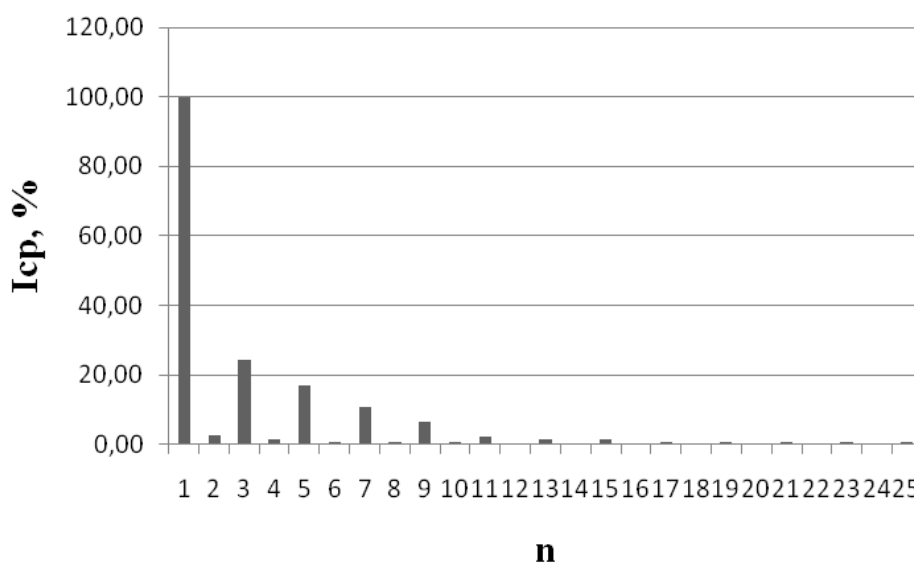


Рис. 1. Спектральный состав тока бытовой однофазной нагрузки

По данным спектрального анализа тока бытовой однофазной нагрузки можно отметить, что наибольшее влияние на погрешность измерительного комплекса будет оказывать третья гармоника, величина которой в процентном соотношении составляет 24,2 %, пятая – 17,1 %, седьмая – 10,7 %, девятая – 6,4 %, вторая – 2,8 %, одиннадцатая – 2,1 %, четвертая – 1,4 %, тринадцатая – 1,4 % и пятнадцатая – 1,4 %. Суммарная доля гармонических составляющих при этом составляет 32,6 %. Таким образом, однофазный счетчик электроэнергии, установленный на вводе жилого дома, треть потребляемого тока будет учитывать с погрешностью.

Список литературы

1. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика электроснабжения / В.А. Андреев. Москва, Высшая школа, 2006. – С.639.
2. ГОСТ 31818.11-2012 (IEC 62052-11:2003) Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии.

3. Степанов, В.М. Влияние высших гармоник в системах электроснабжения предприятия на потери электрической энергии / В.М. Степанов, И.М. Базыл // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. Выпуск 12 Часть 2. – С.27.

4. Юндин, М.А. Дополнительные потери электроэнергии в силовых трансформаторах 10/0,4 кВ / М.А. Юндин, Ю.И. Ханин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). – С.74–84.

5. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

6. ГОСТ 7746-2015. Трансформаторы тока. Общие технические условия.

7. МИ 3123-2008 ГСИ. Трансформаторы тока. Экспериментально-расчётная методика поверки измерительных трансформаторов тока на местах их эксплуатации.

8. ГОСТ 1983-2015 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.

9. Красовский, П.Ю. Погрешность информационно-измерительных систем и влияющие на них факторы / П.Ю. Красовский // Гірничя електромеханіка та автоматика: Наук. – техн. зб. – 2007. – Вип. 77 – С.119-122.

10. Юндин, М.А. О дополнительных потерях электроэнергии в сети 0,38 кВ / М.А. Юндин, Ю.И. Ханин // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – №4(13). – С. 27–29.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ВЫПРЯМИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА

Я.Ю. Осаулко, А.В. Пузаков

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. в статье рассмотрены методы и подходы определения энергетических потерь, возникающих в выпрямителе автомобильного генератора. Описаны общие принципы возникновения потерь в выпрямителе, особенности элементов, применяемых в нем. Дана характеристика основным параметрам, которыми характеризуется объем потерь. Все рассмотренные методы подразделены на экспериментальные и аналитические. Произведен сравнительный анализ этих методов. Установлены недостатки и преимущества подходов, предлагаемых различными авторами. Определен подход, наиболее точно описывающий объем потерь в выпрямителе автомобильного генератора.

Ключевые слова: *автомобильный генератор, тепловые потери, выпрямитель*

ANALYSIS OF THE METHODS FOR DETERMINING THE HEAT LOSSES OF THE RECTIFIER OF THE AUTOMOBILE ALTERNATOR

Ya.Yu. Osaulko, A.V. Puzakov

FSBEI of HE "Orenburg State University"

Annotation: the article discusses the method and approaches for determining the energy losses arising in the rectifier of an automobile generator. The general principles of loss in a rectifier, the

features of the elements used in it are described. The characteristic is given to the main parameters that characterize the volume of losses. All considered methods are subdivided into experimental and analytical. Produced a comparative analysis of these methods. The disadvantages and advantages of the approaches proposed by various authors are established. The approach that most accurately describes the amount of losses in the rectifier of the automobile alternator is determined.

Keywords: *automotive alternator, heat loss, diode rectifier.*

Неотъемлемой частью современного автомобильного генератора является выпрямительный блок, представляющий собой пару пластин, между которых размещаются диоды. При вращении постоянного магнитного поля относительно обмоток статора в них возникает переменный ток, но для питания бортовой сети автомобиля необходим постоянный ток. Для преобразования переменного тока в постоянный и используется выпрямительный блок генератора. Диоды выпрямителя пропускают ток только в прямом направлении, включенные в цепь с обмотками статора они не пропускают ток в обратном направлении, в результате на выходе генератора получается постоянный ток.

Через диоды выпрямителя проходит ток, питающий всю бортовую сеть автомобиля, соответственно они испытывают серьезную нагрузку в процессе работы. Поэтому диодный мост автомобильного генератора является одним из крупнейших источником электрических потерь. Все потери, возникающие в процессе работы машин, преобразующих энергию, переходят в тепловую энергию. Соответственно выпрямительный блок, в частности диоды, являются мощным источником тепла [1, 5].

Большое количество иностранных и отечественных исследователей занимаются вопросом определения объемов потерь энергии, возникающих в процессе работы автомобильного генератора. Так как диодный мост является одним из наиболее ответственных и нагруженных элементов генератора, в работах данных исследователей ему уделяется большое внимание. Потери в диодах выпрямительного блока в рассматриваемых источниках оцениваются отличающимися значениями. Значения потерь в диодах выпрямителя составляют от 20 до 30 % от общего объема потерь в автомобильном генераторе. Для определения этих потерь авторы предлагают различные подходы, используя различные формулы, хотя в большинстве они и содержат одинаковые параметры. В данной статье рассмотрим подходы некоторых исследователей при определении потерь, возникающих в диодах генератора при его работе [3, 4].

В таблице 1 представлены перечень работ и их авторов, посвящённые исследованию теплового состояния автомобильного генератора [7, 8, 9, 10].

Таблица 1

Исследования по тепловому состоянию

Название публикации	Авторы	Место и год проведения исследования
Thermal Modeling of Lundell Alternators	Sai Chun Tang	USA, Massachusetts Institute of Technology, 2006

Продолжение таблицы 1

Multi-phase Starter-Generator for 48 V Mild-Hybrid Powertrains	Marco Cossale	Italy, Politecnico di Torino, 2017
Contribution à l'étude de l'alternateur à griffes. Application au domaine automobile	Bouarroudj Liliy	Université de Grenoble, 2005
Modélisation thermique des alternateurs automobiles	Jérémie Lutun.	Université de Grenoble, 2012, Français
Thermal effect of stator winding to the vehicle alternator	Chen Mu-Kuen.	St. John's University, Taiwan, 2007
Thermal modelling of a car alternator with claw poles using 2D finite element software	S. Brisset, Michel Hecquet, P. Brochet.	France, Ecole Centrale de Lille, 2001

Потери в диодах выпрямителя автомобильного генератора – это есть объем тепловой энергии, который расходуется на прогрев элементов конструкции генератора и рассеивается в окружающую среду за определенный промежуток времени. Соответственно эти потери можно считать мощностью, которая расходуется не на выполнение полезной работы, а уходит впустую. В случае с электрическими машинами мощность зависима от напряжения в ее цепи и силы тока. Соответственно мощность потерь в диодах выпрямителя автомобильного генератора также определена этими параметрами. Взаимосвязь между напряжением и силой тока в электрических цепях устанавливается через сопротивление всех элементов этой цепи. Соответственно можно считать, что основным структурным параметром выпрямителя генератора, оказывающим влияние на его тепловые потери, является сопротивление диодов.

Диод является достаточно сложным электрическим элементом. Во-первых, он пропускает электрический ток только в одном направлении. Во-вторых, в прямом направлении он пропускает электрический ток только при достижении напряжением определенного значения. Для диодов, которые используются в автомобильных генераторах, это значение приближенно составляет 0,6 В. Еще одной особенностью диодов является то, что в реальных условиях их сопротивление не постоянно, а изменяется в зависимости от силы тока, проходящего через них. На рисунке 1 представлены графики, характеризующие влияние сопротивления на выходные параметры выпрямителя и наоборот. На левом графике изображена зависимость для идеального диода. Из него видно, что при достижении определенного напряжения диод как бы пробивается, и далее сила тока не оказывает влияния на сопротивление. На правом графике отображена зависимость реального диода. По ней видно, что после точки, в которой ток начинает проходить через диод, для поддержания большего значения силы тока требуется большее напряжение, сопротивление при этом уменьшается [6].

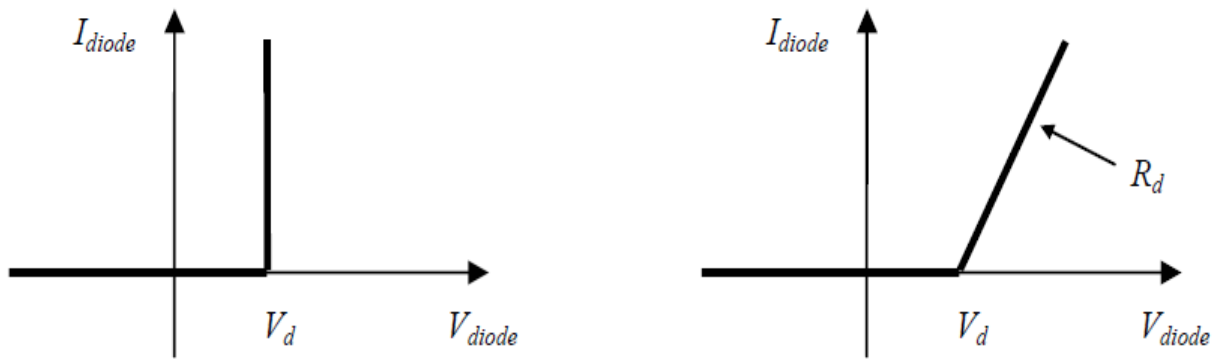


Рис. 1. Зависимость силы тока диода от напряжения (слева для идеального диода, справа для реального)

Для определения тепловых потерь, как ранее упоминалось, исследователи предлагают различные методики и подходы. В общей сложности все они могут быть разделены на экспериментальные и аналитические. Экспериментальные методы требуют проведения экспериментальных исследований, в ходе которых определяются различные рабочие и структурные параметры элементов генератора. Основываясь на значениях этих параметров строится модель, анализируя которую происходит определение (расчет) недостающих, исследуемых параметров. Аналитические же методы не требуют проведения эксперимента, а подразумевают использование математических формул и зависимостей, разработанных на основе известных и доказанных законов физики. Аналитических методов, позволяющих определить тепловые потери в выпрямителе больше, но все предлагаемые авторами формулы имеют очень много общего.

Экспериментальное определение потерь в диодах

Исследователь из массачусетского университета Sai Chun Tang в своей работе «Thermal Modeling of Lundell Alternators» предлагает методику экспериментального определения тепловых потерь в элементах автомобильного генератора. Для этого на различные элементы генератора подавался ток с соответствующими параметрами. Диодам в данном исследовании оказывалось большое внимание, наравне с обмотками статора и его магнитопроводом [10].

Расчет тепловых потерь в выпрямителе по предлагаемой методике сводится к определению рабочих потерь, возникающих в каждом его диоде. На элементы генератора подается ток с определенными параметрами, схема подключения выпрямителя к источнику тока показана на рисунке 2. На выпрямитель подается постоянный ток, значение его напряжение должно быть не больше максимального номинального для данного выпрямителя.

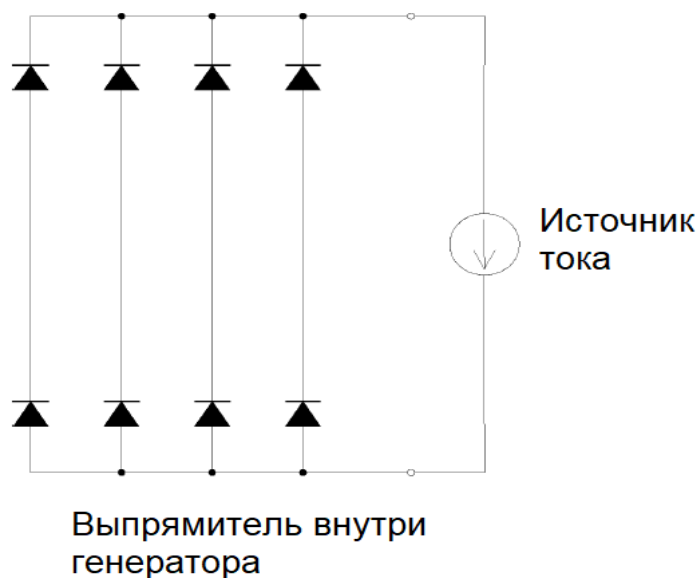


Рис. 2. Схема введения тока в диоды выпрямителя генератора в ходе эксперимента

В ходе эксперимента на диоды подается постоянный ток определенного значения. В процессе же работы генератора через диоды выпрямителя проходит переменный ток. Он изменяется от 0 А до значения силы тока потребителей электроэнергии, включенных в данный момент времени. На рисунке 3 представлены графики изменения силы тока в диодах [2]. Из этих графиков видно, что сила тока меняется таким образом, что ее среднее значение меняется не значительно. Изменение силы тока при наведении ЭДС в обмотке статора происходит не мгновенно, сила тока растет постепенно, этот рост имеет ступенчатый характер.

При проведении эксперимента производится измерение мгновенных значений силы тока и напряжения каждого диода. Из этого следует, что объем потерь, возникающий при протекании тока через выпрямитель, с течением времени изменяется для каждого отдельного диода. Для определения общего объема потерь, возникающих в процессе работы генератора необходимо производить измерения силы тока и напряжения с высокой частотой, причем точность расчёта потерь зависит от частоты этих измерений. Чем выше частота, тем выше точность. Объем потерь всего выпрямителя рассчитывается по формуле (1).

$$P_{diode} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U_{d i} \cdot i_{d i} , \quad (1)$$

где U_d – падение напряжения на диоде i , В,

i_d – сила тока на диоде i , А,

N – количество измерений за промежуток времени.

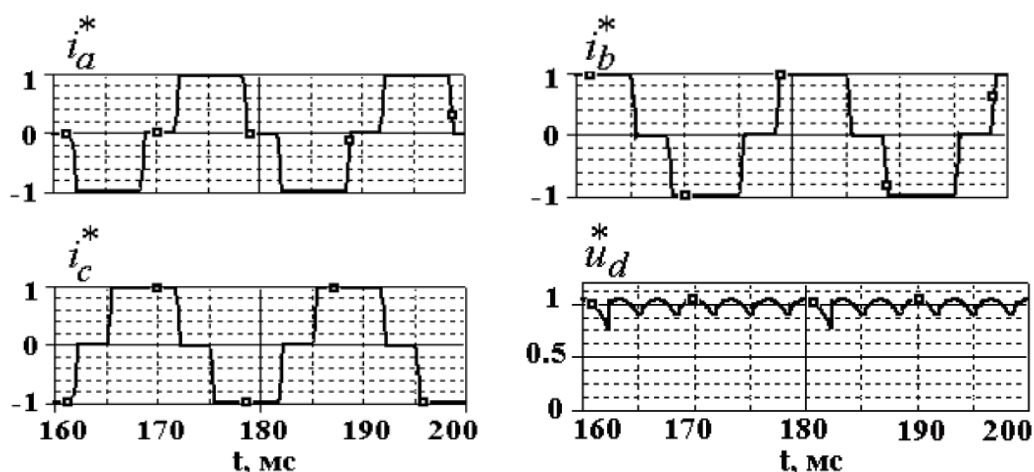


Рис. 3. График изменения мгновенного значения силы тока и напряжения на диодах выпрямителя

Аналитическое определение потерь в диодах

В работе «Comparison of different electrical machines for Belt Driven Alternator Starters» шведского исследователя Dan Hagstedt [8] автор исследует различные конструкции автомобильных генераторов на предмет возможности их использования в качестве пусковых электрических машин для двигателя внутреннего сгорания. В одном из разделов научной работы автор оценивает тепловые потери в различных элементах генератора. Для определения потерь, возникающих при протекании электрического тока через диодный мост автор предлагает выражение, представленное в формуле (2).

$$P_{diode} = 3 \cdot V_d + R_d \cdot \frac{I_L}{2} \cdot \frac{I_L}{2}, \quad (2)$$

где V_d – падение напряжения на диоде, В,

R_d – сопротивление диодов, Ом.

I_L – средняя сила тока фазы, А.

В данной формуле используются значения силы тока, сопротивления диодов и падения напряжения в диоде. Согласно данным производителя генератора, исследуемого автором работы, падение напряжения диода исправного генератора при силе тока в 100 А и температуре воздуха составляет 1,1 В. Автором предположено, что собственное падение напряжения составляет приблизительно 0,6 В, исходя из чего сопротивление диода составляет 5 мОм. Подставив эти значения в формулу (2) автор получил значение потерь в диодах выпрямителя, которое составило 246 Вт.

Французские исследователи Jérémie Lutun и Lilya Bouarroudj в своих работах «Modélisation thermique des alternateurs automobiles» и «Contribution à l'étude de l'alternateur à griffes». Application au domaine automobile» предлагают одинаковую формулу, выведенную аналитическим путем. Эта формула, как и у предыдущего исследователя содержит напряжение, силу тока в цепи диода, а также его сопротивление. Отличие данного подхода состоит в том, что в его основе лежит предположение, что ток в диодах выпрямителя имеет форму по-

ловину синусоиды, что должно значительно повышать точность расчёта потерь. В формуле (6) представлено выражение, которым авторы предлагают рассчитывать потери. Формулы (3)-(5) позволили вывести эту формулу [7, 9].

$$P_{Jd} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (V_{seuil} + r_d \cdot I_d(t)) I_d(t) d(wt). \quad (3)$$

$$P_{Jd} = \frac{1}{T} \int_0^T (V_{seuil} + r_d \cdot I_d(t)) I_d(t) dt. \quad (4)$$

$$I_d(t) = \bar{I}_d \cdot \sin wt. \quad (5)$$

$$P_{Jd} = n_d \cdot I_{eff} \left(\frac{V_{seuil} \cdot \bar{I}_d}{\pi} + \frac{r_d \cdot I_{eff}}{2} \right). \quad (6)$$

где V_{seuil} – пороговое напряжение диода, В,
 I_{eff} – среднеквадратичное значение тока в диоде, А,
 r_d – сопротивление диода, Ом.
 n_d – количество диодов.

В работе «Modélisation et optimisation des alternateurs à griffes Application au domaine automobile» исследователя Laurent Albert предлагается похожее выражение, представленное в формуле (7), в ней автором изначально заложено, что количество диодов в выпрямителе составляет 6 единиц.

$$P_{red} = 6 \cdot I_s \cdot \left(\frac{V_d \cdot \bar{I}_d}{\pi} + \frac{V_d \cdot I_s}{2} \right). \quad (7)$$

где V_d – падение напряжения в диоде, В,
 I_s – сила тока, А.

В работе «Modeling of charging system and control of alternator of a vehicle» Mustafa Gökaý Unutulmaz автор производит моделирование автомобильной системы электроснабжения [11]. В одном из разделов им производится определение тепловых потерь, возникающих в разных элементах автомобильного генератора. Для этого он использовал формулы (8).

$$P_d = 3 \cdot V_d \cdot I_s. \quad (8)$$

Данная формула выведена аналитическим путем. Ее отличие от ранее рассмотренных аналитических формул в том, что в ней используются средние текущие значения силы тока и потери напряжения. В ранее упоминаемых же формулах, предлагаемых Dan Hagstedt, Jérémie Lutun, Lilya Bouarroudj и Laurent Albert брались мгновенные значения параметров полу синусоидального тока в цепи диода. Данная формула позволяет достаточно просто определять потери в диодах выпрямителя, так как нет необходимости производить замеры многократно в течении определенного времени с заданной частотой. Однако, вероятнее всего это значительно скажется на точности результатов, полученных при ее помощи, так как не учитывается характер тока, а берутся средние значения его параметров.

В работе «Towards better alternator efficiency» исследователя Markus Örn автор производит разработку модели теплового состояния автомобильного генератора. Он производил экспериментальное исследование автомобильного ге-

нератора по установлению зависимостей между его различными рабочими и структурными параметрами. Потери в автомобильном диоде он определил, как зависимость от силы тока через эмпирический коэффициент. данная зависимость представлена в формуле (9).

$$P_{diodes} = 1,54 \cdot I_{out}. \quad (9)$$

где I_{out} – выхода сила тока, А.

Данная формула является очень простой, и скорее всего обладает очень маленькой точностью. Ее использование для определения реальных тепловых потерь в диодном мосте не является эффективным.

Анализ предлагаемых разными авторами подходов к определению тепловых потерь, возникающих в выпрямителе автомобильного генератора, показал, что аналитические методы в целом имеют много общего. Формулы, применяемые в рассмотренных подходах схожи, используются одинаковые параметры (напряжение, сила тока, сопротивление). Практически во всех аналитических подходах исследователи опираются на предположение, что ток в каждом отдельном диоде имеет форму верхней половины синусоиды. Это позволяет более точно определять потери в диодах выпрямителя, так как учитывается характер тока, протекающего в его цепях.

Анализ рассмотренных методов по определению тепловых потерь в автомобильном генераторе будет продолжаться, в дальнейшем необходимо определить сходство и различия методов при практическом применении их в лабораторных условиях, сравнения полученных при их помощи значений с реальными показателями.

Список литературы

1. Копылов, И. П. Проектирование электрических машин: учебник для бакалавров / И. П. Копылов ; отв. ред. И. П. Копылов. — 4-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 767 с.
2. Кулик В.Д. Аномальные режимы работы полупроводниковых выпрямителей и их диагностика: учебное пособие/ В.Д. Кулик, В.И. Королев // СПбГТУРП. – СПб., 2012. – 114 с.
3. Пузаков, А.В. Исследование влияния эксплуатационных факторов на тепловое состояние автомобильного генератора / А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2018. – № 1 (52). – С. 16-23.
4. Пузаков, А.В. Разработка модели теплового состояния автомобильного генератора/ А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко // ИНТЕЛЛЕКТ. ИННОВАЦИИ. ИНВЕСТИЦИИ – 2018. – № 5. – С. 80-84.
5. Филатов, М.И. Разработка регрессионной модели теплового состояния автотракторных генераторов в процессе эксплуатации / М.И. Филатов, А.В. Пузаков, Я.Ю. Осаулко // Известия Оренбургского аграрного университета. – 2018. – № 1 (69). – С. 102-106.

6. Albert Laurent. Modélisation et optimisation des alternateurs à griffes Application au domaine automobile / L. Albert // Préparée au Laboratoire d'Electrotechnique de Grenoble, 204. – 184 p.

7. Bouarroudj, L. Contribution à l'étude de l'alternateur à griffes. Application au domaine automobile: monograph / L. Bouarroudj. – Grenoble: Université de Grenoble, 2005. – 146 p.

8. Hagstedt Dan. Comparison of different electrical machines for Belt Driven Alternator Starters / D. Hagstedt // Department of Measurement Technology and Industrial Electrical Engineering, 2013. – 171 p.

9. Lutun, J. Modélisation thermique des alternateurs automobiles: monograph / J. Lutun. – Grenoble: Université de Grenoble, 2012. – 168 p.

10. Tang, S. Thermal Modeling of Lundell Alternators / S. Tang, A. Thomas, J. David, C. Perreault // IEEE Transactions on energy conversion. – 2005. – T. 20. vol. 1. – PP. 25-36.

11. Unutulmaz Mustafa Gökyay. Modeling of charging system and control of an alternator of a vehicle / M. G. Unutulmaz // Department of Mechatronics Engineering, 2013. – 89 p.

ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ КОРОДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И БУРОГО УГЛЯ

К.И. Пономаренко, Е.Б. Жуков, Д.Р. Таймасов, К.В. Меняев

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. В статье представлена технология совместного сжигания кородревесных отходов и бурого угля с целью повышения технико-экономических и экологических показателей котла. В технологии учтены современные направления развития энергетики, а именно сжигание возобновляемых источников энергии. Приведены результаты практического применения на котле БКЗ-75-39-440.

Ключевые слова: реконструкция котла, биотопливо, вихревое сжигание.

TECHNOLOGY FOR CO-COMBUSTION OF COAL AND BIOMASS

K.I. Ponomarenko, E.B. Jukov, D.R. Taimasov, K.V. Menyayev

Polzunov Altai state technical university

Abstract. The article considers the possibility of using wood and agricultural waste as fuel in large and small energy. There is technology co-combustion of low-grade fuels (lignite and moisture wood waste) that have a number of disadvantages not to fully utilize their energy. The paper presents results of reconstruction of the steam boiler BKZ-75-39-440 for co-combustion of bark and wood waste with brown coal.

Keywords: reconstruction of the steam boiler, biomass fuels, vortex combustion.

Тенденции развития энергетики требуют повышения экологических и экономических показателей котельных установок. Расходы на топливо при эксплуатации котельных агрегатов являются основным критерием оценки экономичности работы котла. Поэтому одним из основных способов повышения экономических показателей котельных установок является

вовлечение в топливный баланс низкосортных углей или совместное сжигание низкосортных углей и твёрдых видов топлива из растительной биомассы. [1]

Под растительной биомассой, традиционно используемой в малой и средней энергетике, понимаются отходы сельскохозяйственной деятельности, такие как лузга подсолнечника, овса, гречихи. Другим видом растительной биомассы, наиболее распространённым в энергетике нашей страны и стран ближнего зарубежья, являются отходы деревообрабатывающей промышленности. Сжигание в котлах большой и средней мощностей измельчённых древесных и растительных отходов представляет существенную проблему как из-за трудности удержания лёгких парусных частиц в процессе их сжигания, так и из-за возможности образования отложений золы на внутренних поверхностях котлов. При выносе частиц из топки возрастают потери тепла от механического недожога, возникает опасность периодических пожаров в дымоходах и золоуловителях котельной установки по мере накопления в них недогоревшего топлива. Также коксовые частицы загрязняют окружающую среду. Существующие технологии совместного сжигания низкосортных топлив, таких как бурый уголь, высокозольный каменный уголь или высоковлажные кородревесные отходы (КДО), имеют целый ряд недостатков, не позволяющих полностью использовать заложенную в топливе энергию.

Применение в энергетике альтернативных видов топлив осложняется недостаточной изученностью свойств этих топлив и процессов при их сжигании в топочных устройствах.

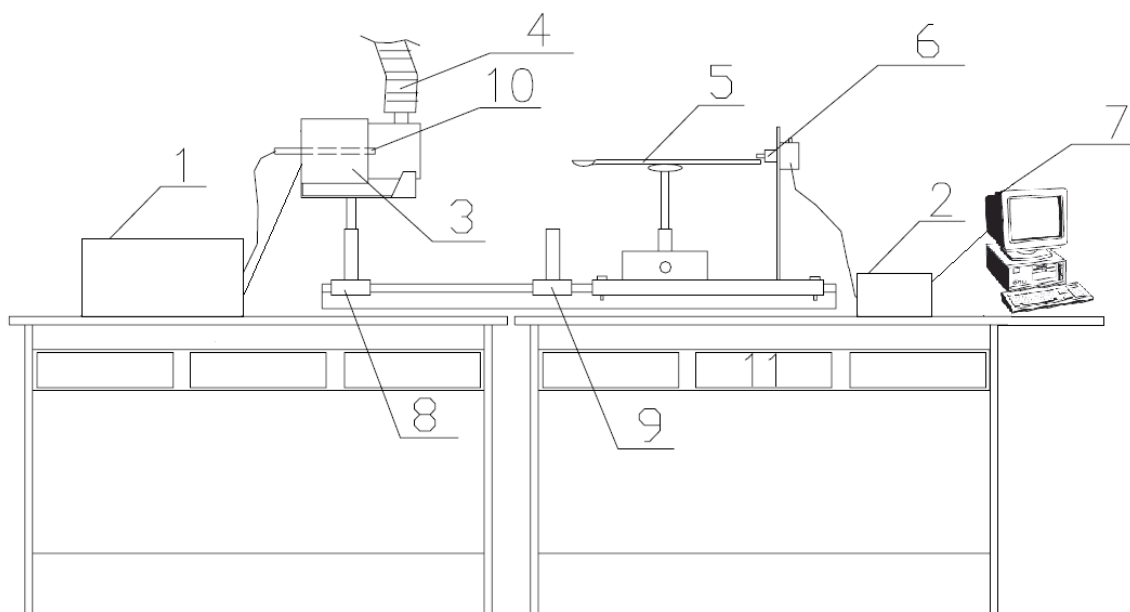
Древесная растительность всегда имела высокую значимость на Земле, как аккумулятор солнечной энергии, поглотитель углекислого газа из атмосферы и генератор кислорода. До середины XIX века дерево было основным видом топлива, и только бурное развитие промышленности привело к широкому использованию других ископаемых топлив. Однако потребление древесины продолжало увеличиваться за счет её использования в качестве «деловой». Масштабы потребления деловой древесины достигли таких размеров, что отходы при её производстве создали проблему их утилизации. При росте цен на ископаемые топлива древесные отходы становятся альтернативным топливом, снижающим расходы на производство тепловой энергии. К тому же это возобновляемый источник энергии с минимальным воздействием на атмосферу.

Низкое содержание серы и азота в кородревесных отходах (КДО) снижает вредные выбросы при их сжигании и, следовательно, повышает экологические показатели котельных установок, использующих КДО как топливо. [2]

Сжигание КДО в топочных камерах котлов на сегодняшний день является инновационной задачей. В мировой практике отсутствуют наработки по сжиганию кородревесных отходов на таком составе оборудования, однако решение данной задачи позволяет так же решить ряд экономических вопросов, таких, как сокращение залежей кородревесных отходов на территории лесозаготовительных предприятий, что также повлечёт увеличение надёжности работы оборудования ввиду минимизации топливных издержек.

1 Исследование свойств альтернативных видов топлив.

В лаборатории кафедры «Котло и реакторостроение» АлтГТУ проводились эксперименты в которых определялось динамика термического разложение топлива. Одиночные частицы топлива сжигались в специальной установке «Механотрон» (рис. 1). Данная установка позволяла фиксировать массу частицы, температуру внутри частицы и на её поверхности, динамику сушки, выхода летучих, выгорания древесных отходов. Исследования проводились при температурах до 600°C с различными частицами массой $0,2...1,5$ г. [1]



1-ТРМ; 2-Осциллограф; 3- Муфельная печь; 4-Вентиляционный рукав; 5-Коромысло; 6-Механотрон; 7-ЭВМ; 8-Передвижная платформа; 9-Стопорная платформа; 10-Термопара; 11-Лабораторный стол.

Рис.1 – Установка Механотрон

В ходе экспериментов на данной установке были проведены исследования процессов на образцах древесины и получены графические зависимости изменения массы частицы от времени пребывания её в высокотемпературной зоне (рис.2).

Из рисунка 2 следует, что для сушки частицы древесины массой $0,2$ гр. при температуре 550°C необходимо порядка 18 секунд, а полное выгорание происходит через 26 секунд. Из этого следует, что для данных частиц топлива необходимо подобрать оптимальное время пребывания частиц в топочной камере, на которое влияет способ сушки и характер движения частиц в топке.

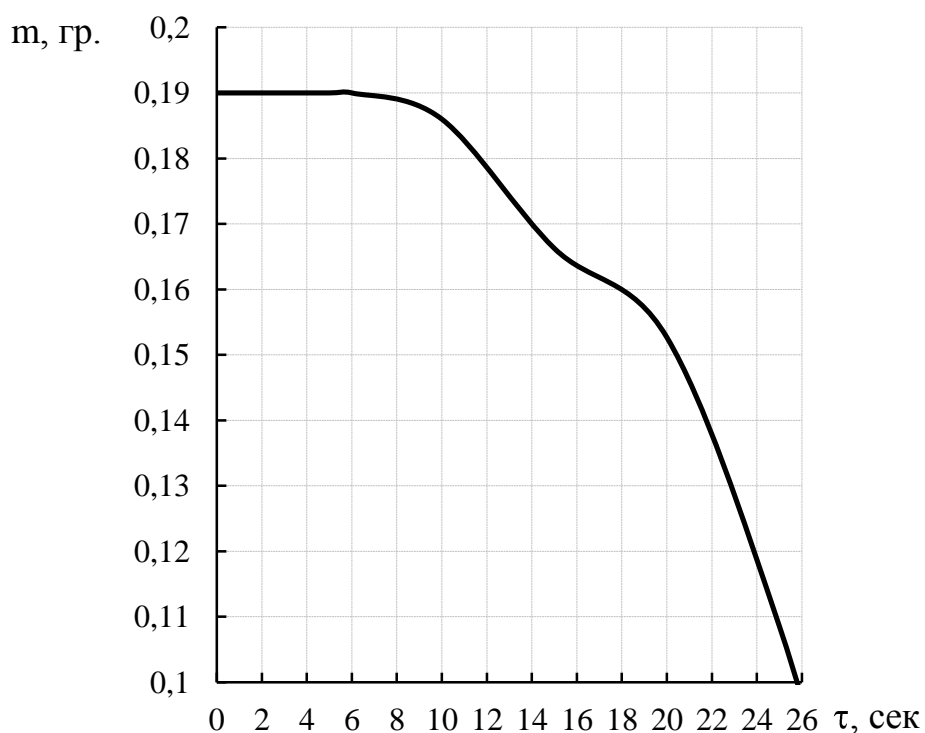


Рис. 2 – Динамика сушки частицы березы при температуре 550°C

2 Практическое применение

С учетом полученных данных по свойствам кородревесных отходов в работе представлена схема работы котлов средней и высокой мощности на совместное сжигание кородревесных отходов и бурого угля.

Организация вихревой аэродинамики осуществляется путем установки воздухопроводов для нижнего заднего дутья в холодную воронку и подачи топливовоздушной смеси через горелки со скоростями необходимыми для формирования вихря. Нижнее дутье через холодную воронку способствует более стабильному горению и повышает степень выгорания частиц топлива (рис.3).

Крупные фракции топлива сжигаются в слое на механизированной колосниковой решетке, а мелкие, уносимые частицы аэродинамически удерживаются в топке и заполняют вихрь излучающим потоком горящих частиц. Вихрь, вращаясь, поддерживает и активизирует горение слоя, очищается за счет центробежных сил от уносимых частиц, причем преимущественное вторичное дутье вниз отбрасывает эти частицы на слой, обеспечивает искровое зажигание топлива в слое.

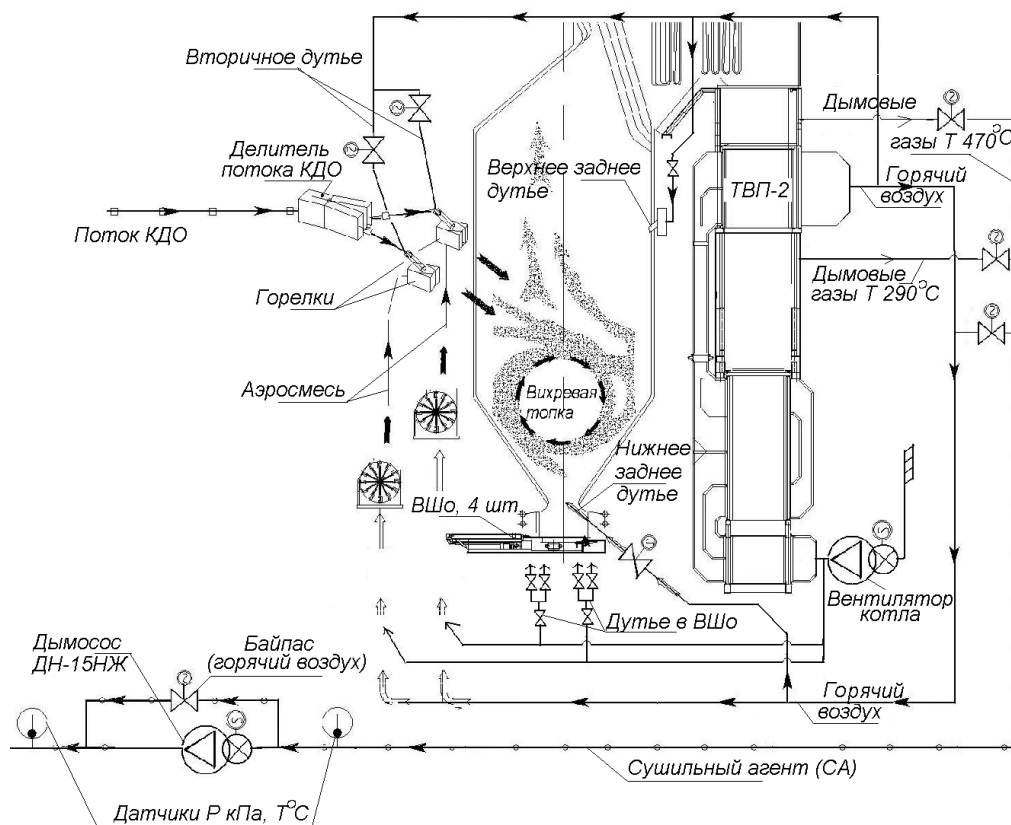


Рис.3 – Элементы реконструкции котла средней(высокой) мощности

Таким образом, крупные, не выносимые частицы сжигаются в слое в потоке первичного дутья, причем с использованием оптимального слоевого топочного устройства для каждого рассматриваемого вида топлива, и поддерживают горение в вихре выносимыми частицами и летучими, а вихрь горит, выжигая горючие из летучих и частиц уноса.

Для подачи топлива (КДО) установлены три системы пневматической загрузки. В эти системы входят пылевые вентиляторы, трубопроводы и вспомогательное оборудование пневмосистемы. Прохождение топлива по трубопроводам и через пылевые вентиляторы позволяет измельчить частицы топлива, а транспортирующий агент обеспечивает сушку топлива.

Свойства кородревесных отходов как топлива в большой степени зависят от влажности, следовательно, применена система сушки КДО с возможностью регулировки температуры сушильного агента. В качестве источника тепла для сушки КДО используется смесь, состоящая из горячего воздуха, из воздухоподогревателя и дымовых газов. Максимальная температура сушильного агента 330°C , она регулируется в зависимости от влажности КДО добавкой внешнего воздуха. Дымовые газы, частично охлажденные в котле, отбираются в количестве 10-20% из газохода котла. Из-за малого содержания кислорода, дымовые газы являются наиболее безопасным сушильным агентом. Подача дымовых газов осуществляется при помощи дымососа, их отбор выполняется с температурой 470°C до второй ступени воздухоподогревателя и с

температурой 320°C после второй ступени воздухоподогревателя. Смесь дымовых газов с температурой 400°C является предельно допустимой по условиям работы дымососа.

Данная технология была применена при реконструировании котла БКЗ-75-39 (ст.№9) установленного на Братской ТЭЦ-6. При проведении пусконаладочных работ применялось несколько вариантов подачи топлива (сушка и пневмотранспорт, согласно схеме (рис.4) для подачи КДО) [3] [4].

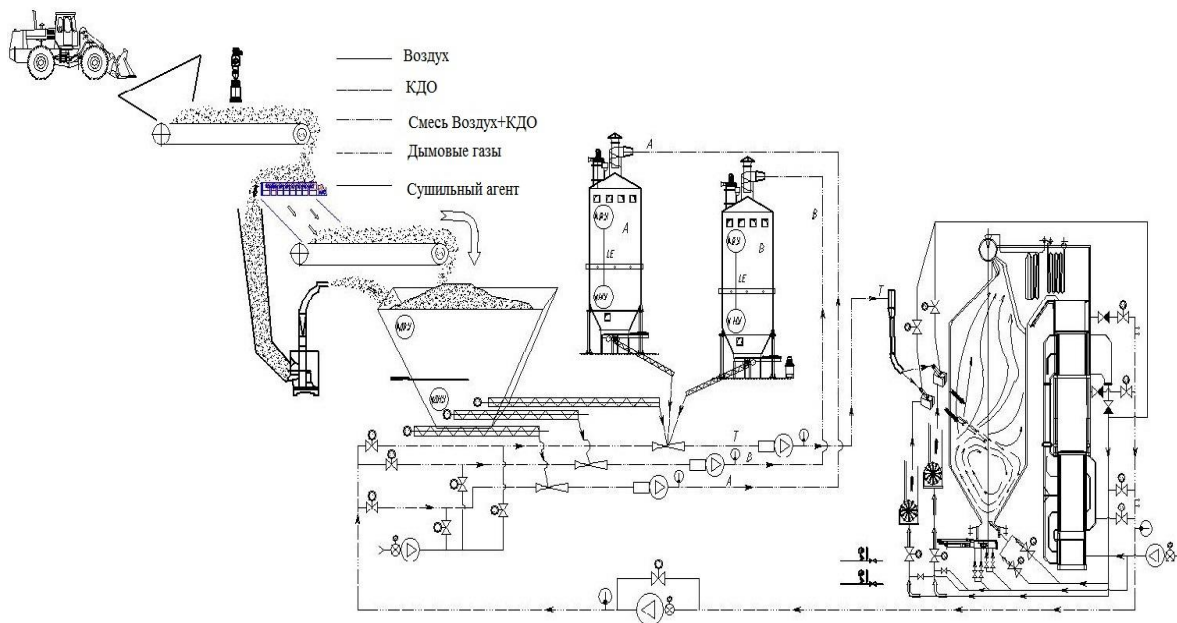


Рис.4 – Система топливоподачи КДО

Во всех режимах работы котла наблюдалось: повышение КПД, устойчивое и стабильное горение и устойчивая вихревая аэродинамика, обрывов факела и крупномасштабных пульсаций не зарегистрировано (таблица 1).

Таблица 1

Параметры котла БКЗ-75-39 до и после реконструкции

Наименование параметра	Обозначение	Ед. измерения	Значение до реконструкции	Значение после реконструкции
Паропроизводительность	$D_{пе}$	т/ч	75	75
Давление перегретого пара	$P_{пе}$	МПа	4	4
Температура перегретого пара	$t_{пе}$	°С	440	440
Температура питательной воды	$t_{п.в.}$	°С	104	104
Доля угля в смеси	$g_{угля}$	-	1	0,65

Доля КДО в смеси	$g_{\text{кдо}}$	-	-	0,35
Теплота сгорания смеси	Q_i^f	кДж/кг	15290,9	12681,8
Температура горячего воздуха	$t_{\text{г.в.}}$	°С	334	334
Температура уходящих газов	$t_{\text{ух}}$	°С	120	120
КПД котла	η	%		91,06
Расход топлива, подаваемого в топку	B	т/ч	16	18,85
Расчетный расход топлива	B_p	т/ч		18,48

Заключение

В результате данной работы были более подробно изучены свойства альтернативных видов топлив и с учетом изложенных данных предложена схема реконструкции котлов средней и большой мощностей на совместное сжигание кородревесных отходов и бурого угля. С помощью экспериментальных опытов получены расчетные данные, на основе которых видно, что совместное сжигание кородревесных отходов и бурого угля в топке с вихревой аэродинамикой обеспечит высокую степень выгорания топлива в топочной камере, что поспособствует повышению экономических и экологических показателей котла.

Список литературы

1. Жуков Е.Б. Технология сжигания древесных отходов с применением многократной циркуляции топлива канд. тех. наук. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, 2005.
2. Жуков Е.Б., Меняев К.В., Красуцкий Е.В., Маришин Н.С. Экологические аспекты сжигания сельскохозяйственных отходов в котлах малой и средней мощности/Проблемы техносферной безопасности 2015 I международная заочная научно-практическая конференция 2015.
3. И.В. Володеев. Модернизация системы воздухообеспечения на ТЭЦ-6 города Братска / Конференция энергоресурсосбережение на промышленных и коммунальных объектах 2013. с.103.
4. Пузырев Е.М., Жуков Е.Б., Паутова Е.Е., Меняев К.В., Технология совместного сжигания бурого угля и кородревесных отходов в энергетических котлах/ ОАО «ВТИ», Москва, 28-29 июня 2016 г. Сборник докладов III международной научно-практической конференции «Использование твердых топлив для эффективного и экологически чистого производства электроэнергии и тепла», стр. 114-121.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕКЦИОНИРУЮЩЕГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Д.И. Прийма, А.Н. Попов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. С целью повышения надежности электроснабжения используются автоматические выключатели, которые разрывают цепь при возникновении короткого замыкания. Наиболее частые короткие замыкания происходят в сетях до 1000 В, которые приводят к снижению надежности в электрических сетях. Особенно протяженные линии, которые имеют ответвления, делят на части (секционируют), где и ставится секционирующий выключатель.

Ключевые слова: выключатель, секционирование, надежность, замыкание.

THE RECLOSER APPLICATION FOR ELECTRIC NETWORKS WITH VOLTAGE UP TO 1000 V

D.I. Priyma, A.N. Popov

Polzunov Altai State Technical University

Annotation. In order to improve the reliability of power supply circuit breakers are used that break the circuit when a short circuit occurs. The most frequent short circuits take place in networks up to 1000 V voltage, which result in decrease of reliability in power networks. Especially long lines that have branches, where the section switch is placed.

Keywords: electric switch, sectionalization, reliability, short circuit.

Для анализа проблемной ситуации в области обеспечения надежности электроснабжения приведена диаграмма на рисунке 1, которая показывает количество отключений за 2017 и 2018 года на примере Бийского РЭС.

Для повышения надежности электроснабжения по одиночным линиям широко применяется автоматическое секционирование, т. е. разделение линии на два или несколько участков с помощью коммутационных аппаратов, работающих автоматически. Пункты автоматического секционирования могут устанавливаться как в магистральной линии (последовательное секционирование), так и в начале наиболее протяженных ответвлений (параллельное секционирование). Эффект от автоматического секционирования получается за счет того, что при коротком замыкании за пунктом секционирования отключается секционирующий выключатель, а питание остальных потребителей сохраняется.

Аппаратами автоматического секционирования могут служить: плавкие предохранители; выключатели масляные или вакуумные, оборудованные релейной защитой и устройством АПВ и способные отключать токи короткого замыкания; выключатели нагрузки и автоматические отделители, которые отключаются только в бестоковую паузу, наступающую после отключения поврежденной линии головным выключателем.

Аппаратом, отвечающим всем требованиям автоматического подхода в сетях напряжением до 1000 В, является автоматический выключатель с возможностью АПВ.

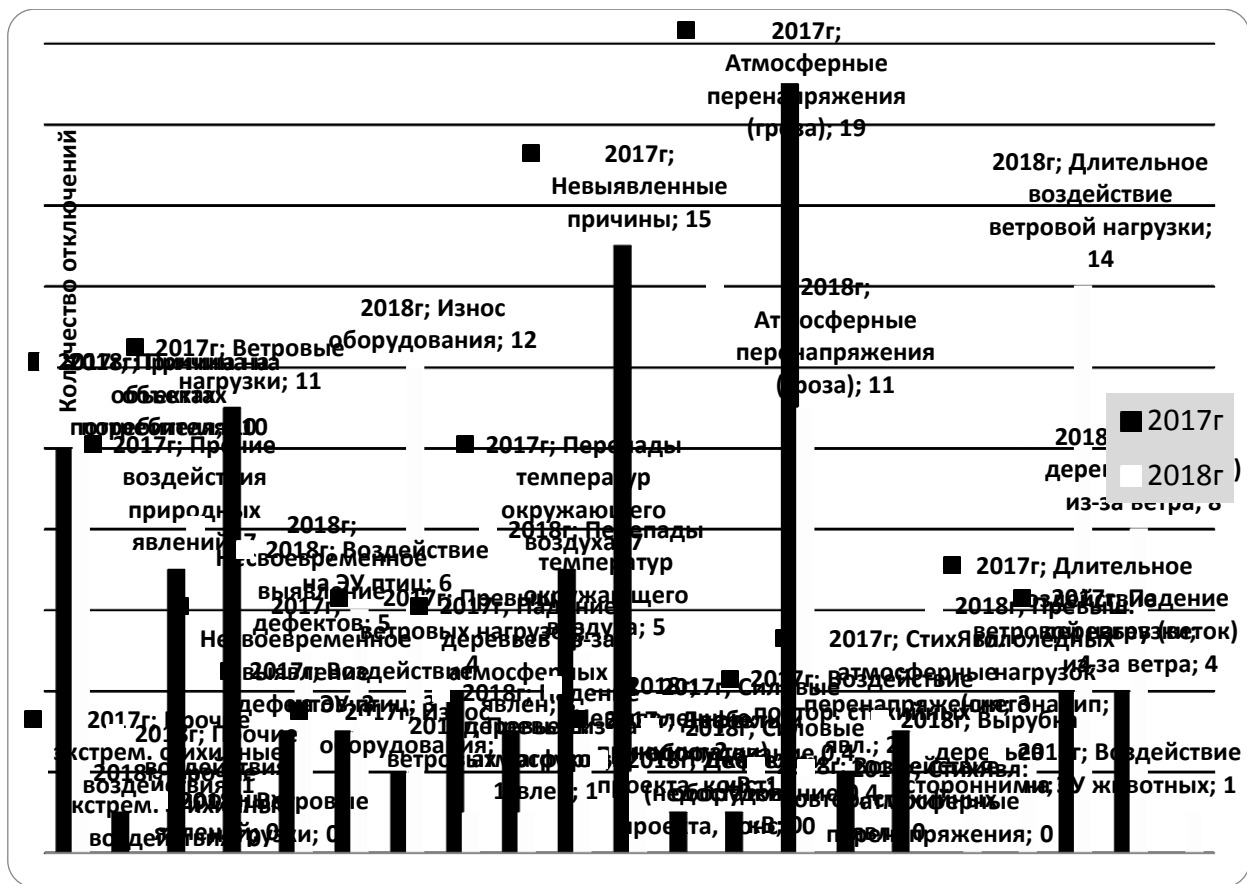


Рис. 1. Статистика отключений за 2017 и 2018 годы

Основные функции выключателя:

- производит коммутацию цепи (включает и выключает поврежденный участок электрической цепи);
- предотвращает негативные последствия при длительном протекании токов перегрузки;
- предотвращает развитие аварий при возникновении в линии токов короткого замыкания;
- исключает ложные срабатывания, с помощью устройства АПВ;
- уведомляет диспетчера о наличии отключенного поврежденного участка.

Первым этапом практической реализации устройства стала разработка его структурной схемы, которая изображена на рисунке 2.

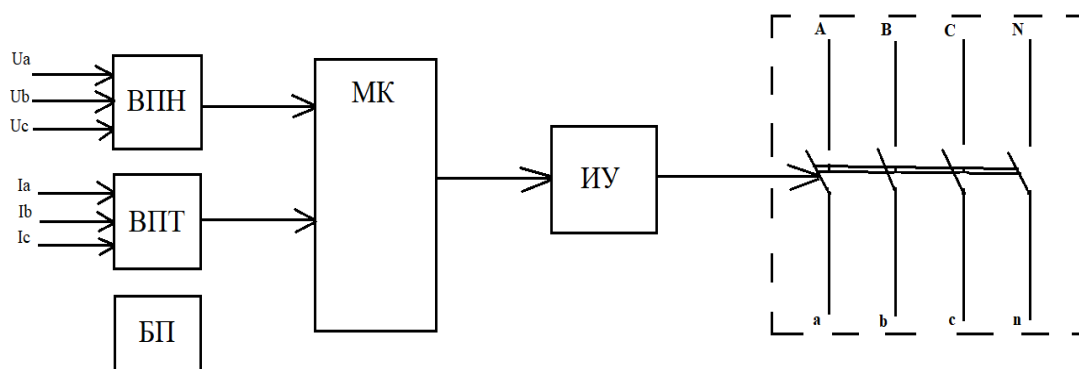


Рис. 2. Структурная схема устройства

Основными составляющими устройства предполагаются: ВПТ – входной преобразователь тока; ВПН – входной преобразователь напряжения; МК – микроконтроллер; ИУ – источник управления; БП – блок питания.

Автоматический выключатель будет состоять из следующих элементов: корпус, механизм управления, дугогасительная камера, коммутирующее устройство, расцепитель, устройство АПВ, модуль передачи данных отключения [1].

Коммутирующее устройство представляет собой неподвижные контакты, закрепленные в корпусе, и подвижные контакты, шарнирно посаженные на ползу оси рычага механизма управления, которое обеспечит одинарный разрыв цепи [2].

Дугогасительная камера устанавливается в каждом полюсе выключателя и предназначена для локализации электрической дуги в определенном объеме. Механизм свободного расцепления представляет собой шарнирный механизм, который обеспечивает разъединение и отключение контактной системы как при автоматическом, так и при ручном управлении.

Электромагнитный расцепитель тока, который состоит из электромагнита с якорем, обеспечивающий автоматическое отключение выключателя при токах короткого замыкания, превышающих уставку по току.

Устройство АПВ позволяет повторно включать отключенный выключатель без помощи оперативного персонала через определенное время однократного, двукратного или трехкратного действия. Это необходимо для исключения ложных срабатываний выключателя, а это около 80 процентов срабатываний выключателя.

Модуль передачи данных предназначен для удаленного и своевременного оповещения оперативного персонала о наличии аварии на линии.

Таким образом, автоматический выключатель, принцип работы которого достаточно прост, тем не менее является эффективным средством повышения надежности электроснабжения потребителей, позволит значительно снизить затраты на обслуживание электрических сетей.

Список литературы

1. Устройство автоматического выключателя [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/apparaty/770-ustrojstvo-avtomaticheskogo.html>

2. Автоматические выключатели – конструкция и принцип работы [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://elektrik-sam.info/avtomaticheskie-vyklyuchateli-konstrukciya-i-princip-raboty>

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНДУКТИВНОСТИ СЕТЕВОГО ДРОССЕЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ, НАГРУЖЕННОГО НА ТРЕХФАЗНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ МОЩНОСТЬЮ 110 кВт

М.Ю. Пустоветов, В.В. Остроухов

Донской государственный технический университет

Аннотация. Рассматривается влияние сетевых дросселей различной индуктивности на характеристики трехфазного преобразователя частоты, содержащего диодный выпрямитель, звено постоянного напряжения и двухуровневый автономный инвертор напряжения. От преобразователя питается трехфазный асинхронный двигатель номинальной мощностью 110 кВт. На основании имитационного моделирования на ЭВМ определяется предел уменьшения индуктивности, ниже которого использование сетевого дросселя неэффективно. Сравниваются варианты при наличии и отсутствии индуктивности в звене постоянного напряжения преобразователя при пяти различных значениях индуктивности сетевого дросселя. Влияние наличия сетевого дросселя следует признать положительным: улучшается гармонический состав потребляемого из сети тока, снижаются его пиковые и амплитудные значения.

Ключевые слова: *сетевой дроссель, преобразователь частоты, асинхронный двигатель, потребляемый из сети ток, гармонический состав.*

THE ANALYSIS OF THE LINE REACTOR INFLUENCE ON THE CHARACTERISTICS OF FREQUENCY CONVERTER WHICH LOADED BY 3-PHASE INDUCTION MOTOR OF 110 kW RATED POWER

M.Yu. Pustovetov, V.V. Ostroukhov

Don State Technical University

Abstract. The paper deals with the examination of the line reactor with different values of inductance influence to frequency converter characteristics. Frequency converter consist of diode rectifier, DC-link and transistor two-level autonomous voltage inverter. Three phase induction motor with rated power of 110 kW is powered by frequency converter. On the basis of computer simulation provides determination of the limit reduction of inductance, below which the use of line reactor is ineffective. Author consider the variants at the presence and absence of inductors in the DC link of converter at five different values of line reactor inductance. The presence of the line reactors improves the harmonic composition of the consumed current, its peak and amplitude values are reduced.

Keywords: *line reactor, frequency converter, induction motor, consumed from the network current, harmonics*

Преобразователь частоты (ПЧ) для питания трехфазных асинхронных электродвигателей (АД) в настоящее время является массово используемым

устройством в системах автоматизации разнообразных технологических процессов. Наиболее часто встречаются ПЧ с явно выраженным звеном постоянного напряжения, имеющие в своем составе диодный выпрямитель, выполненный по 6-пульсной мостовой схеме; Г-образный фильтр нижних частот, имеющий в продольной ветви индуктивность L_d , а в поперечной – емкость C_d ; транзисторный автономный инвертор напряжения (АИН), выполненный по мостовой схеме (рис. 1). При включении ПЧ под напряжение первоначальный заряд емкости C_d начинается через зарядное сопротивление R , шунтируемое спустя некоторое время, достаточное для достижения напряжением на конденсаторе значения, близкого к номинальному, контактом K , через который происходит дозаряд C_d , по окончании которого можно начинать подачу напряжения питания с АИН на нагрузку. ПЧ питается от симметричного трехфазного источника напряжения с частотой 50 Гц и действующим значением линейного напряжения 380 В. В каждую фазу на входе выпрямителя включен сетевой дроссель L . Изучается влияние сетевого дросселя на потребляемый из сети ток.

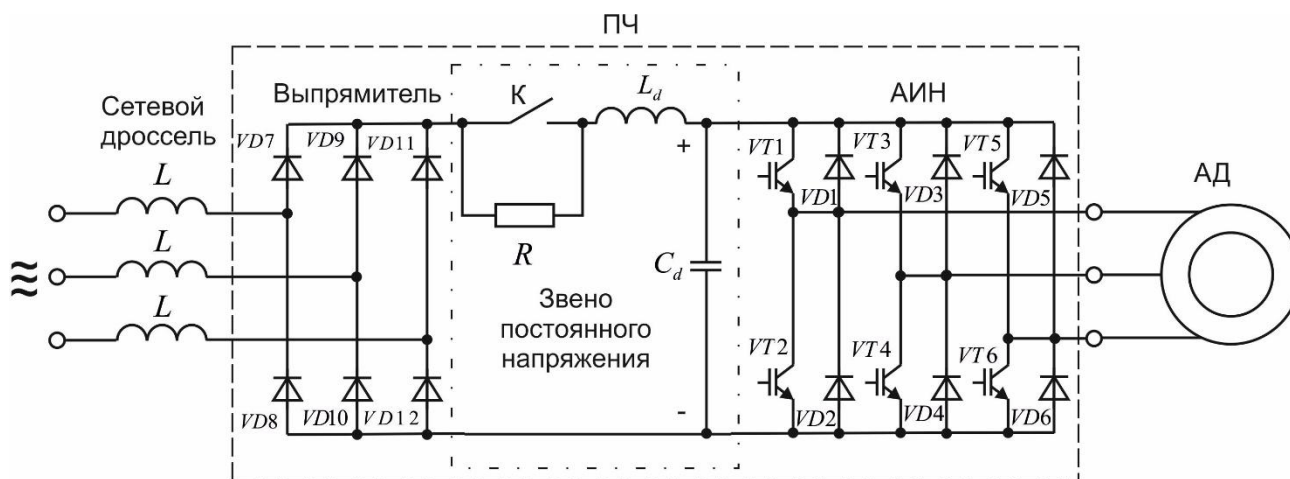


Рис. 1. Схема силовой части частотно-регулируемого электропривода

Рекомендованные значения падения напряжения на сетевом дросселе (напряжение короткого замыкания u_k) лежат в диапазоне 2...5 % от номинального напряжения фазы. Выпускаемые промышленностью сетевые дроссели соответствуют этим требованиям [1 - 3]. Изготовители рекомендуют при питании группы ПЧ от одного источника питания каждый ПЧ оснащать отдельным, подобранным по длительному току сетевым дросселем, а не использовать единственный сетевой дроссель на всю группу ПЧ [3]. Мотивация этому такова, что при частичной нагрузке (если включаются не все ПЧ группы), общий на группу сетевой дроссель не сможет удовлетворительно исполнять свои функции. С другой стороны, установка индивидуальных сетевых дросселей на каждый ПЧ обходится во всяком случае дороже, чем единственного дросселя на группу ПЧ. Из анализа данных, публикуемых российскими продавцами сетевых дросселей на токи 2 ... 250 А и трехфазное напряжение 400 В, зависимость цены Ц, руб.,

сетевого дросселя от номинального тока I , А (тока, потребляемого фазой ПЧ) может быть описана выражением $\Psi = 237,58 \cdot I + 1301,9$, она представляет собой прямую линию. Сопоставление номинальной мощности питаемого АД и потребляемых тока и мощности ПЧ можно произвести, например, используя данные [4].

Некоторые результаты по применимости сетевых дросселей с заниженным значением u_k опубликованы в [5] для случая питания от ПЧ трехфазного АД номинальной мощностью 1,5 кВт.

Проанализируем изменение влияния сетевого дросселя на характеристики ПЧ при уменьшении его индуктивности ниже рекомендованных значений для АД, который существенно отличается по мощности от рассмотренного в [5]. Сравнивается влияние сетевых дросселей номиналами $L = 0,12$ мГн ($u_k = 4,1$ %), $0,03$ мГн ($u_k = 1$ %), $0,015$ мГн ($u_k = 0,5$ %) и $0,006$ мГн ($u_k = 0,2$ %) на потребляемый из сети ток. Также рассматривается случай отсутствия сетевого дросселя. Результаты, публикуемые в этой статье, получены для случая моделирования включения ПЧ при отсутствии начального заряда на C_d и частотного пуска двухполюсного АД номинальной мощностью 110 кВт с нагрузкой на валу типа вентилятора или насоса. Характеристики и параметры АД типа АЖВ250М23УХЛ2 даны в [6]. Для настоящего исследования значение момента инерции, приведенное к валу АД с учетом приводимого механизма, принято равным $2,43$ кг·м². В таблице 1 даны характеристики и параметры Г-образного фильтра звена постоянного напряжения ПЧ и узла заряда конденсатора, принятые при моделировании [7].

Таблица 1

Характеристики и параметры ПЧ, принятые при моделировании

Наименование характеристики или параметра	Размерность	Значение
Емкость Г-образного фильтра	мкФ	32000
Индуктивность Г-образного фильтра (при наличии)	мГн	0,1
Зарядное сопротивление	Ом	1
Задержка начала замыкания контакта, шунтирующего зарядное сопротивление, от момента времени подачи напряжения на ПЧ	с	0,1
Длительность замыкания контакта, шунтирующего зарядное сопротивление	мкс	1
Сопротивление шунтирующего контакта в разомкнутом состоянии	МОм	1
Сопротивление шунтирующего контакта в замкнутом состоянии	Ом	0,001
Длительность частотного разгона АД	с	15

Результаты моделирования тока, потребляемого фазой ПЧ из сети, сведены в таблицу 2. Используются компьютерные модели АД и ПЧ, описанные соответственно в [8, 9]. На рис. 2. Показаны графики расчетного THD тока, потреб-

ляемого фазой ПЧ из сети в случае присутствия и отсутствия L_d в схеме для АД мощностью 110 кВт и 1,5 кВт (для последнего результаты исправлены по сравнению с приведенными в [5, 7]) в установившемся режиме по окончании разгона АД. На рис. 3 и рис. 4 представлены графики (их нумерация дана в колонке 1 таблицы 2) расчетных значений токов при наличии и отсутствии L_d в схеме на рис. 1.

Таблица 2

Результаты моделирования тока, потребляемого фазой ПЧ

Наименование характеристики	Размерность	Значение			
		с L_d		без L_d	
		с L , мГн	без L	с L , мГн	без L
		0,12		0,12	
0,03	0,03				
0,015	0,015				
		0,006		0,006	
1	2	3	4	5	6
Мгновенное максимальное напряжение на C_d в процессе заряда	В	532,309	535,242	533,397	544,567
		534,353		537,613	
		534,908		549,936	
		535,313		555,905	
		наличие L влияет незначительно			
		0,12		0,12	
		0,03		0,03	
		0,015		0,015	
		0,006		0,006	
Мгновенный максимальный ток при заряде C_d через зарядное сопротивление (график 1)	А	509,481	512,066	511,399	510,821
		512,515		511,618	
		512,311		511,235	
		512,166		510,972	
		наличие L влияет незначительно			
Мгновенный максимальный ток при дозаряде C_d через контакт, шунтирующий зарядное сопротивление (график 4)	А	235,141	594,783	315,906	1913,600
		427,221		842,990	
		499,490		1198,900	
		556,744		1617,900	
		наличие L влияет значительно положительно			

1	2	3	4	5	6
Мгновенный максимальный ток в процессе частотного разгона АД (график 2)	А	369,362	523,557	394,087	1285,500
		437,487		615,061	
		462,145		753,082	
		508,920		907,209	
		наличие L влияет значительно положительно			
Амплитуда тока в установившемся режиме по окончании разгона АД (график 3)	А	365,585	487,421	384,497	1263,400
		414,467		599,714	
		504,403		731,862	
		490,195		916,283	
		наличие L влияет незначительно		наличие L влияет значительно положительно	
Амплитуда 1-й гармоники тока в установившемся режиме по окончании разгона АД (базисные значения для токов на рис. 3 и рис. 4)	А	267,946	265,932	270,500	270,503
		266,242		283,233	
		265,067		264,563	
		275,717		278,836	
		наличие L влияет незначительно			
THD тока в установившемся режиме по окончании разгона АД (учтены гармоники с частотами до 2000 Гц)	%	32,479	57,577	39,292	145,367
		43,930		80,803	
		48,152		99,187	
		51,387		117,525	
		наличие L влияет значительно положительно			

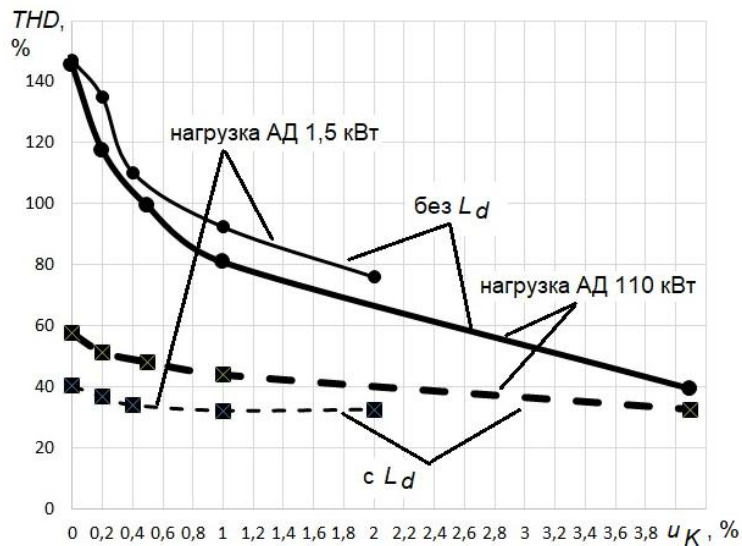


Рис. 2. Расчетный THD тока, потребляемого фазой ПЧ из сети в установившемся режиме по окончании разгона АД

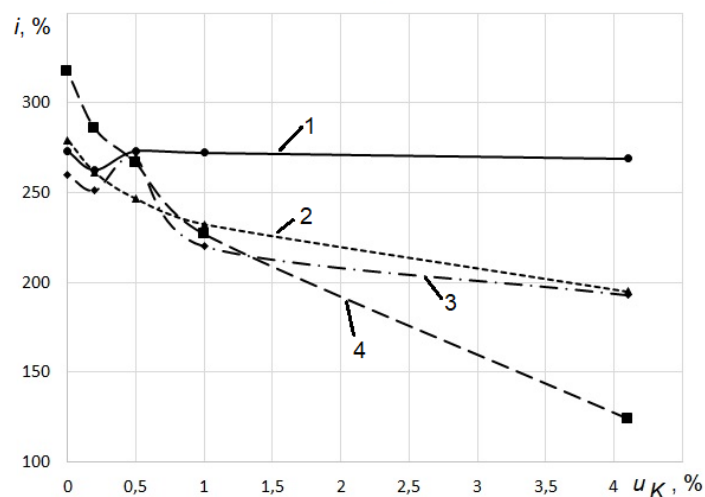


Рис. 3. Расчетные значения токов при наличии L_d

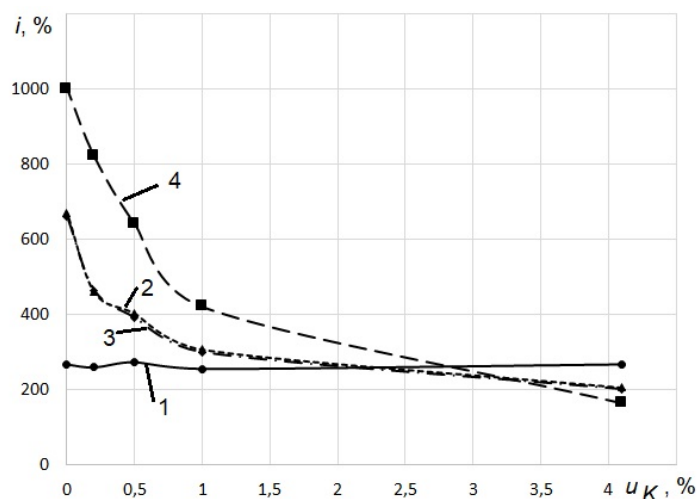


Рис. 4. Расчетные значения токов при отсутствии L_d

По большинству характеристик, исследованных в таблице 2, влияние наличия сетевого дросселя следует признать положительным: улучшается гармонический состав потребляемого из сети тока, снижаются его пиковые и амплитудные значения. Наилучший результат ожидаемо достигается при использовании сетевого дросселя $u_k = 4,1 \%$ (т.е. рассчитанного для индивидуального использования с ПЧ соответствующей мощности) особенно при наличии L_d в составе ПЧ.

Наиболее стабильной характеристикой тока, потребляемого ПЧ из сети (практически не зависит от наличия и номинала сетевого дросселя), является мгновенный максимальный ток при заряде C_d через зарядное сопротивление. Если предъявить требование, чтобы остальные рассмотренные максимальные токи не превосходили вышеупомянутый, то следует признать нецелесообраз-

ность использования сетевых дросселей с $u_k < 0,5\%$ при наличии L_d и с $u_k < 3\%$ при отсутствии L_d .

Для возможности обобщения выводов данной работы и [5] целесообразно провести аналогичные исследования для АД других мощностей.

Список литературы

1. Сетевые и моторные дроссели ДРТ и ДРТМ: применение – URL: hmatic.ru/files/setevye_i_motornye_drosseli_drt_i_drtm.pdf (дата обращения 01.03.2018)

2. Productinformation LR3/ALR3 - BLOCK Transformatoren-Elektronik – URL : www.block.eu/assets/data/409/.../lr3_reactor__0_9_mb_.pdf (дата обращения 01.03.2018)

3. Lenze AC Tech. Application note. When to use a line or load reactor protecting the drive or the motor – URL: <http://www.rae.ca/wp-content/uploads/Line%20Reactor%20White%20Paper%20AN0032.pdf> (дата обращения 01.03.2018)

4. Преобразователи частоты Altivar 61 для трехфазных асинхронных двигателей мощностью от 0,75 до 630 кВт. – Режим доступа: <https://www.icsgroup.ru/upload/iblock/085/atv61catru.pdf> (дата обращения 01.03.2018)

5. Пустоветов, М.Ю. Моделирование на ЭВМ влияния сетевого дросселя на характеристики преобразователя частоты /М.Ю. Пустоветов// Математическое и экспериментальное моделирование физических процессов : сборник материалов IV Международной заочной научно-практической конференции, Биробиджан, 20 декабря 2017 г. / под науч. ред. В. М. Козина ; Приамур. гос. ун-т им. Шолом-Алейхема. Биробиджан : ИЦ ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2018. С. 69 – 73.

6. Пустоветов, М.Ю., Компьютерное моделирование асинхронных двигателей и трансформаторов. Примеры взаимодействия с силовыми электронными преобразователями: монография / М.Ю. Пустоветов, К.П. Солтус, И.В. Синявский. Saarbrucken, Германия : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 209 с.

7. Пустоветов, М.Ю. Влияние индуктивности Г-образного фильтра в звене постоянного напряжения преобразователя частоты на потребляемый из сети ток /М.Ю. Пустоветов, А.В. Чубукин// Автоматизированные технологии и производства. 2017. №1 (15). С. 43-49.

8. Пустоветов, М.Ю. Подход к реализации на ЭВМ математической модели трехфазного асинхронного двигателя /М.Ю. Пустоветов// Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 24-25 ноября 2016 г, посвященной 70-летию Рубцовского индустриального института. / Под ред. к.т.н. О.А. Михайленко; к.ф.-м.н., доцента Г.А. Обуховой / Рубцовский индустриальный институт. Рубцовск, 2016. С. 25 – 35.

9. Пустоветов, М.Ю. Моделирование характеристик частотно-регулируемого электропривода с синус-фильтром /М.Ю. Пустоветов// Матема-

тическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2013. №1. С. 18-26.

ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ ПОДШИПНИКОВ АСИНХРОННЫХ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ «ЛАСТОЧКА» И СПОСОБ БОРЬБЫ С НЕЙ

М.Ю. Пустоветов, Н.В. Индылова

Донской государственной технической университет

Аннотация. Существует проблема повреждений подшипников асинхронных тяговых двигателей электропоездов «Ласточка» электрическим током. Основываясь на том, что подшипники имеют керамическое изоляционное покрытие, а случаев его электрического пробоя не зафиксировано, авторами выдвинута версия о том, что через подшипник как через электрическую емкость протекает высокочастотный ток. Анализ показал, что причиной тока может быть радиосвязь стандарта GSM-R. Предложены технические решения по борьбе с повреждениями подшипников: использование валозаземляющих колец и замена подшипников на другие с керамическими телами качения.

Ключевые слова: подшипник, преобразователь частоты, асинхронный тяговый двигатель, электропоезд, высокочастотный ток, валозаземляющее кольцо.

THE POSSIBLE CAUSE OF DAMAGE OF BEARINGS OF TRACTION INDUCTION MOTORS ONBOARD OF ELECTRIC TRAINS "LASTOCHKA" BY ELECTRIC CURRENT AND THE WAYS TO IMPROVE IT

M. Yu. Pustovetov, N. V. Indylova

Don State Technical University

Abstract. There is a problem of damage of bearings of traction induction motors onboard of "Lastochka" electric trains by electric current. Basing on the fact that the bearings have a ceramic insulation coating, and the cases of its electrical breakdown is not fixed, the authors put forward a version that a high-frequency current flows through the bearing as through an electric capacitance. The analysis shows that the cause of the current can be a radio standard GSM-R. Authors propose technical solutions to combat bearing damage: the use of the shaft grounding rings and the replacement of bearings to another type with ceramic rolling elements.

Keywords: bearing, frequency converter, induction traction motor, electric train, high-frequency current, shaft grounding ring.

По информации ОАО «РЖД» имеются многочисленные случаи повреждений электрическим током подшипников качения асинхронных тяговых электродвигателей (АТЭД), питаемых от преобразователей частоты (ПЧ), электропоездов «Ласточка»: типа ЭС2Г, эксплуатируемых на Московском центральном кольце (МЦК), и типа ЭС1 на полигоне Адлер-Туапсе. Последствия повреждений подшипников электрическим током проявляются в виде повышенного шума и вибрации при работе АТЭД. К августу 2017 года подобные неисправности зарегистрированы на 21 поезде ЭС2Г, а также на 6 поездах ЭС1. Характерным является повреждение подшипников с приводной стороны всех четырех АТЭД

на первом головном вагоне №1 (составность электропоезда «Ласточка» - 5 вагонов, головными являются вагоны №1 и №5, они идентичны по конструкции, но подшипники АТЭД на вагоне №5 током не повреждаются). Несмотря на ряд проведенных исследований и принятых мер, повреждения подшипников продолжаются. Они проявляются при пробеге электропоезда в среднем 200000 км. Вид подшипника АТЭД электропоезда «Ласточка» и его повреждений от протекания электрического тока показаны на рис. 1.1 и 1.2 (фото фирмы Siemens).



Рис. 1.1. Вид подшипника АТЭД электропоезда «Ласточка» и его повреждений от протекания электрического тока.
распиленный шариковый подшипник АТЭД



а)



б)

Рис. 1.2. Вид подшипника АТЭД электропоезда «Ласточка» и его повреждений от протекания электрического тока.

а) повреждение от протекания тока в виде кратера на шарике; б) повреждение внутреннего кольца подшипника в виде рифления поверхности

Учитывая специфику работы АТЭД питаемого от ПЧ, оба подшипника имеют керамическую электрическую изоляцию с пробивным напряжением 1000 В постоянного тока, покрывающую наружную поверхность внешнего

кольца. Подобные подшипники описаны в [1, 2], где сказано, что по виду следов протекания тока на подшипниках невозможно определить, постоянный был ток или переменный. Также в [1, 2] сообщается, что повреждения подшипников происходят при плотности тока $J \geq 1$ А/мм².

Первоначально возникла версия, что электрическая изоляция подшипников может пробиваться значительным напряжением вала, возникновение которого характерно для асинхронных электрических машин, обмотка которых питается от ПЧ. Исходя из изложенного в [3], а также учитывая, что напряжение на входе автономного инвертора напряжения тягового привода электропоезда «Ласточка» составляет 3000 В, теоретически можно предположить достижение напряжением вала АТЭД значений, превышающих пробивное напряжение изоляции подшипников. Но такая версия не отвечает на вопрос, почему повреждаются подшипники на вагоне №1, но не повреждаются на вагоне №5, где АТЭД питаются по идентичной схеме.

Существенным дополнительным обстоятельством является то, что случаи электрического пробоя изоляции подшипников не были обнаружены: дефектный подшипник демонтировался, сопротивление изоляции проверялось в сухом и увлажненном состоянии. Известно, что диэлектрические свойства твердых диэлектриков, подвергшихся электрическому пробую, не восстанавливаются.

Защитное заземление поезда соединено только на вагоне № 4 (на этом вагоне оси трех колесных пар оборудованы заземляющими угольными щетками), чтобы избежать протекание тяговых токов через кабели и экранирование переходных соединений вагонов. Отметим также, что сопротивление штатного заземления (кузов электропоезда - рельс) не должно превышать 0,05 Ом. Полагая, что сопротивление штатного заземления прямо пропорционально длине проводников, можно в первом приближении предположить, что 0,05 Ом – это сопротивление наиболее длинного пути заземления (от вагона №1 до вагона №4, т.е. четыре вагона). Длина пути заземления от вагона №5 до вагона №4 (два вагона) в два раза короче, поэтому его сопротивление примем равным 0,025 Ом.

Исходя из того, что следы протекания тока через изолированный подшипник присутствуют, а пробой изоляции отсутствует, существуют условия, при которых протекание тока через изолированный подшипник происходит без пробоя изоляции. В [1, 2] изготовитель изолированных подшипников сообщает о том, что как элемент электрической цепи такой подшипник может быть представлен параллельным соединением активного сопротивления $R > 1$ МОм и емкости $C = 2...20$ нФ в зависимости от размера подшипника. Поскольку внутренний диаметр моторного подшипника тягового двигателя «Ласточки» можно определить по рис. 1 как $d = 95$ мм, то, используя [2], для данного типоразмера подшипников можно оценить $C = 6,7$ нФ.

Используя фото на рис. 1 б) следов протекания тока на шариках подшипников, можно оценить площадь канала протекания тока. Диаметр токовых повреждений 3...4 мм, тогда их площадь $S = 6,75...12,56$ мм². Допустим, что ток одновременно протекает через подшипник лишь в одной точке контакта. Ве-

личину тока, соответствующую пороговой плотности тока $J = 1 \text{ А/мм}^2$, можно определить как $I = S \cdot J = 6,75...12,56 \text{ А}$. Зная величину сопротивления, через которое такой ток протекает, по закону Ома можно определить величину напряжения, вызвавшего его протекание. Поскольку R изолированного подшипника очень велико, будем вычислять величину емкостного реактивного со-

противления, равный $x_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$, где f – частота, Гц, протекающего через подшипник тока. Тогда величина действующего значения напряжения, являющегося причиной протекания тока: $U = I \cdot x_c$. Результаты расчетов для различных частот, появление которых ожидается на электропоезде, сведены в таблицу 1.

Из данных таблицы 1 следует, что через подшипник на рельс через стальные вал АТЭД, муфту, тяговый редуктор, ось колесной пары и колесо, а не через штатное заземление на частоте радиосвязи *GSM-R* ток точно пойдет в вагоне №1, а в вагоне №5 только частично (величина будет недостаточна для обеспечения пороговой плотности тока $J = 1 \text{ А/мм}^2$).

Поездные радиостанции *GSM-R* на электропоезде «Ласточка» расположены в кабинах вагонов №1 и №5. На крышах этих же вагонов расположены антенны *GSM-R* [4] с подводимой мощностью не более 100 Вт. Основание антенны имеет надежный гальванический контакт с кузовом вагона, изготовленным из алюминиевого сплава. В [4] указано, что «электрическая безопасность антенны обеспечивается гальваническим соединением центрального вывода антенного разъема с корпусом транспортного средства посредством прямого контакта центральной жилы питающего кабеля с вибратором и далее через несущую стойку с основанием антенны».

С другой стороны, антенна *GSM-R* может воспринимать электромагнитные помехи, возникающие, например, при скольжении пантографа по проводу контактной сети. Так в [5] приведен пример осциллограммы напряжения высокочастотной помехи, наведенной на антенне *GSM-R*, установленной на крыше вагона на расстоянии примерно 80 м от пантографа локомотива. Амплитуда сигнала составила до 0,8 В.

Нужно отметить, что по доступным данным поездная радиосвязь *GSM-R* в России используется на полигоне Адлер-Туапсе (с 2014 г.), на МЦК (с 2016 г.) и на полигоне Санкт-Петербург – Бусловская (с 2016 г.). На последнем полигоне электропоезда «Ласточка» эксплуатируются на маршруте Санкт-Петербург – Выборг, но на этом направлении токовые повреждения подшипников АТЭД не зафиксированы.

С точки зрения решения проблемы, то есть нахождения относительно дешевого и удобного для практической реализации способа исключения повреждения изолированных подшипников АТЭД электрическим током, можно предложить использование с приводной стороны АТЭД вагона №1 электропоездов валозаземляющих колец (shaft grounding ring) [6 - 8], оснащенных волокнами токопроводящей микрофибры, обеспечивающих контактный и бескон-

тактный токосъем с вращающегося вала. Эти кольца рекомендуются производителями для применения, в том числе, на электродвигателях, питаемых от ПЧ, чтобы обеспечить путь с малым сопротивлением для протекания токов утечки, обусловленных напряжением вала, на землю, минуя подшипники.

Таблица 1

Сводные результаты расчетов для различных частот, появление которых ожидается на электропоезде

Источник сигнала (помехи)	f , МГц	x_c , Ом	U , В, необходимое для обеспечения $J = 1$ А/мм ² через подшипник	Примечание
Переключение высоковольтных <i>IGBT</i> тягового преобразователя	0,001	23766,516	160423,983...298507,441	$x_c \gg 0,05$ Ом
	0,003	7922,173	53774,668...99502,493	
Переключение <i>IGBT</i>	0,01	2376,651	16042,394...29850,737	$x_c \gg 0,05$ Ом
	0,1	237,666	1604,246...2985,085	
Фронты импульсов напряжения при переключениях высоковольтных <i>IGBT</i>	1	23,767	160,427...298,514	$x_c \gg 0,05$ Ом
Поездная радиосвязь КВ	2,13	11,158	75,317...140,144	$x_c \gg 0,05$ Ом
Фронты импульсов напряжения при переключениях <i>IGBT</i>	10	2,736	16,038...29,843	$x_c \gg 0,05$ Ом
Поездная радиосвязь УКВ	151	0,158	1,067...1,984	$x_c > 0,05$ Ом
Поездная радиосвязь <i>GSM-R</i>	876	0,0269	0,182...0,338	$x_c < 0,05$ Ом, но $x_c > 0,025$ Ом

В рассматриваемом нами случае назначением валозаземляющего кольца будет, напротив, обеспечение пути протекания тока с корпуса АТЭД, гальванически связанного с кузовом вагона, на его вал и далее на землю, то есть мимо подшипников. К сожалению, авторам не удалось добыть данные о сопротивлении валозаземляющего кольца на частотах порядка 1 ГГц, чтобы быть уверенными в эффективности устройства для решения описываемой проблемы. Расчетные и экспериментальные данные [7] о сопротивлении валозаземляющих колец не дают однозначного ответа, что оно меньше 0,05 Ом. Возможно, правильным для рассматриваемого случая будет использование колец с волокнами токопроводящей микрофибры, имеющими медное покрытие [7].

Даже, если валозаземляющие кольца способны уберечь подшипники АТЭД электропоезда от протекания тока, это не решает той проблемы, что существует путь утечки высокочастотного тока на землю через тяговый редуктор, а не через штатное заземление. В этой связи стоит рассмотреть вопрос об использовании изолированных подшипников другого типа – с керамическими телами качения [1, 2]. Изготовитель утверждает, что их типичные значения электрической емкости примерно в 100 раз ниже, чем для подшипников с керамическим изоляционным покрытием. Это не позволит току утечки через подшипник достигать опасной плотности $J = 1 \text{ А/мм}^2$.

Также, возможно, следует нормировать мощность сигнала *GSM-R* для электроподвижного состава. В [9], несмотря на упоминание цифровых систем радиосвязи (к ним относится *GSM-R*) на борту электропоездов, какие-либо характеристики и ограничения их сигналов отсутствуют.

Авторы выражают признательность инженеру отдела Ремонта подвижного состава Дирекции скоростного сообщения ОАО "РЖД" Куделькину Игорю Николаевичу за постановку интересной технической задачи и предоставленную информацию.

Список литературы

1. Токоизолирующие подшипники качения FAG. Защита от повреждений, вызванных прохождением электрического тока. Техническая информация. Schaeffler gruppe industrie – URL: http://www.podshipnik.ru/docs/fag_current_opt.pdf (дата обращения 13.11.2018)

2. Current-Insulating Bearings Rolling bearings for prevention of damage due to current passage. Schaeffler group industrial. – URL : <http://www.reliancebearing.ie/wp-content/uploads/2010/08/FAG-Insulated-Bearings.pdf> (дата обращения 13.11.2018)

3. Пустоветов, М.Ю. Теоретическое исследование потенциала нейтральной точки нагрузки и токов утечки в тяговом асинхронном электроприводе электровоза постоянного тока / М.Ю. Пустоветов // Известия Транссиба, 2012. - №4 (12) – С. 116 – 122.

4. Лаборатория радиосвязи. АЛ1/460/900. Антенна локомотивная. ПАС-ПОРТ. 65 7700 5-008-62837180-10 ПС – URL: http://www.rclab.ru/sites/default/files/pasport_inf_al1_460_900_01-10-12.pdf (дата обращения 13.11.2018)

5. S. Dudoyer, N. Ben Slimen, V. Deniau and M. Berbineau. Reliability of the GSM-R Communication System against Railway Electromagnetic Interferences. 9th World congress on railway research. 22-26 May 2011, Lille – URL: http://www.railway-research.org/IMG/pdf/h03_dudoyer_stephen.pdf (дата обращения 13.11.2018)

6. H. William Oh, Adam Willwerth. Shaft Grounding— A Solution to Motor Bearing Currents. © 2008, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (www.ashrae.org). Published in ASHRAE Transactions Vol. 114, Part 2. – URL: https://www.est-aegis.com/datasheets/ASHRAE_SL-08-

7. Muetze A. Current-Carrying Characteristics of Conductive Microfiber Electrical Contact for High Frequencies and Current Amplitudes: Theory and Applications /A. Muetze, H. W. Oh // IEEE transactions on power electronics, Vol. 25, No. 8, August 2010, pp. 2082 – 2092.

8. Muetze A. Design Aspects of Conductive Microfiber Rings for Shaft Grounding Purposes /A. Muetze, H. W. Oh // Proc. 42nd IAS Ann. Conf., New Orleans, IEEE Transactions on Industry Applications, October 2007, pp. 229 – 236.

9. ГОСТР 55434-2013. Электропоезда. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2014. – 42 с.

РЕВЕРСИВНЫЙ СИМИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Т.И. Рыбалкина, Е.Д. Рязанова, И.А. Иванов, М.И. Стальная
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Аннотация. Так как на производстве имеют распространение двигатели постоянного тока, то требуется простая система управления двигателем постоянного тока, обладающая высоким показателем надежности и способная выполнять требуемый набор функций, а именно: регулировка частоты вращения (скорости) двигателя и изменение направления вращения (реверс).

Ключевые слова: преобразующее устройство, электрический привод, симисторный преобразователь.

REVERSIBLE TRIAC CONVERTER FOR DC ELECTRIC DRIVE

T.I. Rybalkina, E.D. Ryazanova, I.A. Ivanov, M.I. Steel
Altai State Technical University them. I.I. Polzunova

Annotation. Since DC motors have a distribution in production, a simple DC motor control system with a high reliability index and capable of performing the required set of functions is required, namely: adjusting the rotational speed (speed) of the engine and changing the direction of rotation (reverse).

Keywords: *converting device, electric drive, triac converter.*

В современной промышленности постоянно происходит модернизация оборудования, в стороне не оказался и электрический привод. Его модернизация идет по пути уменьшения габаритов и уменьшения количества составляющих его элементов, чтобы уменьшить его стоимость, повысить коэффициент надежности, упростить производство, эксплуатацию и ремонт. Усовершенствованию подлежат те части электрического привода, которые отвечают за управление - система управления и преобразующее устройство, служащее для преобразования переменного напряжения в постоянное и наоборот. Таким образом, стремятся к тому, чтобы при простой конструкции системы автоматического управления (САУ) можно было добиться регулирования частоты вращения (скорости) двигателя и способности осуществления реверса.

Так, например, в приводе подачи сверлильного и фрезерного станков обще промышленной серии используются двигатели малой и средней мощности, где чаще всего используют двигателя постоянного тока, при этом преобразующие устройства запитываются от однофазной сети и должны обеспечивать не только различную скорость погружения обрабатывающего инструмента в материал, но и скорость его отвода, а также требуется обеспечивать плавность погружения инструмента в материал в процессе работы. В настоящее время для электрических двигателей малой мощности в преобразующем устройстве используют два комплекта тиристорных однофазных мостовых выпрямителей [1, 2] (рисунки 1 и 5), это приводит к увеличению габаритов и усложняет конструкцию, в следствии этого снижается показатель надежности оборудования и увеличивается его стоимость. Поэтому требуется иметь достаточно простую и эффективную систему управления двигателем, регулирующим скорость погружения и отвода шпинделя.

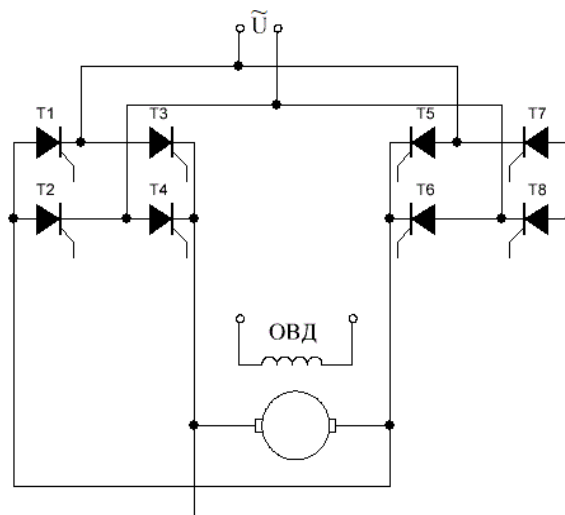


Рисунок 1 - Выпрямитель, выполненный на двух комплектах тиристоров

Решением этой проблемы, является использование регулируемого полупроводникового мостового однофазного симисторного выпрямителя [3], в котором в качестве полупроводниковых элементов в преобразующих устройствах используются симисторы. Это обуславливается их способностью двунаправленного пропуска тока, при подачи соответствующего управляющего сигнала.

На рисунке 2 представлен реверсивный регулируемый полупроводниковый однофазный мостовой симисторный выпрямитель. Это устройство привода подачи сверлильного и фрезерного станков, питающегося от однофазного источника переменного напряжения, способно осуществить функцию реверса и регулирования скорости. Оно состоит из источника переменного тока, одного комплекта симисторного выпрямителя, и нагрузки, представленной в виде двигателя постоянного тока.

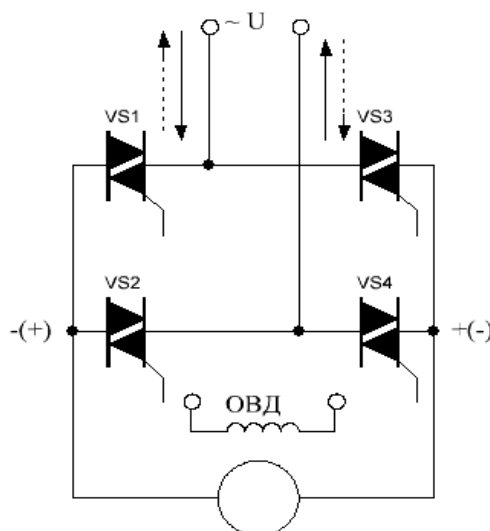


Рисунок 2 – Схема реверсивного регулируемого полупроводникового мостового однофазного симисторного выпрямителя

Для изменения скорости вращения двигателя постоянного тока, так же, как и при использовании тиристоров в качестве полупроводниковых преобразователей, требуется изменить угол открытия симисторов.

Работа реверсивного регулируемого полупроводникового мостового однофазного симисторного выпрямителя в режиме «вперед» происходит следующим образом при попарном включении симисторов. В положительную полуволну (рисунок 3) напряжения питающей сети, показанной сплошной стрелкой (рисунок 2), управляющий сигнал подается на симисторы VS3 и VS2. Справа появляется плюс выпрямленного напряжения, а слева минус. В отрицательную полуволну напряжения питающей сети (рисунок 3), показанной пунктирной стрелкой (рисунок 2), импульс управляющего сигнала подается на симисторы VS4 и VS1, а симисторы VS3 и VS2 закрываются, плюс и минус выпрямленного напряжения остается на прежнем месте.

Для осуществления работы в режиме «назад», требуется поменять порядок включения симисторов, то есть в положительную полуволну напряжения, показанной сплошной стрелкой (рисунок 2), управляющий импульс подается на симисторы VS1 и VS4, в данной ситуации плюс (показано в скобках) выпрямленного тока и напряжения находятся со стороны симисторов VS1 и VS2, а минус выпрямленного напряжения со стороны симисторов VS3 и VS4 (рисунок 2). В отрицательную полуволну напряжения питающей сети, показанной пунктирной стрелкой (рисунок 2), импульс управляющего сигнала подается на симисторы VS2 и VS3, а симисторы VS1 и VS4 закрываются (рисунок 4).

Изменяя угол управления открытием симисторов можно регулировать величину напряжения, поступающего на якорь двигателя, а, следовательно, изменять величину частоты вращения (скорость) двигателя.

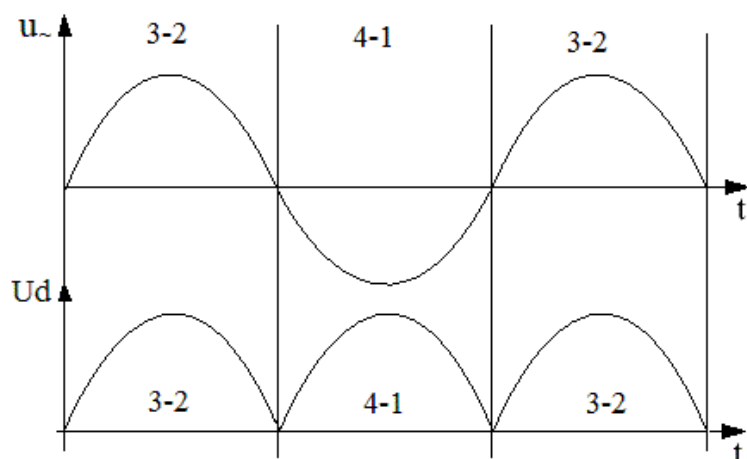


Рисунок 3 – График работы реверсивного регулируемого полупроводникового мостового однофазного симисторного выпрямителя в режиме «вперед»
 u_{\sim} – переменное питающее напряжение сети, U_d – постоянное напряжение,
 1 - 4 – номера симисторов;

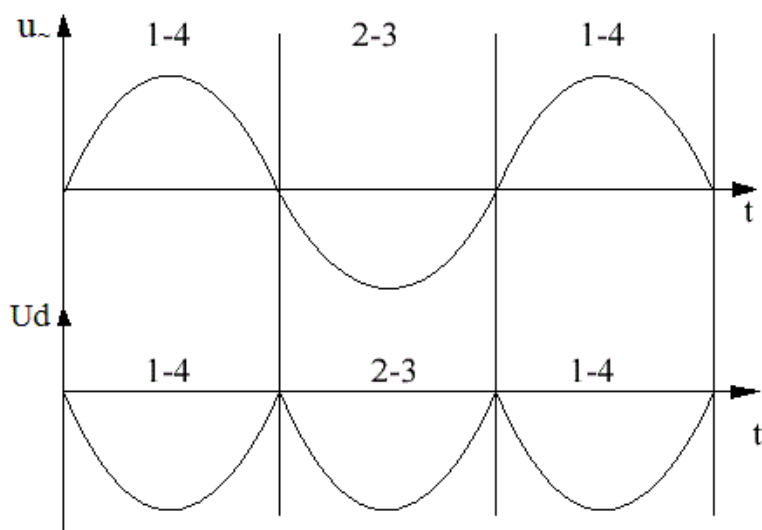


Рисунок 4 - График работы реверсивного регулируемого полупроводникового мостового однофазного симисторного выпрямителя в режиме «назад»
 u_{\sim} – переменное питающее напряжение сети, U_d – постоянное напряжение,
 1 - 4 – номера симисторов;

Как видно из выше сказанного, в системе управления двигателем постоянного тока выгодно и целесообразно заменить два комплекта тиристорных выпрямителей на один комплект симисторных выпрямителей.

Для двигателей средней мощности также актуальным стоит вопрос совершенствования конструкции преобразующего устройства, имеющего питание от трехфазной сети с нулевым проводом. Широкое распространение нашел привод постоянного тока с преобразующим устройством, выполненным на двух комплектах тиристорных преобразователей (рисунок 5) [1, 2]. Оно способно регулировать скорость вращения двигателя постоянного тока и

осуществлять его реверс, но в нем большое число элементов (тиристоров), что приводит к снижению коэффициента надежности.

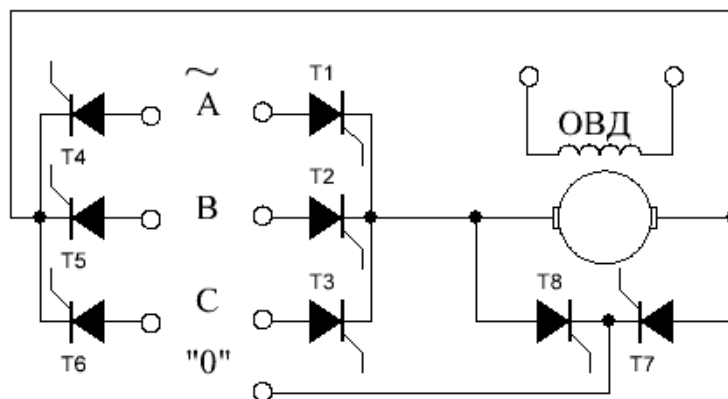


Рисунок 5 – Выпрямитель, выполненный на двух комплектах тиристоров

Альтернативой такому преобразующему устройству является симисторный реверсивный регулируемый трехфазный нулевой выпрямитель[4]. Благодаря своей конструкции (рисунок 6), одному комплекту преобразующего устройства, и способности симисторов двунаправленно пропускать ток при подаче соответствующего управляющего сигнала, оно способно осуществлять все те же функции, что и преобразующее устройство, выполненное на двух комплектах тиристорных преобразователей, а именно функций регулирования скорости и осуществления реверса.

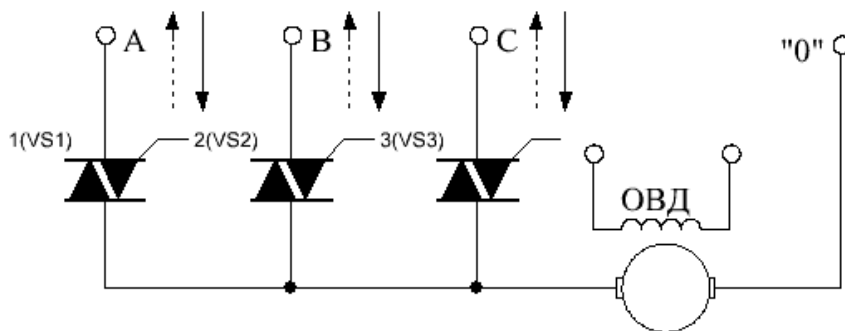


Рисунок 6 - Симисторный реверсивный регулируемый трехфазный нулевой выпрямитель

Работа такого преобразующего устройства для режима «вперед» происходит всегда, только в положительную полуволну питающего напряжения следующим образом. (рисунок 6, 7). При подаче управляющего сигнала, в положительную полуволну фазы «А», в момент времени t_1 открывается симистор VS1, ток фазы «А» протекает в прямом направлении, обозначенном сплошной стрелкой (рисунок 6), и поступает на нагрузку, представленную в виде двигателя постоянного тока. В момент времени t_2 , в положительную полуволну питающего напряжения, подается управляющий сигнал на симистор VS2, он открывается,

и ток фазы «В» поступает на нагрузку в том же направлении, а симистор VS1 закрывается. В момент времени t_3 , в положительную полуволну питающего напряжения, подается сигнал на симистор VS3, он открывается, ток фазы «С» поступает на нагрузку, симистор VS2 закрывается. В момент t_4 , в положительную полуволну питающего напряжения, снова открывается симистор VS1, процесс повторяется.

Работа в режиме «назад» происходит, при отрицательных полуволнах питающего напряжения (рисунок 8) и осуществляется подачей управляющего импульса в следующей последовательности. При подаче управляющего сигнала в момент времени t_1 , в отрицательную полуволну питающего напряжения, открывается симистор VS2 (рисунок 6), на нагрузку поступает ток фазы «В». После подачи управляющего сигнала в момент времени t_2 , в отрицательную полуволну питающего напряжения, на симистор VS3, он открывается, закрывается симистор VS2, на нагрузку поступает ток фазы «С» в обратном направлении. В момент времени t_3 , в отрицательную полуволну питающего напряжения, подается сигнал, и открывается симистор VS1, а симистор VS3 закрывается. На нагрузку поступает ток фазы «А» в обратном направлении. В момент времени t_4 подается управляющий сигнал, и открывается симистор VS2, симистор VS1 закрывается, на нагрузку поступает ток фазы «В» в обратном направлении. Момент времени t_4 , в отрицательную полуволну питающего напряжения, соответствует моменту t_1 , процесс повторяется циклически.

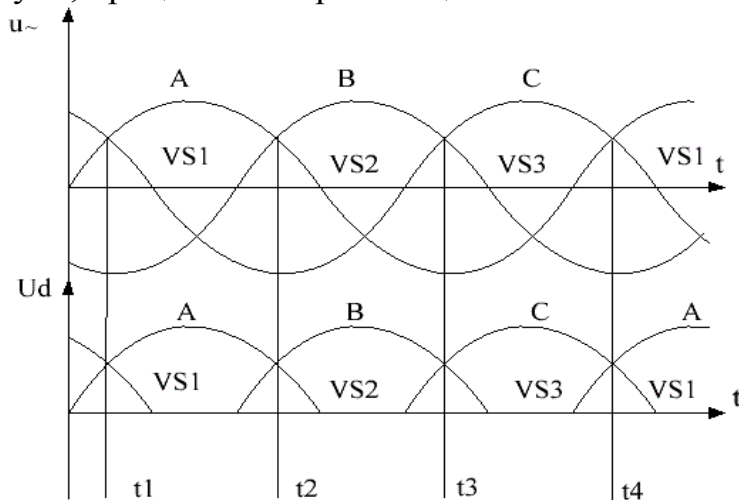


Рисунок 7 - График работы симисторного реверсивного регулируемого трехфазного нулевого выпрямителя в режиме «вперед»

u_{\sim} – переменное питающее напряжение сети,

U_d – постоянное выпрямленное напряжение, А,В,С – фазы напряжения, t_1 - t_4 – промежутки времени;

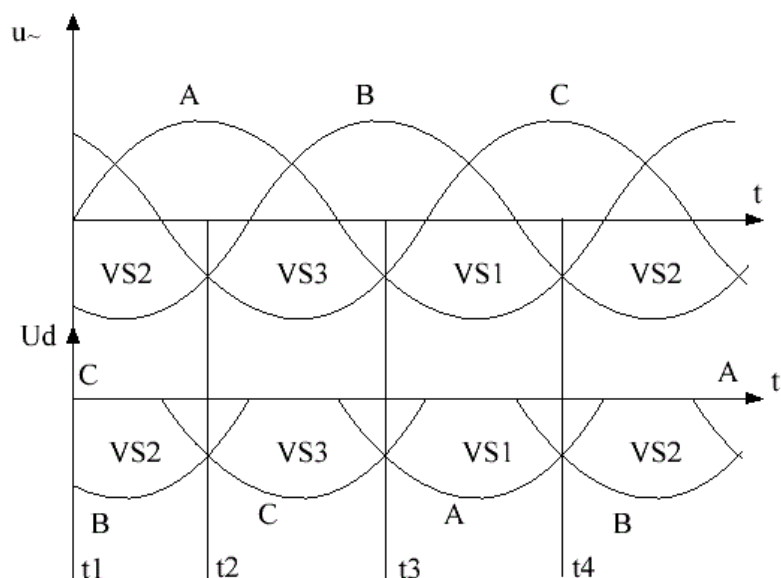


Рисунок 8 - График работы симисторного реверсивного регулируемого трехфазного нулевого выпрямителя в режиме «назад»

u_{\sim} – переменное питающее напряжение сети,

U_d – постоянное выпрямленное напряжение, А, В, С – фазы напряжения, t_1 - t_4 – промежутки времени;

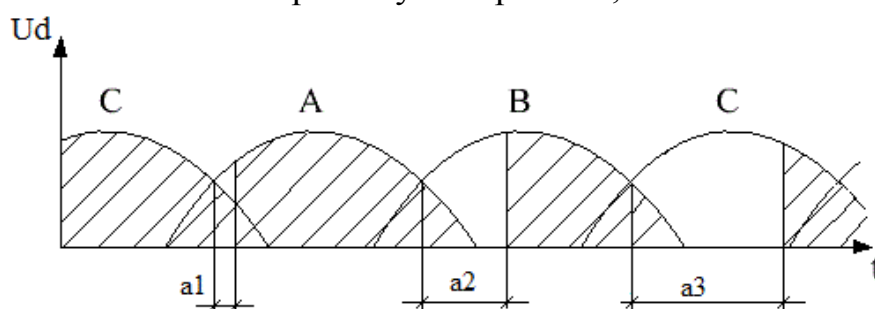


Рисунок 9 – График регулирования скорости вращения двигателя при использовании симисторного реверсивного регулируемого трехфазного нулевого выпрямителя

U_d – постоянное напряжение, А, В, С – фазы напряжения, a_1, a_2, a_3 – угол открытия симисторов;

Для изменения скорости вращения двигателем требуется изменить угол α , угол открытия симисторов (рисунок 9). Из рисунка видно, что при изменении угла открытия приводит к изменению величины напряжения, поступающего на нагрузку – двигатель, что ведет к изменению частоты вращения (скорости) двигателя

На основании изложенного видно, что в системе управления и преобразующем устройстве электрического привода двигателя постоянного тока выгодно и целесообразно заменить два комплекта тиристорных выпрямителей на один комплект симисторных выпрямителей. При этом не будет потерь и функционал, а именно, возможность регулирования частоты вращения (скорости) двига-

теля и реверс. Из-за уменьшения количества полупроводниковых элементов, также упрощения конструкции, уменьшаются габариты и стоимость оборудования и увеличивается показатель надёжности.

Список литературы

1. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода: учебное пособие / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – М. – Л Энергоатомиздат, 6-е издание, 1981. – 577 С.
2. Копылов, И. П. Электрические машины: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 360 С.
3. Пат. 166593 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 7/292. Реверсивный регулируемый полупроводниковый мостовой однофазный симисторный выпрямитель [Текст] / Стальная М.И., Ведманкин А.В., Иванов И.А., Бутакова М.В., Сухинин С.Е. ; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». - № 2016119441/07 ; заявл. 19.05.2016 ; опубл. 10.12.2016
4. Пат. 167952 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 7/292, Н 02 Р 7/155. Симисторный реверсивный регулируемый трехфазный нулевой выпрямитель [Текст] / Стальная М.И., Ведманкин А.В., Иванов И.А., Бутакова М.В., Сухинин С.Е.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». - № 2016119442; заявл. 19.05.2016; опубл. 13.01.2017

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПО ПАРАМЕТРАМ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Д.А. Рыбчук, О.В. Юсупова, А.В. Пузаков
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. Актуальность исследуемой проблемы обусловлена недостаточной информативностью и значительной трудоёмкостью существующих методов диагностирования автомобильных генераторов. Ведущим методом к исследованию данной проблемы является оценка магнитуды внешнего магнитного поля, позволяющая распознать электрические неисправности автомобильного генератора. Материалы статьи могут быть использованы для дальнейшей разработки и внедрения предлагаемого метода диагностирования.

Ключевые слова: *автомобильный генератор, внешнее магнитное поле, магнитуда магнитного поля, неисправности генераторов.*

DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR DETERMINING THE FAULTS OF AUTOMOTIVE ALTERNATORS BY THE PARAMETERS OF EXTERNAL MAGNETIC FIELD

D.A. Rychchuk, O.V. Yusupova, A.V. Puzakov
FSBEI of HE "Orenburg State University"

Annotation. The urgency of the problem under study is due to the lack of information and considerable laboriousness of the existing methods for diagnosing automotive alternators. The lead-

ing method for investigating this problem is to estimate the magnitude of the external magnetic field, which makes it possible to recognize electrical faults in an automobile generator. The article materials can be used for the further development and implementation of the proposed diagnostic method.

Keywords: *automobile alternator, external magnetic field, magnetic field magnitude, faults of alternators.*

Техническое состояние автомобильных генераторов характеризуется совокупностью значений структурных и диагностических параметров. Неисправность генератора обусловлена выходом хотя бы одного из параметров за допустимые пределы обеспечивающее его нормальное функционирование.

К диагностическим параметрам электрических машин можно отнести:

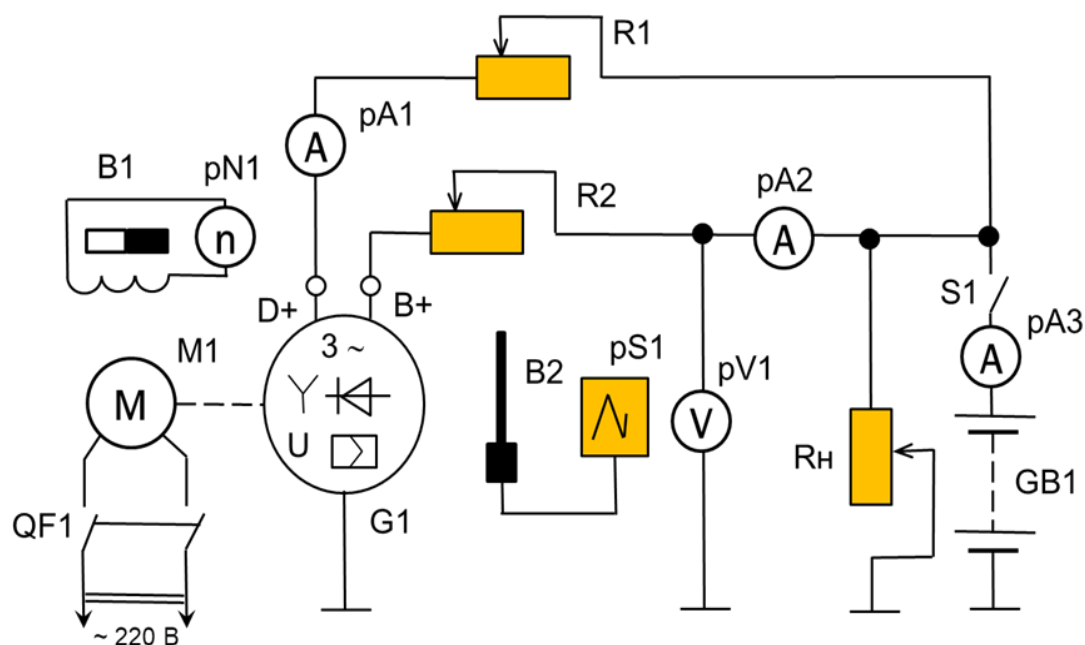
температуру его элементов [1, 2];

- крутящий момент (для двигателей);
- уровень шума;
- вибрацию [3];
- напряжение [4, 5];
- силу тока [6];
- внешнее магнитное поле.

Для определения технического состояния стационарных электродвигателей и генераторов были разработаны методы диагностики, основанные на анализе параметров внешнего магнитного поля (ВМП) [7, 8, 9, 10].

К достоинствам подобных методов можно отнести высокую оперативность и информативность, а недостатком является необходимость оснащения электродвигателей датчиками магнитного поля.

Для оценки внешнего магнитного поля автомобильного генератора был выбран датчик Холла, как обеспечивающий достаточную точность, подключаемый непосредственно к осциллографу с целью фиксации амплитудных и временных параметров. Эксперимент проводился на специализированном стенде [11], позволяющем изменять частоту вращения и нагрузку на генератор (см. рис. 1).



B1 – датчик частоты вращения, B2 – датчик Холла, G1 – испытуемый генератор, GB1 – аккумуляторная батарея, M1 – электродвигатель, QF1 – автоматический выключатель, pN1 – тахометр, pS1 – осциллограф, pA1 - pA3 – амперметры, pV1 – вольтметр, R1, R2 – лабораторные реостаты, S1 – выключатель АКБ

Рисунок 1. Схема проведения эксперимента

Для практического использования метода диагностирования автомобильных генераторов по параметрам внешнего магнитного поля необходимо установить их зависимость от силы тока обмотки возбуждения (ротора) и частоты вращения ротора исправного генератора.

Зная регрессионную модель изменения относительной величины магнитного поля (магнитуды) от вышеперечисленных факторов исправного генератора можно оценить состояние электрических элементов с помощью датчика Холла.

Представление полученных зависимостей в виде трехмерной поверхности отклика с дальнейшей обработкой в программе TableCurve3D приведено на рис. 2.

Двухфакторную аддитивную регрессионную модель зависимости относительной величины магнитного поля от частоты вращения ротора генератора и силы тока обмотки возбуждения можно представить

$$M = -1,278 + 1,36 \cdot 10^{-6} \cdot n^2 + 3,396 \cdot \ln I \quad (1)$$

где M - относительная величина магнитного поля (магнитуда), В;

n - частота вращения ротора генератора, 1/мин;

I - сила тока обмотки возбуждения, А.

По выражению (1) можно определить относительную величину магнитного поля (магнитуду) исправного генератора при любых значениях частоты вращения ротора генератора и силы тока обмотки возбуждения.

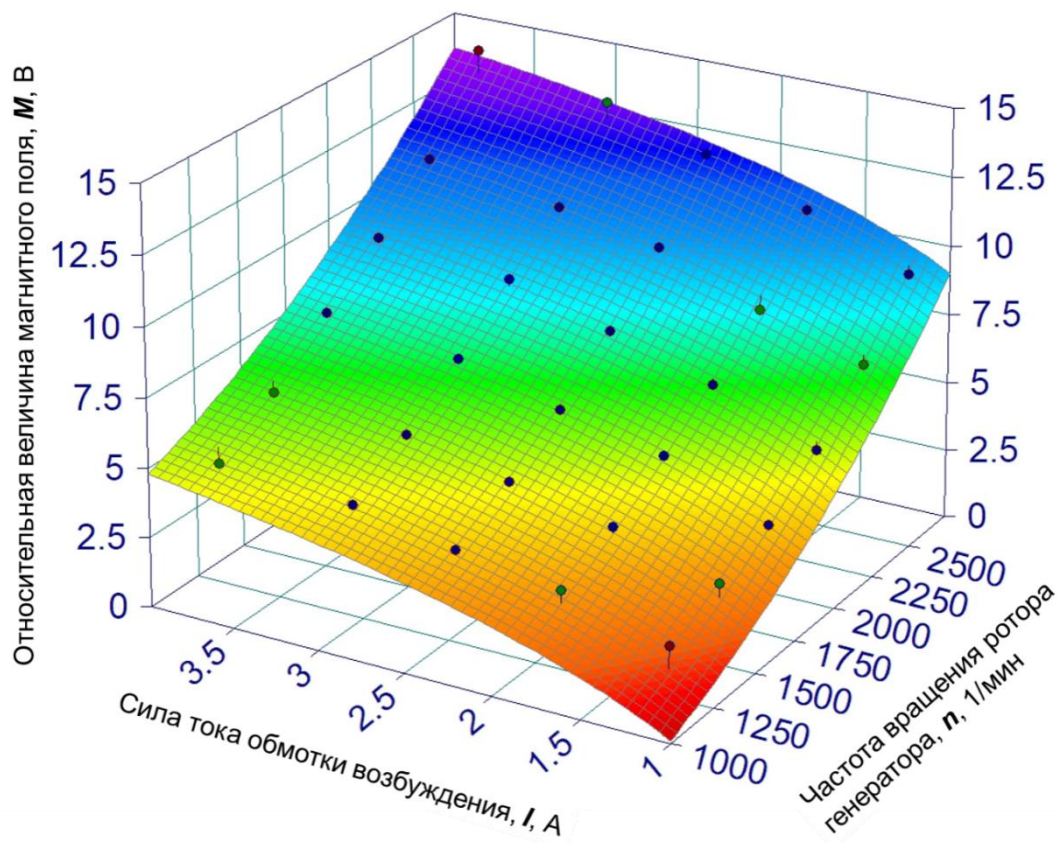


Рисунок 2. Зависимость относительной величины магнитного поля от частоты вращения ротора генератора и силы тока обмотки возбуждения

Форма внешнего магнитного поле исправного генератора, несмотря на искажение, в общем виде напоминает симметричную синусоиду. Возникновение неисправностей приводит к отклонению внешнего магнитного поля, причём было установлено, что различные неисправности по-разному влияют на его величину и форму[12, 13, 14].

В основу алгоритма определения неисправностей генератора по параметрам внешнего магнитного поля положены:

- текущие значения частоты вращения ротора генератора и силы тока в обмотке возбуждения, получаемые с помощью диагностических средств
- текущее значение магнитуды внешнего магнитного поля, получаемое с помощью датчика Холла.

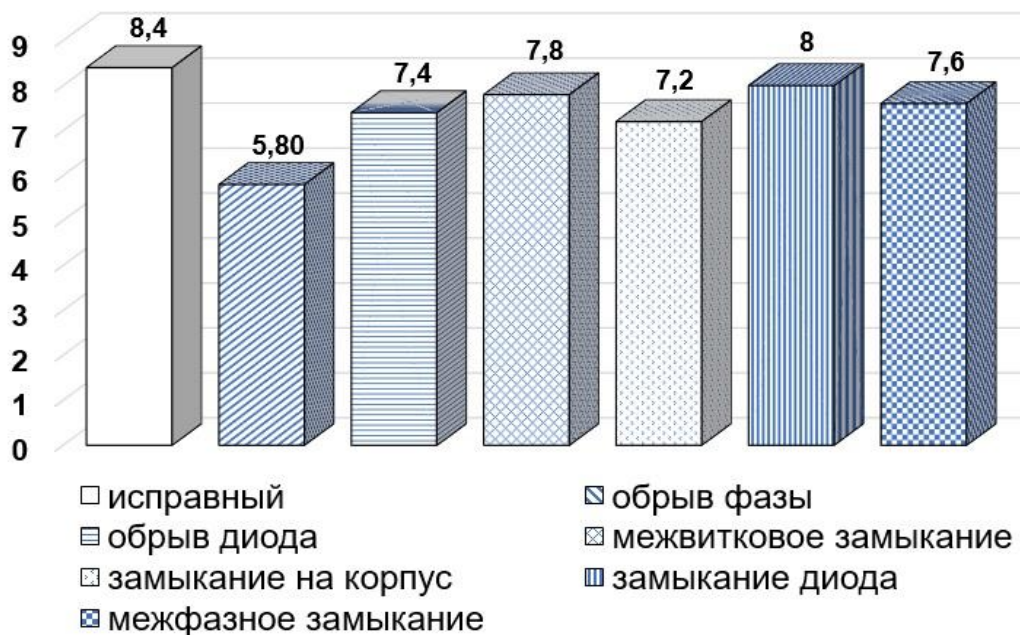


Рисунок 3. Величина магнитуды в зависимости от состояния генератора

На первом этапе производится расчет эталонной магнитуды ВМП, по формуле (1), в которую подставляются текущие значения силы тока в обмотке возбуждения и частоты вращения ротора генератора.

Далее сравнивается полученное значение эталонной магнитуды с текущим значением определённой с помощью датчика Холла, и определяется техническое состояние генератора - исправен или неисправен. Если текущее значение магнитуды меньше эталонного, то в генераторе имеются электрические неисправности, точная идентификация которых возможна на основе текущего значения магнитуды. Графическое представление разработанного алгоритма представлено на рисунке 4.

Следовательно, магнитуду внешнего магнитного поля можно использовать для выявления электрических неисправностей генератора в лабораторных условиях и непосредственно на автомобиле.

Таким образом, дальнейшее развитие данного метода диагностирования позволит разработать практические рекомендации по его использованию для оценки технического состояния автомобильных генераторов.

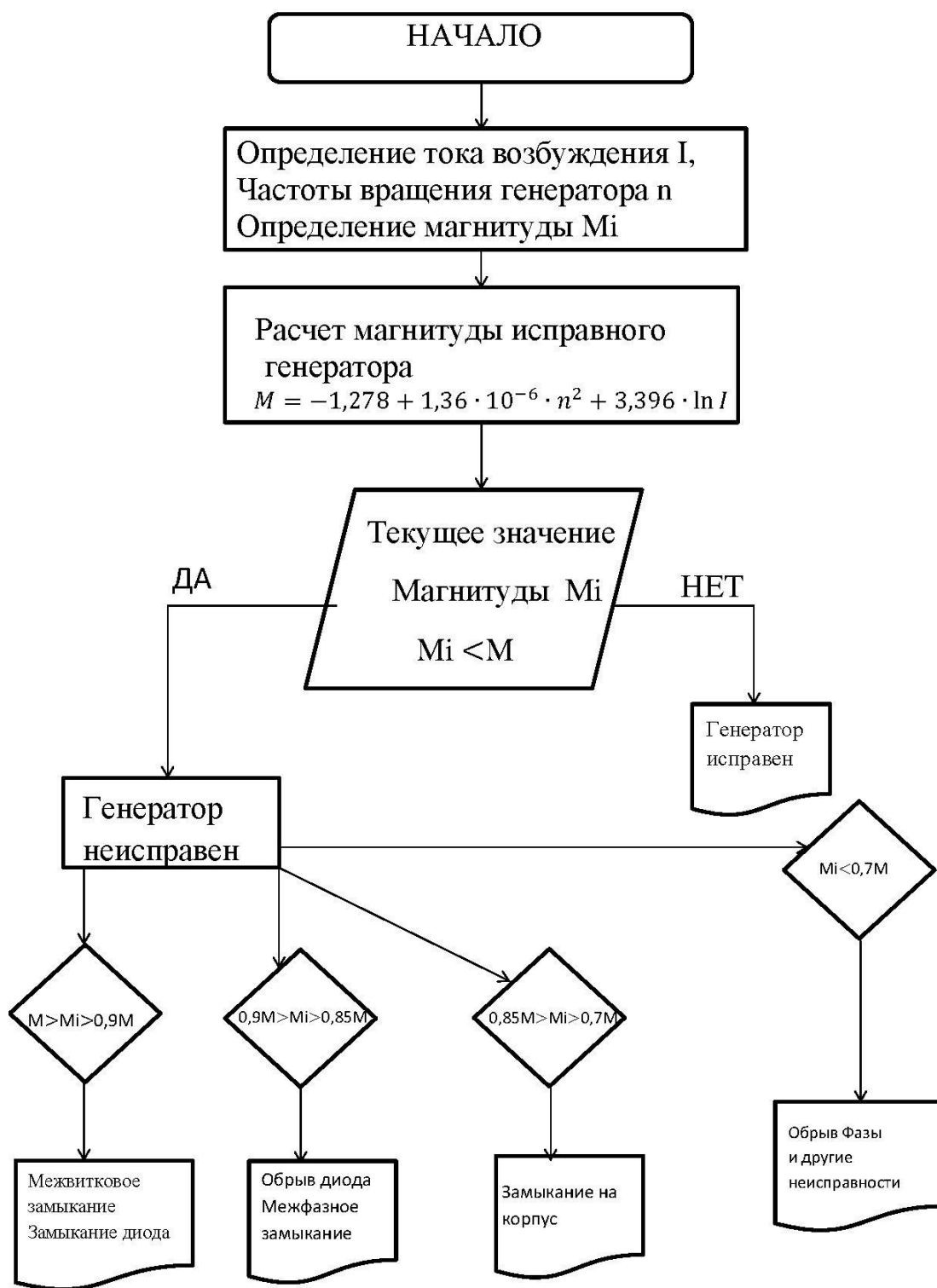


Рисунок 4. Алгоритм определения неисправностей автомобильных генераторов по параметрам внешнего магнитного поля

Список литературы

1. Хомутов, О.И. Параметры теплового режима асинхронного электродвигателя для прогнозирования остаточного ресурса работы /О.И. Хомутов, С.О.

Хомутов, В.И. Сташко, А.А. Грибанов // Ползуновский вестник. – 2004. – №1. – С. 279-284

2. Дорохина, Е.С. Мониторинг теплового состояния асинхронных тяговых электродвигателей: дис. ... канд. техн. наук /Е.С. Дорохина. – Томск, 2015. – 155 с.

3. Jae-Won Choi Analysis of electrical signatures in synchronous generators characterized by bearing faults. – Korea University, Seoul, South Korea, 2006. – 82 p.

4. Pillai, K. P. P., Idiculla, M. K., & Nair, A. S. (2006). Spectral Study on The Voltage Waveform of Claw Pole Automotive Alternator. ECMS 2006 Proceedings edited by: W. Borutzky, A. Orsoni, R. Zobel (pp. 456-461). European Council for Modeling and Simulation. doi:10.7148/2006-0456

5. Пузаков, А. В. Методика диагностирования автомобильных генераторов по параметрам выходного напряжения: дис. ... канд. техн. наук 05.22.10 /А. В. Пузаков. – Оренбург, 2016. – 185 с.

6. Соколов, Л.А. Совершенствование изделий автотракторного электрооборудования по результатам диагностирования дефектов в процессе производства и эксплуатации: дисс. ... канд. техн. наук /Л.А. Соколов. – М., 2010. – 108 с.

7. Тонких, В.Г. Метод диагностики асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве на основе анализа параметров их внешнего магнитного поля: дис. ... канд. техн. наук /В.Г. Тонких. – Барнаул, 2009. – 166 с.

8. Andrian Ceban, Remus Pusca, and Raphaël Romary Study of Rotor Faults in Induction Motors Using External Magnetic Field Analysis. – IEEE Transactions on industrial electronics, – Vol. 59, №. 5, – May 2012. – pp. 2082-2093

9. Kuznetsov V.A., Brochet P. Numerical modelling of electromagnetic process in electromechanical systems / The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering. – Vol. 22, – №.4. – 2003. – pp. 1142-1154 DOI: 10.1108/03321640310483066

10. Рыбчук, Д.А. Бесконтактный метод диагностирования автомобильных генераторов /А.В. Пузаков, Д.А. Рыбчук // Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. Вып. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – С. 50-53.

11. Пузаков, А.В. Аппаратно-программный комплекс для оценки технического состояния автомобильных генераторов /А.В. Пузаков, Н.Н. Ларионов // Сборник материалов Международной научной конференции «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации», посвященный 60-летию Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2015 – С. 115 – 119.

12. Рыбчук, Д.А. Изменение внешнего магнитного поля автомобильного генератора в процессе развития неисправности /А.В. Пузаков, Д.А. Рыбчук // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: сборник статей XI Международной научно-практической конференции / МНИЦ ПГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С.44-47.

13 Рыбчук, Д.А. Исследование параметров внешнего магнитного поля автомобильного генератора /А.В. Пузаков, Д.А. Рыбчук // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТИУ, 2018. – С. 258-262.

14 Рыбчук, Д.А. Результаты измерения внешнего магнитного поля автомобильного генератора/Д.А. Рыбчук//Управление качеством в транспортной и социальной сферах: Сборник научных трудов студентов/ под ред. В.И. Рассохи.- Оренбург: ОГУ, 2018.-С. 17-21.

БЕСКОНДЕНСАТОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ АСИНХРОННОГО ОДНОФАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Е.Д. Рязанова, И.А. Иванов, М.И. Стальная

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. В данной статье рассматривается один из способов обеспечения пуска, реверса, торможения и регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя посредством использования полупроводникового устройства регулирования скорости.

Ключевые слова: *однофазный асинхронный двигатель, частотные преобразователи, реверс, регулирование скорости двигателя, пуск двигателя, торможение двигателя, транзистор.*

CAPACITOR-FREE CONTROL AND SPEED CONTROL SYSTEM OF ASYNCHRONOUS SINGLE-PHASE MOTOR

E.D. Ryazanova, I.A. Ivanov, M.I. Stalnaya

Polzunov Altai State Technical University

Abstract. This article discusses one of the ways to ensure the start, reverse, braking and speed control of a single-phase asynchronous motor through the use of a semiconductor speed control device.

Keywords: *single-phase asynchronous motor, frequency converters, reverse, motor speed control, engine start, engine braking, transistor.*

Широкое распространение в аграрно-промышленном комплексе получили электрические машины переменного тока, а именно, двигатели малой мощности, такими являются однофазные асинхронные двигатели. Данные двигатели питаются от однофазной сети переменного напряжения. Но основным недостатком однофазного асинхронного двигателя при питании непосредственно от однофазной сети является отсутствие у него пускового момента, что приводит к необходимости применения дополнительных устройств, приводящих к его пуску. При отсутствии таких устройств пусковой момент равен нулю, а при конденсаторном пуске пусковой момент имеет сравнительно небольшую величину.

Решением выше описанной проблемы могут послужить частотные преобразователи. Они способны обеспечить пуск, торможение двигателя и регулировку скорости двигателя.

Так, известны два вида частотных преобразователей: однотактные - преобразующие переменное напряжение сети в переменное напряжение требуемой частоты, и двухтактные - преобразующие переменное напряжение сети в постоянное, а затем в переменное напряжение требуемой частоты.

Однотактные частотные преобразователи повсеместно используются в маломощных двигателях, так как они не требуют симметрирования, для управления ими требуется более простая схема, чем для управления двухтактными частотными преобразователями. Таким является, например, полупроводниковое устройство регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя [1], представленное на рисунке 1.

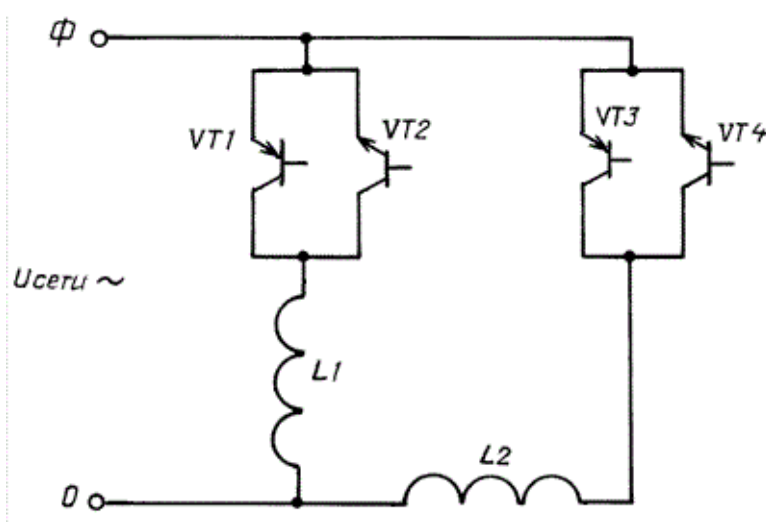


Рисунок 1 - Полупроводниковое устройство регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя

Предлагаемый однотактный частотный преобразователь состоит из реверсивных полупроводниковых коммутаторов, выполненных на транзисторах VT1, VT2, VT3, VT4 и предназначенных для соединения со статорными обмотками однофазного асинхронного двигателя и состоящих из двух транзисторов разной проводимости.

Работа полупроводникового устройства регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя осуществляется следующим образом. Для обеспечения вращения магнитного поля статора в соответствии с векторной диаграммой, показанной на рисунке 2а, управляющие импульсы подаются на транзисторы в следующей последовательности, представленной на рисунке 2б.

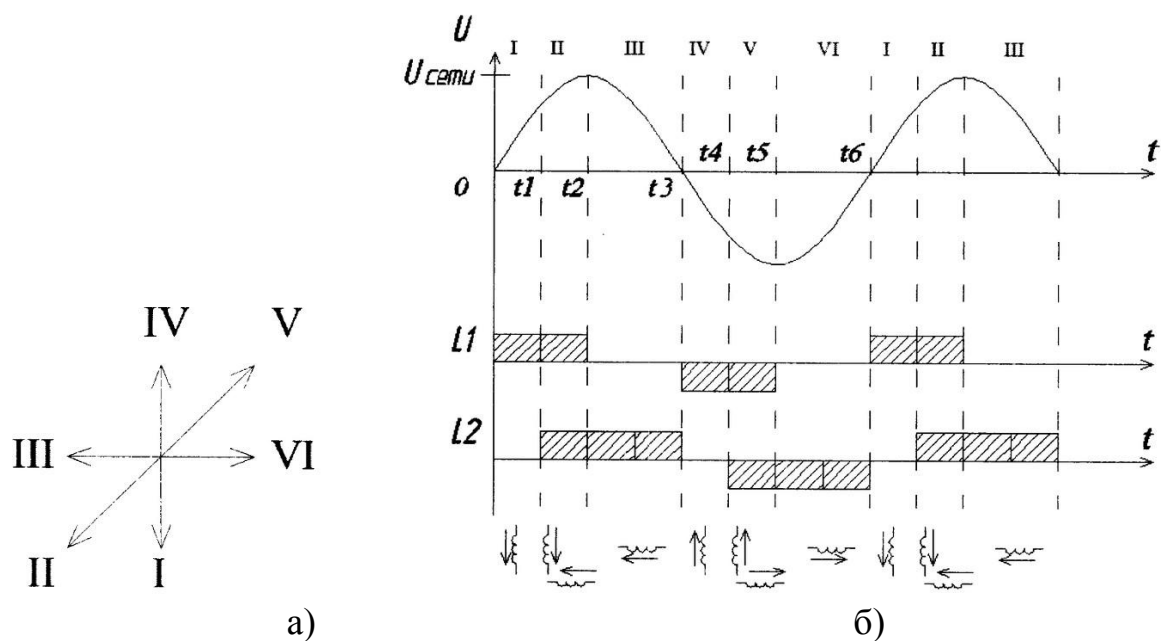


Рисунок 2 – Работа полупроводникового устройства регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя

Так для создания первого вектора магнитного поля статора (рисунок 2а) в положительный промежуток времени t_1 (рисунок 2б) открывается транзистор VT1 (рисунок 3). Ток протекает через обмотку L1 в прямом направлении, указанном на рисунке 2а. Для создания второго вектора магнитного поля статора в положительный промежуток времени t_2 открываются транзисторы VT1 и VT3. Последующее открытие транзисторов для создания векторов магнитного поля статора происходит в соответствии с рисунком 2. Ток протекает через обмотки L1 и L2 в прямом направлении. Последующие вектора магнитного поля статора создаются аналогичным способом. Для осуществления функции реверса транзисторы включаются в обратной последовательности. Также изменяя количество векторов магнитного поля статора (рисунок 2а), можно осуществлять регулирование скорости двигателя.

Таким образом, можно сделать вывод, что полупроводниковое устройство регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя, обладая высокими показателями надежности и экономичности, способно осуществлять бесконденсаторный пуск, реверс двигателя и регулирование скорости.

Список литературы

1. Патент 2420857 Российская Федерация, Н02Р 1/42. Полупроводниковое устройство регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя [текст] / Стальная М.И., Черемисин П.С., Скорняков А.А., Гончаров Д.Ю. Заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный технический университет им. Ползунова" - 2010123977/07; заявлено 11/06/2010; опубликовано 10/06/2011.

СИМИСТОРНЫЙ РЕДУКТОР, ВЕДОМЫЙ СЕТЬЮ ОДНОФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ, ДЛЯ ДВУХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Е.Д. Рязанова, И.А. Иванов, М.И. Стальная

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. В данной статье рассматривается осуществление пуска, реверса и регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя с помощью симисторного редуктора.

Ключевые слова: однофазный асинхронный двигатель, пуск двигателя, регулирование скорости двигателя, реверс двигателя, симисторный редуктор, мостовая схема.

TRIAC GEAR DRIVEN BY SINGLE-PHASE AC VOLTAGE NETWORK FOR TWO-PHASE ASYNCHRONOUS MOTOR

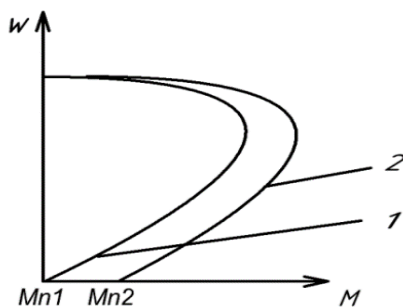
E.D. Ryazanova, I.A. Ivanov, M.I. Stalnaya

Polzunov Altai State Technical University

Abstract. This article discusses the implementation of the start, reverse and speed control of a single-phase asynchronous motor using a triac gear.

Keywords: single-phase asynchronous motor, motor start, motor speed control, motor reverse, triac gear, bridge circuit.

Своё место в сельскохозяйственной промышленности нашли электрические машины переменного тока, к которым относятся двигатели малой мощности, а именно однофазные асинхронные двигатели. Питание данных двигателей осуществляется от однофазной сети переменного напряжения. Но основным недостатком в работе однофазного асинхронного двигателя является отсутствие у него пускового момента (рисунок 1, кривая 1) при непосредственном питании от однофазной сети переменного напряжения. Это приводит к необходимости применения дополнительных устройств, в частности, конденсатора, приводящих к пуску однофазный асинхронный двигатель. При отсутствии таких устройств пусковой момент равен нулю (M_{n1}), а при конденсаторном пуске (рисунок 1, кривая 2) пусковой момент имеет сравнительно небольшую величину (M_{n2}).



1 – без дополнительного оборудования; 2 – с использованием конденсатора
Рисунок 1 – Механическая характеристика однофазного и двухфазного асинхронного двигателя

Решением данной проблемы является разработанный [1] симисторный редуктор, ведомый сетью однофазного переменного напряжения, для однофазного асинхронного двигателя, представленный на рисунке 2.

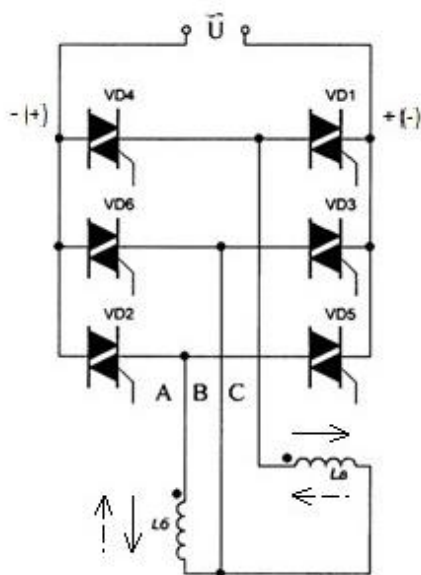


Рисунок 2 - Симисторный редуктор, ведомый сетью однофазного переменного напряжения, для двухфазного асинхронного двигателя

В конструкции данного устройства в качестве полупроводниковых ключей используются симисторы, соединенные в мостовую схему и подключенные непосредственно в сеть переменного однофазного напряжения.

Симисторный редуктор может осуществлять работу двигателя в двух режимах: на максимальной скорости и скорости, которая в два раза меньше максимальной.

Для работы симисторного редуктора в режиме на максимальной скорости необходимо следовать векторной диаграмме, представленной на рисунке 3а. Так в промежуток времени t_1 в положительный полуинтервал питающего напряжения, управляющий сигнал подаётся на симисторы VD1 и VD6, ток протекает через обмотку статора L_a в прямом направлении, указанном на рисунке 2 сплошной стрелкой. В отрицательный полуинтервал времени t_2 управляющий сигнал подаётся на симисторы VD5 и VD6, а симистор VD1 закрывается, тогда ток протекает через обмотку статора L_b в обратном направлении, указанном на рисунке 2 пунктирной стрелкой. Последующие вектора магнитного поля статора создаются аналогичным способом. Для осуществления функции реверса открытие симисторов происходит в обратном порядке.

Работа в режиме на скорости в два раза меньшей максимальной аналогичным образом представлена на рисунке 3б. В положительный полуинтервал времени t_1 управляющий сигнал подаётся на симисторы VD1 и VD6, рисунок 2, они открываются, ток протекает через обмотку статора L_a в прямом направлении. В отрицательный полуинтервал времени t_2 управляющий сигнал подаётся

на симисторы VD4 и VD5. Симисторы VD1 и VD6 закрываются, симисторы VD4 и VD5 открываются. Тогда ток протекает через обмотку статора La в прямом направлении, а через обмотку Lб в обратном направлении. Последующие вектора магнитного поля статора создаются аналогичным способом. Для осуществления функции реверса открытие симисторов происходит в обратном порядке.

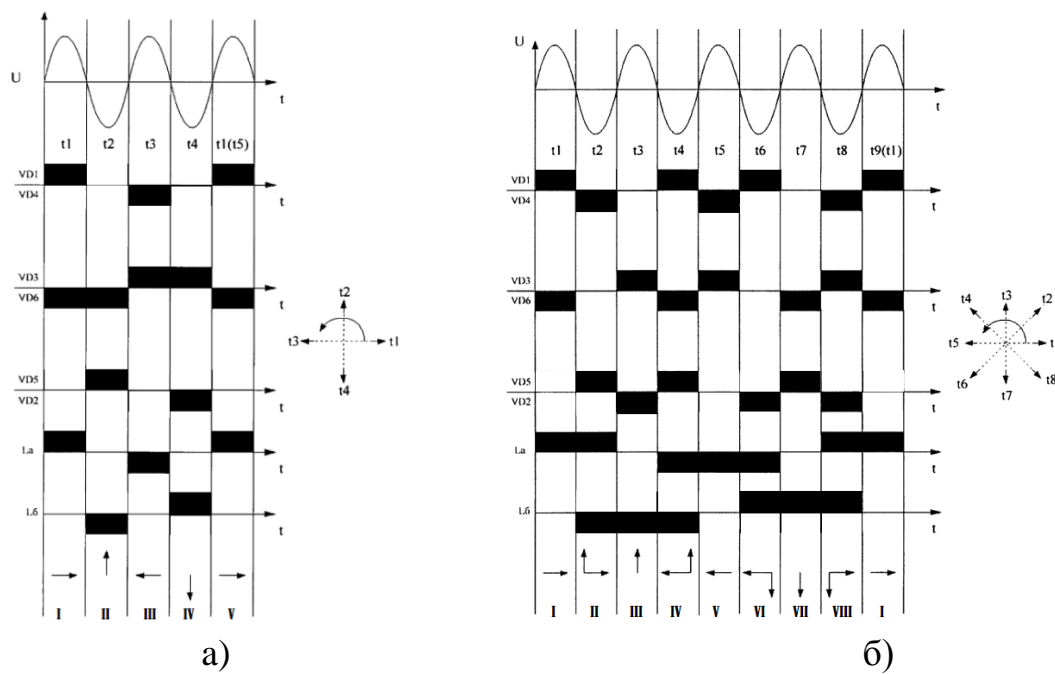


Рисунок 3 – Работа симисторного редуктора, ведомого сетью однофазного переменного напряжения, для двухфазного асинхронного двигателя:

- а) работа двигателя на максимальной скорости
- б) работа двигателя на скорости, в два раза меньше максимальной

Таким образом, симисторный редуктор позволяет осуществлять пуск, реверс и регулирование скорости асинхронным однофазного двигателя. Так как в данной схеме используется один комплект симисторных преобразователей, осуществляющий пуск и реверс, уменьшаются эксплуатационные расходы и стоимость.

Список литературы

1. Патент 177672 Российская Федерация, Н02Р 21/12. Симисторный редуктор, ведомый сетью однофазного переменного напряжения, для двухфазного асинхронного двигателя [текст] / Стальная М.И., Иванов И.А., Чирской В.Е., Шарипов Н.Б.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное высшее учебное заведение "Алтайский государственный технический университет им. И. Ползунова" - 2017125969; заявлено 19/09/2017; опубликовано 06/03/2018.

ТРАНЗИСТОРНЫЙ РЕВЕРСИВНЫЙ ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ОДНОФАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Е.Д. Рязанова, И.А. Иванов, М.И. Стальная

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. В данной статье рассматривается способ пуска, торможения, реверса и регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя с помощью двухтактных преобразователей, а именно транзисторного реверсивного частотного преобразователя.

Ключевые слова: *однофазный асинхронный двигатель, пуск двигателя, торможение двигателя, реверс двигателя, регулирование скорости двигателя, двухтактные преобразователи, транзисторный реверсивный частотный преобразователь.*

TRANSISTOR REVERSIBLE FREQUENCY CONVERTER FOR SINGLE-PHASE MOTOR

E.D. Ryazanova, I.A. Ivanov, M.I. Stalnaya

Polzunov Altai State Technical University

Abstract. This article discusses the method of starting, braking, reversing and speed control of a single-phase asynchronous motor using two-stroke converters, namely a transistor reversible frequency converter.

Keywords: *single-phase asynchronous motor, engine start, engine braking, engine reverse, motor speed control, two-stroke converters, transistor reversible frequency converter.*

В аграрно-промышленном комплексе применение получили электрические машины переменного тока, а именно, двигатели малой мощности. К данному типу двигателей относятся однофазные асинхронные двигатели. Однако основным их недостатком при питании непосредственно от однофазной сети переменного напряжения является отсутствие у них пускового момента, из чего следует необходимость применения дополнительных устройств, обеспечивающих пуск. В качестве дополнительного устройства, за частую, используется конденсатор, но при этом пусковой момент имеет сравнительно небольшую величину, также невозможно регулирование скорости, мощность развиваемая двигателем не более 42 %.

Решением выше описанной проблемы является использование двухтактных преобразователей частоты. Они способны обеспечить широкий и плавный диапазон регулирования частоты питающей сети и плавное регулирование скорости вращения асинхронного однофазного двигателя, что достигается благодаря возможности преобразования постоянного напряжения в любое переменное напряжение требуемой частоты.

Одним из двухтактных преобразователей является разработанный частотный преобразователь [1], транзисторный реверсивный частотный преобразователь «для однофазного двигателя», его схема представлена на рисунке 1. В данном частотном преобразователе применяется способ управления транзисторами

через оптопару [2], [3], что значительно упрощает систему управления транзисторами за счет исключения изолированных источников питания для обеспечения управляющих токов через транзисторы.

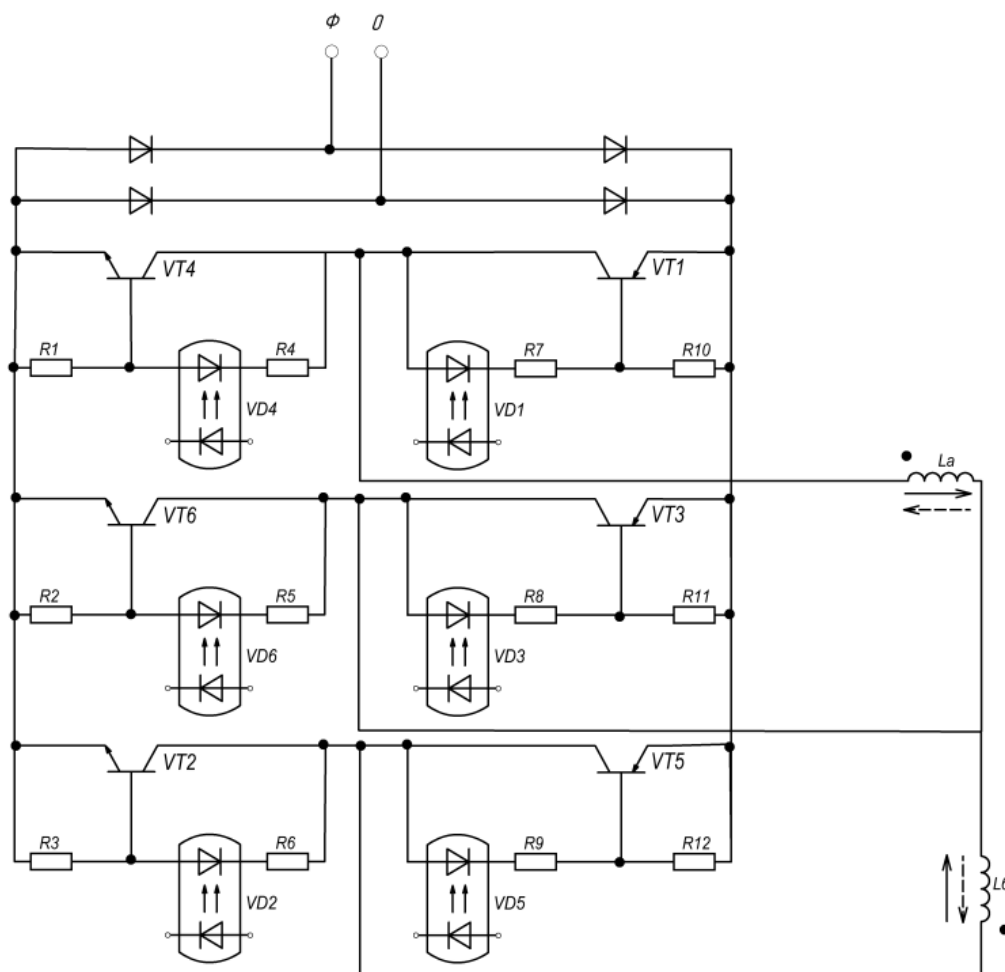


Рисунок 1 - Транзисторный реверсивный частотный преобразователь для однофазного двигателя

Потактовая работа транзисторного реверсивного частотного преобразователя для однофазного двигателя представлена на рисунке 2. Для задания векторов магнитного поля статора в порядке, представленном на рисунке 2а, необходимо включать транзисторы в последовательности, показанной на рисунке 2б.

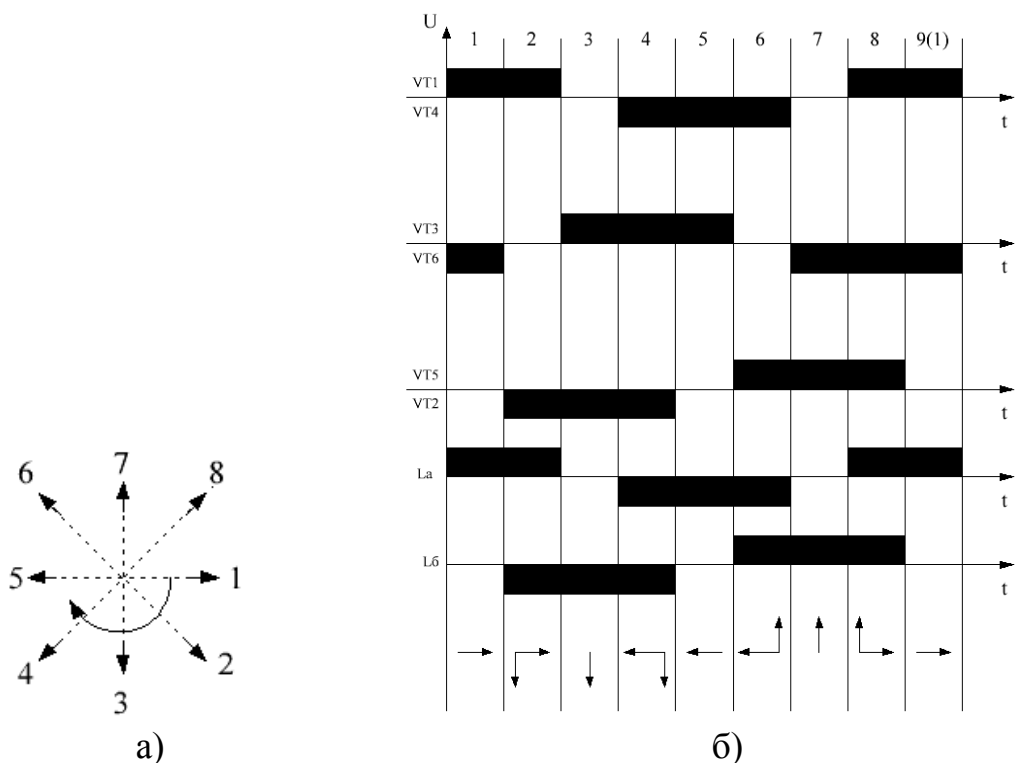


Рисунок 2 – Работа транзисторного реверсивного частотного преобразователя для однофазного двигателя

Так для создания первого вектора (рисунок 2а) магнитного поля статора подается управляющий сигнал на оптопары VD1 и VD6 (рисунок 1), таким образом будут открываться соответствующие оптопарам транзисторы VT1 и VT6 (рисунок 2б). Для создания второго положения вектора магнитного поля статора управляющий сигнал подаётся на оптопары VD1 и VD2, а с оптопары VD6 сигнал снимается и транзистор VT6 закрывается, а транзистор VT1 и транзистор VT2 открыты. Ток протекает через обмотку статора La в прямом направлении, указанном на рисунке 1 сплошной стрелкой, и через обмотку статора Lб в обратном направлении, указанном на рисунке 1 пунктирной стрелкой. Далее открытие транзисторов происходит в порядке, представленном на рисунке 2б. Функция реверс осуществляется посредством включения транзисторов в обратном порядке. Изменяя частоту тактирования транзисторов, можно менять частоту напряжения, поступающего на двигатель, т.е. изменять скорость двигателя.

Таким образом, транзисторный реверсивный частотный преобразователь для однофазного двигателя способен выполнить такие функции как пуск, реверс двигателя. Данный частотный преобразователь обладает следующим рядом преимуществ. Во-первых, для открытия транзисторов не требуется изолированных источников питания. Во-вторых, в данном устройстве осуществляется силовая развязка между системой управления транзисторами и силовой частью схемы. В-третьих, данное устройство обладает повышенной надежностью, так как отсутствует дополнительное оборудование (дополнительные источники питания).

Список литературы

1. Патент 176148 Российская Федерация, Н02Р 21/12. Транзисторный реверсивный частотный преобразователь для двухфазного двигателя [текст] / Стальная М.И., Иванов И.А., Петрин М.С.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное высшее учебное заведение "Алтайский государственный технический университет им. И. Ползунова" - 2017125970; заявлено 19/07/2017; опубликовано 10/01/2018.
2. Патент 174897 Российская Федерация, , Н03К 17/041. Независимый полупроводниковый коммутатор на транзисторе р-п-р типа [текст] / Стальная М.И., Иванов И.А., Рыбалкина Т.И., Рязанова Е.Д.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное высшее учебное заведение "Алтайский государственный технический университет им. И. Ползунова" - 2017124134; заявлено 06/07/2017; опубликовано 09/11/2017.
3. Патент 174898 Российская Федерация, , Н03К 17/041. Независимый полупроводниковый коммутатор на транзисторе п-р-п типа [текст] / Стальная М.И., Иванов И.А., Рыбалкина Т.И., Рязанова Е.Д.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное высшее учебное заведение "Алтайский государственный технический университет им. И. Ползунова" - 2017124133; заявлено 06/07/2017; опубликовано 09/11/2017.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТОРОНА ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИРКУЛИРУЮЩЕГО КИПАЩЕГО СЛОЯ В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ ЭНЕРГЕТИКУ

Е.К. Сарсембенов, В.В. Просветлюк, К.В. Меняев
АлтГТУ им. И.И. Ползунова

Анотация. В данной статье рассматривается экономическая проблематика внедрения циркулирующего кипящего слоя в отечественную энергетику, а также перспективы сжигания топлива в кипящем слое, плюсы и минусы этой технологии.

Ключевые слова: *циркулирующий кипящий слой, энергетика, топливо, экономика.*

ECONOMIC SIDE OF THE PROBLEM OF INTRODUCING FLUIDIZED BED COMBUSTION INTO DOMESTIC ENERGY

Е.К. Sarsembenov, V.V. Prosvetlyuk, K.V. Menyayev
Pulzunov Altai State Technical University

Abstract. This article discusses the economic issues of introducing a circulating fluidized bed into the domestic energy sector, as well as the prospects for burning fuel in a fluidized bed, the pros and cons of this technology.

Keywords: *FBC, energetic, fuel, economic.*

Технология сжигания топлива в кипящем слое состоит в том, что появляется возможность сжигать низкосортные сорта углей, снизить выбросы оксидов азота и в общем уменьшить капитальные затраты на оборудование. Данная технология начала развиваться в конце первой половины двадцатого века в США.

Идея пришла раньше, чем были поняты все особенности и достоинства данного метода. После этого данную технологию начали развивать. Помимо химической технологии, данный метод получил широкое развитие в большой и малой энергетике.

Основной характерной особенностью технологии сжигания твердых топлив в кипящем слое является наличие значительного количества инертного материала в топке. При скорости газа, превышающей скорость минимального псевдооживления (сила лобового сопротивления соответствует силе тяжести), объем слоя увеличивается, образуются пузырьки газа. Этот режим соответствует пузырьковому кипящему слою. При дальнейшем росте скорости газа пузырьки сливаются, частицы над слоем объединяются в группы с высокой концентрацией. Этот случай соответствует турбулентному кипящему слою. Если частицы улавливаются и возвращаются в слой, циркулируя по замкнутому контуру, то такой режим работы называется циркулирующим кипящим слоем. Расход циркулирующего материала в сотни раз превышает расход газа в системе и в ряде случаев зависит от массы слоя при неизменной скорости газа и размерах частиц.

Благодаря тому, что имеется возможность регулировать режимы работы топки с кипящим слоем (при высоких скоростях газов имеет место быть использование циркуляции, т.е. улавливание и возвращение в топку, расход циркулирующего материала во много раз превышает расход газа в системе) возможно обеспечить сжигание различных топлив, даже низкорекреационных, где количество горючего элемента незначительно по сравнению с инертным движущимся материалом. Низкие температуры и ступенчатое сжигание (недостаток кислорода или газификация в нижней части топки) приводят к резкому снижению образования оксидов азота. Добавка дешевого сорбента – известняка происходит при оптимальной температуре 850–870 С, что дает очень высокую эффективность связывания окислов серы – до 95%. Стоит отметить также, что помимо сжигания низкосортных углей, возможен вариант использование в качестве топлива отходов целлюлозно-бумажной промышленности, нефтяной промышленности, биоотходов, отходов агротехнической промышленности и многое другое. В мире насчитывается более 150 котельных установок, в которых сжигаются различные комбинации топлив и биомасс. Замена в балансе ТЭС 10 % угля биомассой дает такой эффект снижения выбросов CO₂, как если бы КПД по выработке электроэнергии повысился с 40 до 44 %. Масштабное вовлечение биотоплив в энергетический баланс наиболее эффективно путем совместного сжигания ископаемых топлив и биомассы. Самый крупный котел с ЦКС для сжигания биотоплива установлен на электростанции AlholmenKraft (Финляндия). Котел поставки предназначен для сжигания отходов ЦБК. Блок имеет электрическую мощность 240 МВт. При этом до 100 МВт по теплоте потребляет целлюлозно-бумажная фабрика и 60 МВт уходит на нужды города Pietarsaari.

В этом и кроется смысл данного метода, максимальное использование всех возможных ресурсов, увеличение безотходности производств, улучшение эко-

логической обстановки во всем мире. Такие страны, как Китай и Индия на данный момент обладают наибольшим количеством котлов с ЦКС, это обуславливается тем, что нет возможности сжигать качественный уголь и тяжелая экологическая обстановка, вследствие влияния тяжелой промышленности. У большинства это хорошая перспектива, а у ряда стран – самая настоящая необходимость.

Очевидно, что котел с ЦКС имеет большую металлоемкость топки. Меньше температура – значит ниже теплоотвод, больше избыточное давление в низу топки – больше вес металлоконструкций. Кроме того, часть топки футерована, имеется аппарат для улавливания золы и система ее возврата в топку. Однако последние совершенствования технических решений, например упрощенные сепараторы в виде сварных прямоугольных циклонов или швеллерковых сепараторов, применение зольных теплообменников с очень высокой теплоотдачей от движущегося материала к трубам поверхностей нагрева позволили отчасти устранить указанные недостатки. Анализ ряда экономических исследований, выполненных в США, Дании, Польше, Великобритании и России, показал, что в условиях блоков 150–300 МВт при сжигании топлив, требующих применения серо- и азотоочистки, капитальные вложения и себестоимость электроэнергии на ТЭС котлами ЦКС на 7–8% ниже, чем на традиционных блоках. На данный момент, в России нет повсеместной интеграция данной технологии, ее применение обосновывается лишь невозможностью использования других способов.

В настоящее время ведутся разработки инвестиционных предложений по заказу ОГК и ТГК для угольных электростанций. В ряде случаев выполняется сравнение пылеугольных котлов и котлов с ЦКС. Для некоторых топлив, например для сжигания антрацитового штыба на Новочеркасской ГРЭС или отходов углеобогащения на Несветай ГРЭС, альтернативы технологии ЦКС просто не имеется. В других условиях многое определяют топливная база и местные требования по вредным выбросам.

Наметившийся всплеск поставок энергетического оборудования, в том числе и котлов с ЦКС, уже привел к заметному росту цен на них. Наиболее дешевые котлы производят в Китае, где удельные капитальные затраты на все оборудование котельного острова составляют около 300–350 долл./кВт. Для условий России эти затраты должны быть не больше, чем в Польше, – 420 долл./кВт.

Подводя итоги можно сказать, что несмотря на все трудности и проблемы данную тематику необходимо развивать, т.к. исходя из анализа мировых ресурсов видно, что запасы основного добываемого топлива иссякают. Встанет вопрос о необходимости увеличения доли возобновляемых источников. Поэтому в будущем все к этому и придёт, наряду с альтернативными источниками энергии.

Список литературы

1. Рябов Г. А., Литун Д. С. Технологии кипящего слоя для эффективного сжигания и газификации биомассы. ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский инсти-

тут», г. Москва, Россия. Режим доступа:

<http://www.reenfor.org/upload/files/88e018e9bba7a17ce7c0ac8b26c29e00.pdf>

СИСТЕМНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Р.Н. Сафиуллин, В.В. Резниченко

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет*

Аннотация. Экспериментальные исследования проведены с целью определения влияния воздействия энергоинформационного поля, создаваемого генератором тяжелых частиц, на аккумуляторные батареи. Полученные результаты свидетельствуют о увеличении емкости и выходного напряжения Lithium-ion аккумулятора 18650, что указывает на перспективность данных технологий, которые требуют дальнейшего исследования.

Ключевые слова: *энергоинформационное поле, эффективность функционирования, комплексная оценка, транспортные средства.*

SYSTEM EFFECTS OF INFLUENCE OF THE ENERGY INFORMATION FIELD ON THE OPERATING CHARACTERISTICS OF ACCUMULATED BATTERIES

R.N. Safiullin, V.V. Reznichenko

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Annotation. Experimental studies were conducted to determine the impact of the impact of the energy-information field created by the generator of heavy particles on batteries. The results indicate an increase in the capacity and output voltage of the Lithium-ion battery 18650, which indicates the promise of these technologies, which require further research.

Keywords: *energy-informational field, efficiency of functioning, integrated assessment, vehicles.*

Проблема рационального использования топливно-энергетических ресурсов стала одной из важнейших экономических, социальных и технических проблем в современном мире. Развитие парка автотранспортных средств требует постоянного совершенствования (оптимизации) энергоносителей, используемых на автомобильном транспорте.

Цель экспериментальных исследований – определения воздействия энергоинформационного поля, создаваемого генератором тяжелых частиц, на основные параметры Li-ion аккумуляторных батарей.

Объект и методика. Исследования проведены на разработанной кафедрой «Электроэнергетики и Электротехники» факультета инженерной экологии и городского хозяйства Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета экспериментальной установке, в состав которой входит:

- устройство управления и регистрации параметров Li-ion аккумуляторных батарей;

- промышленный (незащищенный) Li-Ion аккумулятор типоразмера 18650 SAMSUNG ICR18650-22FM 2200мАч 3,7В (Корея);
- генератор тяжёлых частиц Козырева (ГТЧК), модель 003;
- дополнительное измерительно-регистрационное оборудование.

При проведении всех экспериментальных исследований использовался Lithium-ion аккумулятор 18650 SAMSUNG, который предназначен для электрооборудования транспортных средств, требующих стабильного напряжения и токовых показателей. Литиевый аккумулятор 18650 обеспечивает высокие токи разряда при малых габаритах и без потери емкости аккумулятор ICR18650-22FM выдерживает до 500 циклов заряд/разряд, после этого его емкость может упасть до 80% от номинальной. Воздействие на Lithium-ion аккумулятор 18650 осуществлялось с помощью генератора тяжёлых частиц Козырева. При воздействии генератора на используемые объекты возникает устойчивый угловой момент, т.е. момент количества движения, являющийся по факту зарядом. Заряд создает вокруг себя «спинорное» поле, в результате чего происходит изменение геометрии «пространство-время».

Поток времени активно взаимодействует с объектом, передавая ему «отпечатки» свойств и структуры тел, с которыми он «сталкивается». Время разупорядочивает тела, нарушает их внутреннюю организацию. В результате происходит гармонизация (повышение эффективности) электрохимических процессов в аккумуляторе, улучшаются его основные показатели, снижается внутреннее сопротивление.

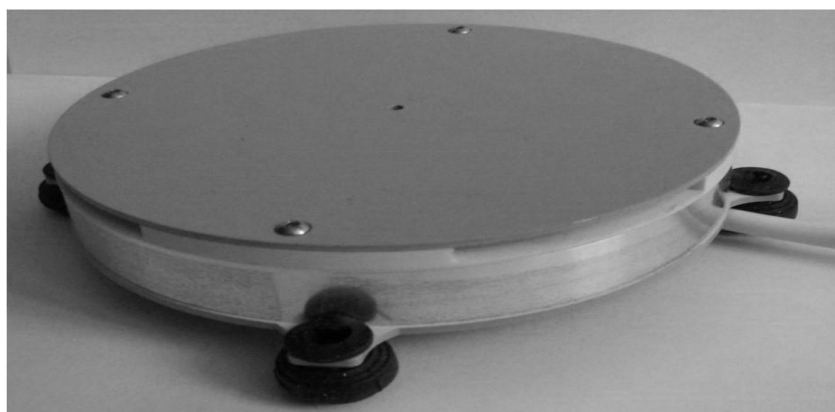


Рис.1. Генератор тяжелых частиц Козырева

Порядок проведения экспериментальных исследований:

1. Определение основных параметров Lithium-ion аккумулятора 18650 без воздействия ГТЧК проводилось с помощью измерительного аппарата BTS-2004 в режиме измерения емкости (рис. 2). Аппарат обеспечивает измерение параметров по току разряда, току заряда с автоматическим поддержанием заряда по программе, времени заряда и разряда, а также автоматический расчет емкости АКБ и измерение внутреннего сопротивления.



Рис.2. Измерительный аппарат BTS-2004

Технические характеристики BTS-2004

Диапазон измерения: 1. напряжение: 0 ~ 10 В (bts-2002h) или 0 ~ 20 В (bts-2004h) минимальное разрешение: 1mV 2. ток: 0 ~ 12а минимальное разрешение: 10мА 3. импеданс: 0 ~ 999ом минимальное разрешение: 0.1m Ом 4. Идентификационный резистор: 0.1 ~ 999.9k Ом минимальное разрешение: 0.1k Ом 5. Емкость: 0 ~ 10000 мАч минимальное разрешение: 1 мАч Тесты скорость: 1. статическое испытание (все функции): 1.1 ~ 2 секунды 2. тест на способность (зарядка и разрядка тока 1с): 3 ~ 4 часа Точность измерения: 1. Напряжение: 10v 0 5% (после калибровки) 2. ток: 2а±2% 10а±5% 3. Сопротивление: 150mΩ±2% 4. Идентификация резистора: 10kΩ±1% 5. Емкость: 10ah 2% Программа питания постоянного тока: 1. Макс. Выходное напряжение: 10 В (bts-2002h) или 20 В (bts-2004h 2. Макс. Выходной ток: 2А 3. Ток гофре: <20мв 4. регулирование нагрузки: <10% 5. Время отклика: 1 s Программа DC-загрузки: 1. Макс. напряжение: 10 В (bts-2002h) или 20 В (bts-2004h) 2. Макс. ток: 2А (непрерывная) 10А (10 секунд) 3. Максимальная мощность: 40 Вт (непрерывная) 80 Вт (10 секунд) Напряжение питания: 220v 10 50 50 Гц Потребляемая мощность: 50Вт (максимальная).

Основные параметры Lithium-ion аккумулятора 18650 без воздействия ГТЧК представлены в табл.1.

Таблица 1

Характеристика Lithium-ion аккумулятора 18650

Типоразмер	18650
Производитель	Samsung
Модель	ICR18650-22F
Емкость, мАч	2200
Напряжение ном., В	3,6
Ток разряда макс., А	4.4
Типоразмер	18650
Ток заряда макс., А	2,2
Емкость мин. (мАч)	2150
Напряжение макс., В	4,2 ± 0,05
Напряжение мин., В	2,75
Ток разряда std., А	2.2
Метод заряда	CC/CV
Ток заряда std., А	1,1
Выводы для монтажа	нет
Температура заряда	-10 ... 50
Температура эксплуатац.	-20 ... 70
Размеры, мм	65 x 18,4
Вес, гр	50
Гарантия, м.	б/г

Таблица 2

Характеристика разряда Lithium-ion аккумулятора 18650

Ток разряда					
	1С	5А	10А	15А	20А
Энергия (Wh)	10.44	10.27	9.98	9.66	9.33
Среднее напряжение (V)	3.53	3.48	3.39	3.31	3.24
Ёмкость (Ah)	2.953	2.950	2.945	2.917	2.879
Темп (°С)	33.7	41.0	60.9	81.2	99.4
Время (мин.)	59.1	35.4	17.7	11.7	8.6

Таблица 3

Измеренные параметры Lithium-ion аккумулятора 18650

Тип		INR18650-30Q
Химия		NCA
Размер (мм)	Diameter	18.33±0.07
	Height	64.85±0.15
Вес (г)		45.6
Начальная ИК (мом переменного тока 1 кГц)		13.13±2
Начальная ИК (мом переменного тока (10А-1А))		19.94±2
Номинальное напряжение (В)		3.61
Метод заряда (100 мА отсечка)		CC-CV (4.2±0.05В)
Время зарядки	Стандартное (мин), 0.5С	134мин
	Быстрое (мин), 4А	68мин
Ток заряда	Стандартный ток (А)	1.5
	Максимальный ток (А)	4.0

Разряд	Конечное напряжение (V)	2,5
	Макс. прод. ток (A)	15
Номинальная мощность заряда	Стандартная (mAh) (0.2C)	3,040
	Номинальная (mAh) (10A)	2,983

Определение основных параметров Lithium-ion аккумулятора 18650 при воздействии ГТЧК проводилось с помощью измерительного аппарата BTS-2004.

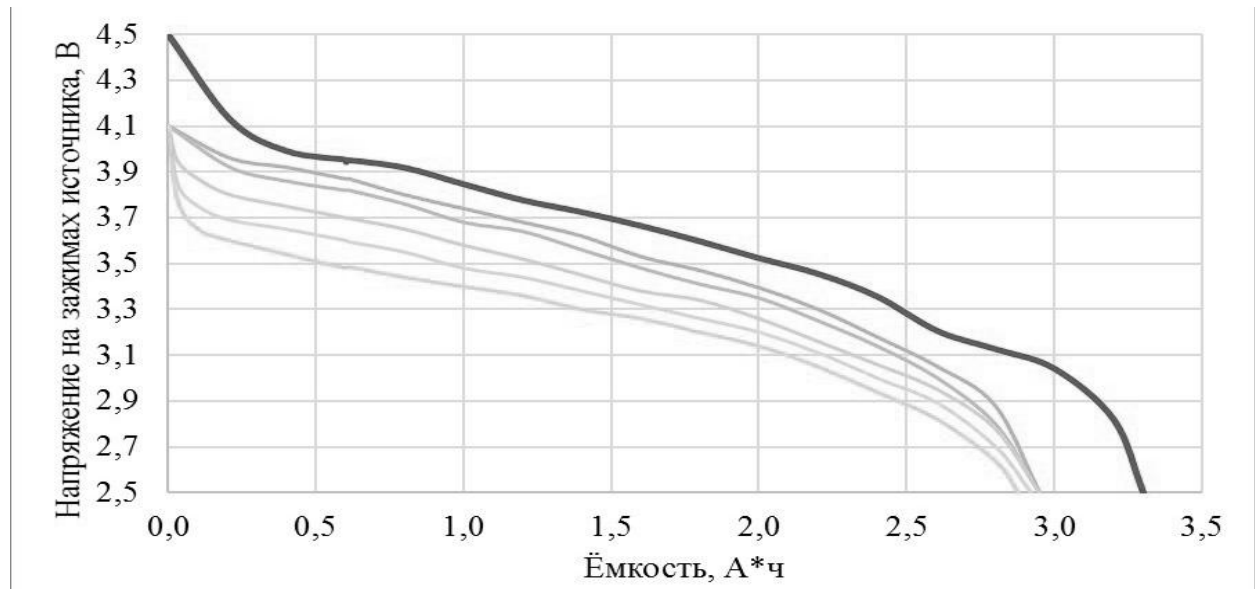


Рис.3.Разрядная характеристика Lithium-ion аккумулятора 18650 после воздействия ГТЧК

В ходе испытаний выявлено и зафиксировано устойчивое увеличение емкости Li-ion АКБ. С параметрами 2600 мА/ч Li-ion АКБ, обработанные в потоке ГТЧК увеличивали емкость до 3600 мА/ч. Это были аккумуляторы, предоставленные заказчиком и не маркированные производителем. Такие аккумуляторы отбирались из общего состава по критерию внутреннего сопротивления не выше 80 мОм. В ходе исследований с аккумуляторами компании **Каюо** было получено увеличение емкости с 2600 мА/ч до 3400 мА/ч.

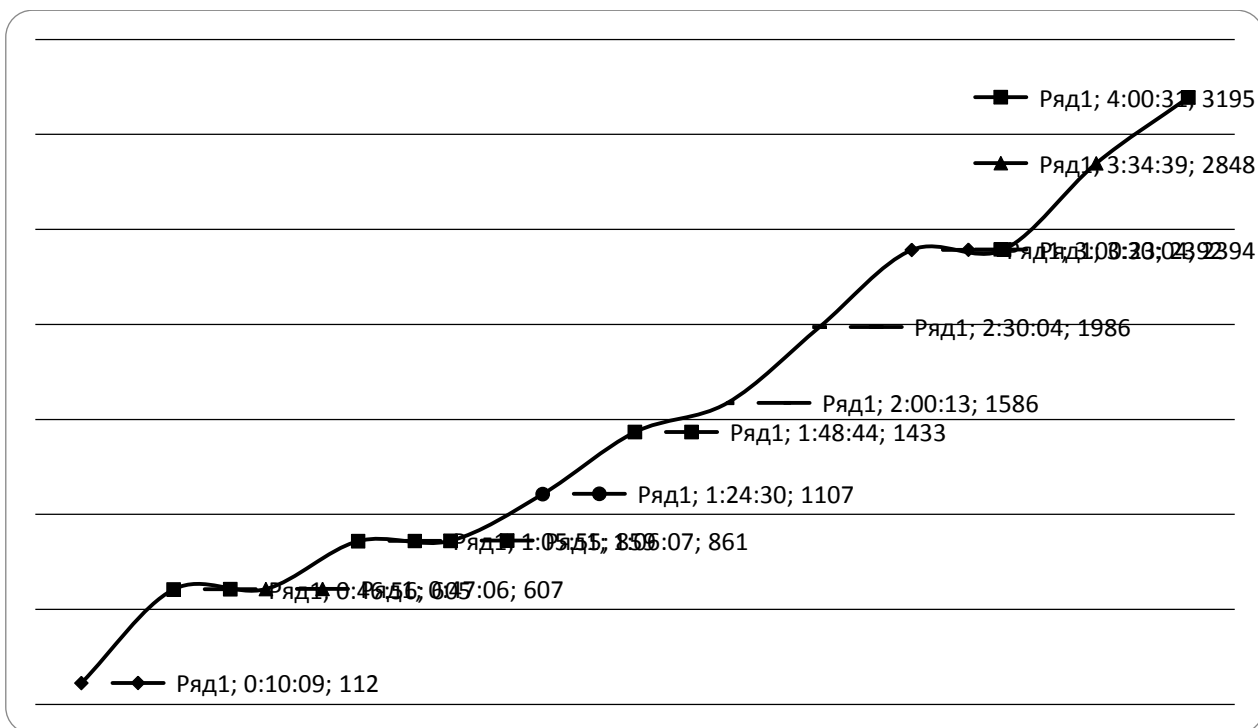


Рис.4. Зависимость изменения емкости Lithium-ion аккумулятора 18650 от времени воздействия ГТЧК

Таблица 5

Экспериментальные данные после воздействия ГТЧК

№	U	I	C	Time
1	4,5	1,993	0	0
2	4,130	1,993	0,209	00:07:58
3	3,993	1,999	0,400	00:13:41
4	3,955	1,993	0,599	00:19:39
5	3,945	1,998	0,602	00:19:44
6	3,953	1,997	0,611	00:20:00
7	3,920	1,997	0,800	00:25:41
8	3,848	1,993	1,000	00:31:39
9	3,778	1,995	1,201	00:37:39
10	3,726	1,998	1,400	00:43:36
11	3,666	1,993	1,601	00:49:37
12	3,598	1,998	1,801	00:55:36
13	3,525	1,997	2,000	01:01:33
14	3,456	1,998	2,201	01:07:32
15	3,357	1,998	2,400	01:13:31
16	3,206	1,997	2,605	01:19:36
17	3,128	1,997	2,800	01:25:24
18	3,042	1,997	3,000	01:31:26
19	2,820	1,993	3,200	01:37:25
20	2,500	1,993	3,300	1:49:01

Выводы: На основании экспериментальных исследований воздействия ГТЧК на Li-ion аккумуляторные батареи можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Установлено изменение параметров Lithium-ion аккумулятора 18650, влияющих на разрядную характеристику. Предположительно характер изменения параметров Lithium-ion аккумулятора 18650 при воздействии генератора (ГТЧК) можно объяснить на основе принципов квантовой физики. В этой связи представляется научно-обоснованная гипотеза о том, что при работе ГТЧК (воздействии на тела) возникает устойчивый угловой момент, количества движения, создающий вокруг себя поле, указанный момент на самом деле является зарядом, который приводит к изменению геометрии структуры, упорядочиванию движения электронов Lithium-ion аккумулятора 18650.

2. При воздействии ГТЧК происходит снижение сопротивления, что положительно влияет на увеличение емкости и выходного напряжения Lithium-ion аккумулятора 18650.

3. Полученные результаты предварительных экспериментальных исследований указывают на существенное (10-15%) увеличение емкости Lithium-ion аккумулятора 18650, что положительно, например, скажется на запасе хода транспортных средств, работающих на электрической тяге (электромобили).

4. На рисунке 3 представлены результаты исследований. Снижение сопротивления Lithium-ion аккумулятора 18650 указывает на увеличение емкости и выходного напряжения.

5. Для корректной оценки механизма воздействия ГТЧК на параметры и характеристики Lithium-ion аккумулятора 18650 необходимо проведение дальнейших комплексных исследований.

Список литературы

1. Руководство по системной технике для автоматизации зданий и домов. Основы / Центральный Союз немецких электротехников и IT-технологов (ZVEN). – 5-е издание. – 2006. – 193 с.

2. Концепция интеллектуального здания. Технология KNX. Часть I: учебное пособие/ А. Е. Епишкин, С.-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб.: СПбГАСУ, 2016. – 87с.

3. Сафиуллин Р.Н., Керимов М.А. Средства фотовидеофиксации нарушений ПДД: нормативное регулирование и практика применения: монография [Средства фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения: регулирование и практика] М.А. Керимов, Р.Н. Сафиуллин – Москва: Директ-Медиа, 2016, - 355С..

4. Комнатный контроллер с дисплеем [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://jungstore.ru/4093KRMTSD/>, свободный.

5. Сафиуллин Р.Н., Керимов М.А. Интеллектуальные бортовые системы на автомобильном транспорте, 2017, Директ -Медиа, с. 355

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Р.Н. Сафиуллин, В.В. Резниченко, Э.Л. Хисамутдинова, Е.С. Сухих
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет*

Аннотация. На основании системного анализа определены методологические подходы к совершенствованию системы мониторинга и управления энергетическими ресурсами при функционировании интеллектуальных зданий и сооружений. Результатом проведенного исследования является серверный центр снижения затрат на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений, мониторинга энергопотребителей в реальном времени и прогнозирование расхода электроэнергии интеллектуальных зданий ИСЗ (СЦНЗЭ МТП ИСЗ), который обеспечит накопление таких данных остро необходимых для выполнения многих видов планирования энергосбережения ресурсов и позволит повысить обоснованность управленческих решений, в том числе прогнозировать эффект введения ориентированных технологий в процесс эффективного управления энергоресурсами.

TO THE QUESTION OF THE FORMATION OF THE METHODOLOGICAL SUPPORT OF THE PROCESSES OF MANAGING THE ENERGY RE- SOURCES OF INTELLIGENT TECHNICAL SYSTEMS OF BUILDINGS AND STRUCTURES

*R.N. Safiullin, V.V. Reznichenko, E.L. Khisamutdinova, E.S. Sukhikh
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*

Annotation. Based on the system analysis, methodological approaches to the improvement of the system for monitoring and managing energy resources in the operation of intelligent buildings and structures are determined. The result of the study is a server center for reducing the cost of energy consumption during the operation of engineering systems and electrical equipment of intelligent buildings and structures, monitoring of energy consumers in real time and prediction of electrical energy consumption of intelligent buildings of the satellite (SSTNZE MTP AES), which will ensure the accumulation of such data accomplishment of many types of planning of energy saving of resources and will increase the validity of management decisions, including among other things, to predict the effect of introducing oriented technologies into the process of efficient energy resource management.

Основой актуальных теоретических исследований по снижению издержек на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений, и как следствие, снижение негативного влияния на окружающую среду, в условиях интенсивно изменяющихся количественных и структурных параметров интеллектуальных технических средств при ограниченности градостроительных изменений исторически сложившихся целегенерирующих зон стали как Федеральные, так и региональные целевые программы модернизации энергетической системы в рамках программы «Умный Санкт-Петербург».

Автоматизация зданий в мире достигла высокого уровня, в России данное направление также набирает все большие обороты. На рынке систем «умных домов» существует огромное множество предложений, отличающихся друг от друга своим функционалом, средой передачи данных, сложностью структуры и т.д. Актуальность рассмотренной темы обусловлена тем, что применение систем автоматизации, позволяющих эффективно управлять инженерными системами зданий, востребовано как при реставрации существующих электроустановок, так и при проектировании новых. Эффективное управление такими системами здания, как освещение, отопление и кондиционирование позволяет снизить затраты на электроэнергию, а также способствует повышению комфорта при длительном пребывании человека в помещении.

Отсутствие единых требований и стандартов к применяемым средствам и создаваемым автоматическим системам приводит к путанице в понятиях и к появлению оборудования, а вместе с этим и программного обеспечения сомнительного качества и функционала. На основании проведенного исследования [2] разработаны методологические основы и предложения по рациональному применению и совершенствованию интеллектуальных технических средств для эффективного управления энергетическими ресурсами. Данные рекомендации содержат разработанные методики, алгоритмы действий по выбору и рациональному функционированию интеллектуальных технических средств, предусматривают конкретные мероприятия по их совершенствованию. Объективная необходимость научного обоснования и создания методологии инновационных технических и технологических решений обеспечения снижения затрат на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений в сложившихся условиях изменений его количественных, качественных и структурных параметров в крупных городах, поставлена заданиями Федеральных и региональных целевых программ. Основные задачи программ: повышение сбалансированности, эффективности управления энергетическими ресурсами при функционировании интеллектуальных зданий и сооружений, как части энергетической системы, обеспечивающей национальные интересы страны.

Выполнение программных мероприятий должно позволит на 30- 35 % снизить затраты на энергопотребление при функционировании энергетической системы. Реализация программ позволило провести институциональные преобразования, дальнейшее развитие производства высокотехнологичных компонентов и материалов, ввести государственные стандарты, отвечающие международным требованиям и обеспечить совершенствование научно-технического, кадрового потенциала.

В практике долгосрочных программ снижения затрат на энергопотребление зданий и сооружений, разработанных в последние годы в США, а также в европейских странах рассматривается не только развитие дорогостоящей инфраструктуры, но и мероприятия по формированию контроля ориентированного поведения участников процесса реализации программы. Опыт европейских городов показывает, что технические решения направленные на сни-

жения затрат на энергопотребление зданий и сооружений, в ближайшем будущем существенно ограничат. Эти обстоятельства создают объективную необходимость интеграции ориентированных технологий уменьшения потребления энергоресурсов в управлении энергетическими сетями зданий на основе системноцелевого подхода к процессу. В основе данного подхода — положение о взаимосвязи работы интеллектуальных технических средств и образующейся при ее функционировании экономия энергоресурсов (в общей постановке) и, следовательно, возможности совместной оптимизации этих процессов. Модели, связывающие работу интеллектуальных технических средств (P_{tr}) и размера затрат на энергоресурсы (R_{ε}), составляют нормативно-целевой базис альтернативных реализаций сценариев их совершенствования. Критерии оптимизаций основываются на обобщающих технических и энергетических показателях данного процесса. В процессе управления энергетическими ресурсами интеллектуальных зданий и сооружений можно выделить три иерархических уровня процесса: на региональном мегауровне, на локальном макроуровне и на индивидуальном микроуровне (рис.1).

На каждом уровне процесс управления энергетическими ресурсами оптимизируется по следующим критериям:

Объем систем автоматизации, позволяющих эффективно управлять инженерными системами зданий в n -й период не должен противоречить сохраняющейся тенденции увеличения потребления энергоресурсов в последующем $n + 1$ периоде $P_{mp(n+1)} > P_{mp(n)}$ ($P_{mp(n)}$ не равно 0);

размера затрат на энергоресурсы (R_{ε}), $R_{\varepsilon} < R_{\varepsilon d} = f(c_p)$ не должен быть больше размера, которые могут создавать, не превышающие допустимых .

Для уровней установлены также общие ограничения: $A_{2i} \in A_{3i}$ и $L_{1k} \in L_{2k}$.

Оптимизационные модели имеют следующий вид:

Уровень 3:

$$\begin{aligned} P_3 &= \sum f(A_{31}, A_{32}, \dots, A_{3n}; W_{31}, W_{32}, \dots, W_{3n}); \\ R_3 &= \sum f(A_{31}, A_{32}, \dots, A_{3n}; r_{31}, r_{32}, \dots, r_{3n}), (1) \end{aligned}$$

где A_{3i} , - количество интеллектуальных систем зданий (ИСЗ) i -х; W_{3i} и r_{3i} - соответственно, объем автоматизации и размера снижения затрат одной единицы i -х ИСЗ за календарный период.

Уровень 2:

$$\begin{aligned} P_2 &= \sum f(q_{21}, q_{22}, \dots, q_{2n}; A_{21}, A_{22}, \dots, A_{2n}); \\ R_2 &= \sum f(g_{21}, g_{22}, \dots, g_{2n}; N_{21}, N_{22}, \dots, N_{2n}), (2) \end{aligned}$$

где q_{2i} и g_{2i} - соответственно, объем автоматизации и размера снижения затрат от функционирования одной единицы i -х ИСЗ, A_{2i} и N_{2i} - число i -х ИСЗ ;

Уровень 1:

$$\begin{aligned} P_1 &= \sum f(\omega_{11}, \omega_{12}, \dots, \omega_{1n}; tp_{11}, tp_{12}, \dots, tp_{1n}), \\ R_1 &= \sum f[T_2 g_{1i} + g_{1i} (tp_{11}, tp_{12}, \dots, tp_{1n})], \end{aligned}$$

где g_{1i} и g_{1i} - размера снижения затрат от функционирования одной единицы i -х ИСЗ; ω_{11} и tp_{11} - часовая производительность и время работы i -х ИСЗ под управлением оператора.

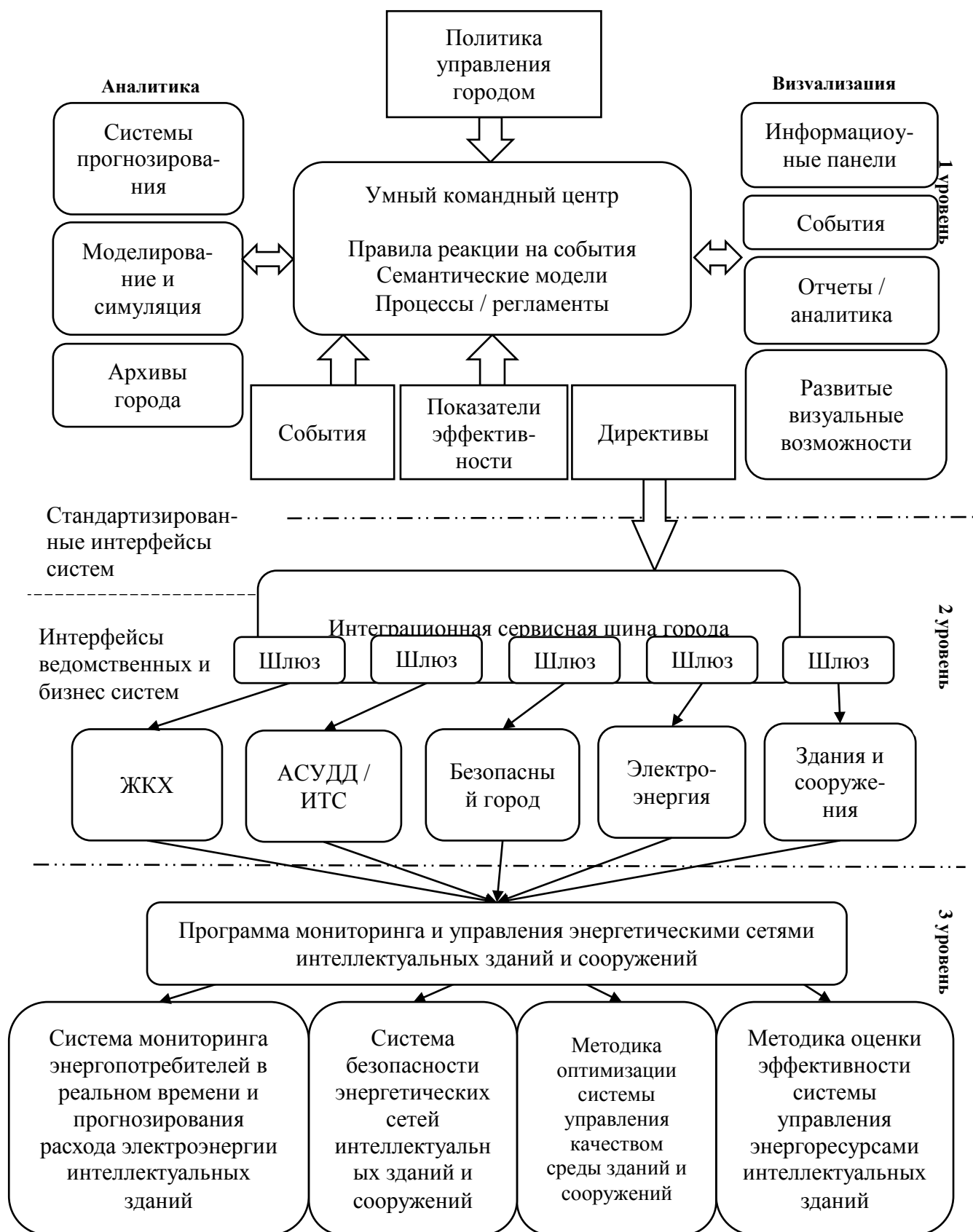


Рисунок 1. Иерархические уровни управления энергетическими ресурсами интеллектуальных зданий и сооружений.

Рассмотрим разработанные методики системы мониторинга и управления энергетическими сетями интеллектуальных зданий и сооружений с целью по-

вышения эффективности управления энергетическими ресурсами на каждом уровне по критериям снижения издержек на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений (рис.2).

На уровне 3 оптимизируется численность и состав ИСЗ. Структура ИСЗ должна соответствовать условиям ($C < C_d$). Моделирование проводится как для отдельных зданий и сооружений, так и жилых районов, микрорайонов, с изменяющимся соотношением численности ИСЗ, соответствующих нормам.

На уровне 1 оптимизируется режим функционирования отдельного помещения здания. Подбор ИСЗ по этим критериям позволяет выполнять оптимальную работу с минимумом режимов, не обусловленных процессом энергосбережения.

При комплексном решении проблемы снижения издержек на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений на основе построения трехуровневых оптимизационных моделей необходима единая база данных, сформированных в понятиях предметной области на всех уровнях процесса управления энергоресурсами, обеспечивающая возможность системного анализа развития ситуации энергетической сети, - серверный центр снижения издержек на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений, мониторинга технологического процесса применения ИСЗ.

Для снижения затрат на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений предложено создание в составе информационной автоматизированной системы (ИАС) единой базы данных – серверного центра снижения затрат на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений, мониторинга энергопотребителей в реальном времени и прогнозирование расхода электроэнергии интеллектуальных зданий ИСЗ (СЦНЗЭ МТП ИСЗ), (рис. 2). СЦНЗЭ МТП ИСЗ должен обеспечить возможность сбора обобщенной информации, ее формирования в понятиях предметной области 3-х уровней процесса управления энергетическими ресурсами и системного анализа размера затрат и ситуации по энергосбережению в регионе. Сбор информации для СЦНЗЭ как компонента интеллектуальной системы зданий и сооружений может выполняться по данным периодических проверок технического состояния ИСЗ, при разрешении на установку, по результатам оперативного мониторинга состояния энергосбережения передвижными лабораториями, контроля по навигационной информации системы ГЛОНАСС/GPS. Для приема, архивирования информации и моделирования сценариев развития ситуаций энергосбережения могут быть использованы продукты ГИС-технологий.

Таким образом, в результате проведенного исследования определены методологические подходы к совершенствованию системы мониторинга и управления энергетическими ресурсами при функционировании интеллектуальных

зданий и сооружений. Предложенный серверный центр снижения затрат на энергопотребление в процессе эксплуатации инженерных систем и электрооборудования интеллектуальных зданий и сооружений, мониторинга энергопотребителей в реальном времени и прогнозирования расхода электроэнергии интеллектуальных зданий ИСЗ (СЦНЗЭ МТП ИСЗ) обеспечит накопление таких данных остро необходимо для выполнения многих видов планирования энергосбережения ресурсов и позволит повысить обоснованность управленческих решений, в том числе прогнозировать эффект введения ориентированных технологий в процесс эффективного управления энергоресурсами.



Рисунок 2. Структурно-функциональная схема автоматизированной информационной базы данных СЦНЗЭ.

Список литературы

1. Руководство по системной технике для автоматизации зданий и домов. Основы / Центральный Союз немецких электротехников и IT-технологов (ZVEN). – 5-е издание. – 2006. – 193 с.
2. Концепция интеллектуального здания. Технология KNX. Часть I: учебное пособие/ А. Е. Епишкин, С.-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб.: СПбГАСУ, 2016. – 87с.
3. Руководство по планированию систем автоматизированного управления зданием. Архитектура LonWorks [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://dionabms.ru/file_manager/solutions/lon_manual.pdf,
4. KNX тренинг для проектировщиков. Schneider Electric: методическое пособие/ Тронд Хейем – М.: 2017. – 168с.
5. Сафиуллин Р.Н., Керимов М. А Средства фотовидеофиксации нарушений ПДД: нормативное регулирование и практика применения: монография [Средства фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения: регулирование и практика] М.А. Керимов, Р. Н. Сафиуллин – Москва: Директ-Медиа, 2016, - 355С..
6. Комнатный контроллер с дисплеем [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://jungstore.ru/4093KRMTSD/>, свободный.
7. Сафиуллин Р. Н., Керимов М. А. Интеллектуальные бортовые системы на автомобильном транспорте, 2017, Директ -Медиа, с. 355
8. IP-роутер KNX [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://vellmart.net/product/0042618>, свободный.
9. Релейный актуатор компактного исполнения [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <https://shop.iqcomfort.ru/umnii-dom/zennio/aktuatori>, свободный.
10. Актуатор управления отоплением [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.tek-el.ru/catalog/item/716089>, свободный.
11. Шлюз IntesisBox [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://knx-trade.ru/catalog-intesis/485-me-ac-knx-1-v2.html>, свободный.
12. Тарифы на электроэнергию по Санкт-Петербургу [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.pes.spb.ru/for_customers/electricity_tariffs/electricity_tariffs_for_st_petersburg/, свободный.

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ КРУПНЫХ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ЦЕЛЯХ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Н.А. Серебряков, С.О. Хомутов

ФБГОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул

Аннотация. Данная статья посвящена проблеме краткосрочного прогноза потребления электроэнергии крупных сельхозтоваропроизводителей. Рассмотрены вопросы выбора оптимальной архитектуры и алгоритма обучения искусственной нейронной сети. Произведена

оценка влияния скорости обучения и момента инерции на схождение алгоритма к глобальному минимуму на поверхности ошибки. Рассмотрена возможность применения ансамбля искусственных нейронных сетей для повышения качества краткосрочного прогнозирования.

Ключевые слова: потребление электроэнергии, факторы, группа точек поставки электроэнергии, искусственная нейронная сеть, алгоритм обучения.

APPLICATION OF ADAPTIVE ALGORITHM FOR IMPROVING THE QUALITY OF FORECASTING ELECTRIC LOAD OF MAJOR AGRICULTURAL PRODUCERS TO REDUCE THE CONSUMPTION OF PRIMARY ENERGY RESOURCES

N.A. Serebryakov, S.O. Khomutov

Altai State Technical University named after I.I. Polzunov

Russian Federation, Altai Territory, Barnaul

Abstract. This article is devoted to the problem of short-term forecast of electricity consumption by large agricultural producers. The questions of choosing the optimal architecture and learning algorithm of an artificial neural network have been considered. The influence of the learning rate and the moment of inertia on the convergence of the algorithm to the global minimum on the error surface was estimated. The possibility of using an ensemble of artificial neural networks to improve the quality of short-term forecasting is considered.

Keywords: *electricity consumption, factors, delivery point cluster, artificial neural network, learning algorithm.*

Проблема прогнозирования потребления электроэнергии стала намного актуальнее при введении в РФ рыночной электроэнергетики. В настоящее время большая часть объемов электроэнергии торгуется на конкурентных спотовых рынках. Цена на электроэнергию изменяется в режиме реального времени в зависимости от текущих условий. Правилами ОРЭМ обусловлена необходимость прогнозирования собственного потребления электроэнергии на следующие сутки. На основании планов покупателей системный оператор загружает наиболее дешевое генерирующее оборудование, а также выбирает оптимальный режим работы электрических сетей. Ошибки прогноза потребления электроэнергии влекут за собой необоснованные пуски и остановки генерирующего оборудования, которые влекут за собой перерасход первичных энергоресурсов (уголь, газ, мазут) на выработку электроэнергии, а также увеличивают потери электроэнергии в электрических сетях. Следовательно, покупатели на ОРЭМ обязаны оплачивать отклонения фактического потребления электроэнергии от планового.

На сегодняшний день разработано множество алгоритмов для анализа и прогнозирования временных рядов. В то же время ни один из них нельзя назвать универсальным. Большинство алгоритмов не отвечает требованию высокой точности прогнозирования в условиях постоянно изменяющейся конъюнктуры рынка электроэнергии. В связи с возросшей мощностью персональных компьютеров (ПК) появилась возможность применения нейросетевых алгоритмов для анализа временных рядов. Операции над матричными данными, описывающие прохождение сигнала через нейронную сеть, на современном ПК выполняются за считанные секунды. Искусственные нейронные сети (ИНС) яв-

ляются мощным инструментом для распознавания образов, аппроксимации и прогнозирования временных рядов. На основании исследований [1], [2] можно сделать вывод, что нейронные сети различной архитектуры позволяют выполнять краткосрочное прогнозирование потребления электроэнергии с точностью, сопоставимой с точностью прогноза, выполненного методом экспертных оценок.

К достоинствам нейросетевых алгоритмов краткосрочного прогнозирования электрической нагрузки можно отнести: на порядок более высокая скорость прогнозирования, автоматизации процесса прогнозирования и сбора исходных данных (данных о фактическом потреблении электроэнергии группы точек поставки (ГТП), данных о метеорологических условиях, данных о типе дня недели и длительности светового дня), исключение ошибок в следствии человеческого фактора.

На сегодняшний день создано большое количество искусственных нейронных сетей различной архитектуры. Существует несколько парадигм обучения: обучение с учителем, обучение на основе самоорганизации, обучение с подкреплением. Для решения задачи прогнозирования потребления электроэнергии на сутки вперед хорошо подходит парадигма обучения с учителем, так как мы имеем желаемый отклик нейронной сети – фактический суточный график электрической нагрузки за предыдущие периоды.

После выбора парадигмы обучения сети, необходимо выбрать архитектуру нейронной сети. Для задачи анализа прогнозирования временных рядов хорошо подходят многослойные персептроны прямого распространения сигнала. Многослойные персептроны хорошо зарекомендовали себя при решении схожих, с прогнозированием временных рядов, практических задач, таких как распознавание рукописного текста (MNIST) и объектов на изображениях (CIFAR-10). На рисунке 1 представлена структурная схема многослойного персептрона.

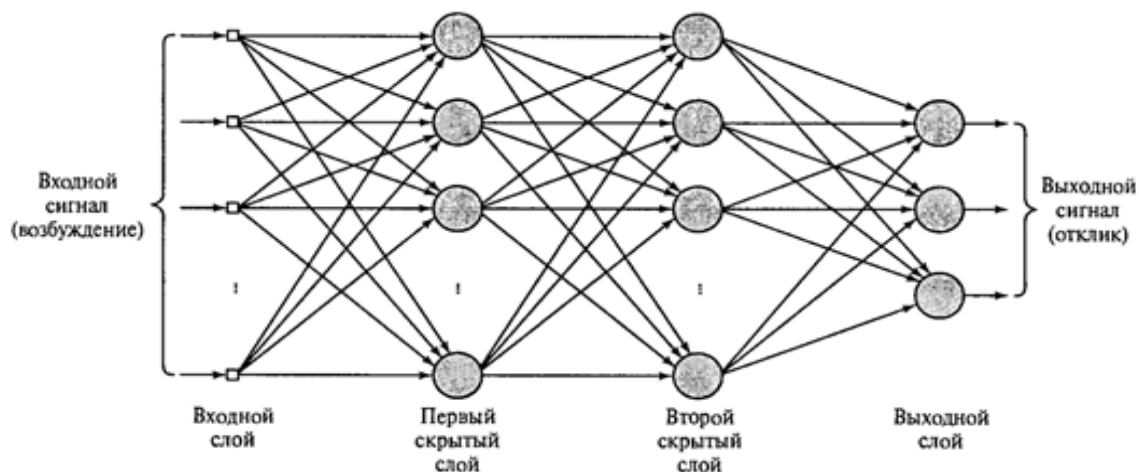


Рис. 1 – Структурная схема многослойного персептрона

Многослойный персептрон, изображенный на рисунке 1, имеет несколько гиперпараметров: момент инерции, скорость обучения ИНС, количество скры-

тых слоев, количество нейронов в каждом скрытом слое, наличие смещения функции активации. Выбор оптимального значения всех гиперпараметров является важнейшей задачей при проектировании ИНС. Несмотря на то, что математическое описание работы многослойных персептронов произошло в середине XX-го века, до сих пор нет формализованных методов определения гиперпараметров. Существуют лишь практические рекомендации, основанные на практике применения ИНС. Поэтому процесс проектирования нейронной сети является творческой работой. Нередко оптимальную архитектуру сети, то есть количество скрытых слоев и количество нейронов в каждом слое, выбирают на основе многочисленных экспериментов с обучающей и тестовой выборкой.

Обучение многослойного персептрона осуществляется с помощью алгоритма обратного распространения ошибки (SGD). Процесс обучения ИНС, в данном случае, характеризуется коррекцией весов между нейронами на основании градиентного спуска на поверхности ошибок:

$$\Delta w_{ij}(n) = \eta \delta_j(n) y_i(n) + \alpha \Delta w_{ij}(n-1), \quad (1)$$

где $\Delta w_{ij}(n)$ – корректировка веса взаимодействия между нейронами i и j на шаге обучения n .

η – параметр скорости обучения;

$\delta_j(n)$ – локальный градиент нейрона j ;

$y_i(n)$ – отклик нейрона i ;

α – момент инерции;

Из выражения (1) следует, что особо важное значение имеет выбор оптимальной скорости обучения и момента инерции. Параметр скорости обучения определяет величину корректировки веса на данном шаге обучения. Момент инерции оказывает стабилизирующий эффект:

- если на двух последовательных шагах обучения ($n-1$ и n) знак локального градиента $\delta_j(n)$ не изменяется, то за счёт постоянной момента инерции величина корректировки веса увеличивается в данном направлении;

- если на двух последовательных шагах обучения ($n-1$ и n) знак локального градиента $\delta_j(n)$ изменяется (окрестность глобального минимума на поверхности ошибки), то за счёт постоянной момента инерции величина корректировки веса уменьшается;

На рисунке 2 представлен градиентный спуск по поверхности ошибки при различных значениях скорости обучения и момента инерции.

Из рисунка 2 можно сделать вывод, что выбор оптимального параметра скорости обучения и момента инерции определяет способность ИНС, обучаемой с помощью алгоритма обратного распространения ошибки, «спуститься» по поверхности ошибки к глобальному минимуму. «Застревание» алгоритма обучения в локальном минимуме и в окрестности глобального минимума на поверхности ошибки является главным препятствием к повышению качества краткосрочного прогнозирования электрической нагрузки с помощью много-

слоя перцептрона. Современные инструменты машинного обучения позволяют реализовать алгоритм обратного распространения ошибки с адаптивными, в процессе обучения, параметрами скорости обучения и постоянной момента инерции (ADAM). Данный алгоритм позволяет более эффективно проходить локальные минимумы. Также, использование ансамблей нейронных сетей (несколько параллельно-работающих ИНС, отклик которых усредняется) позволяет снизить ошибку краткосрочного прогноза электропотребления.

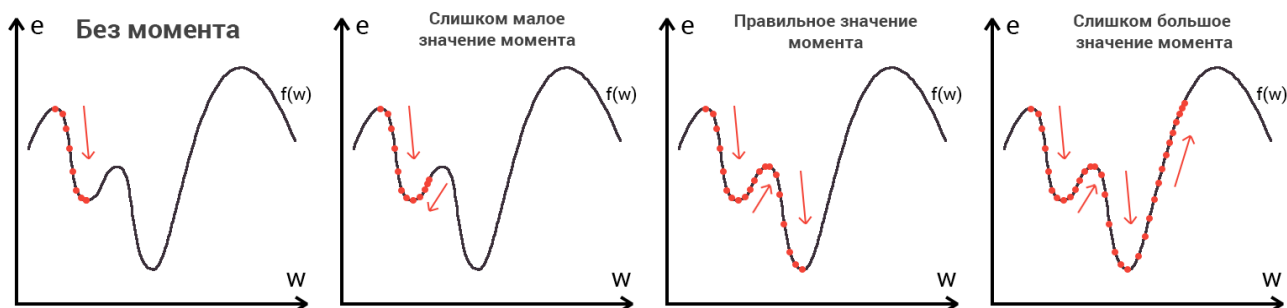


Рис. 2 – Градиентный спуск по поверхности ошибки при различных значениях скорости обучения и момента инерции

Прогнозирование почасового потребления электроэнергии ГТП на сутки вперед, включающей сельскохозяйственных производителей и население, является многофакторной задачей. Методом экспертных оценок были определены основные влияющие факторы: порядковый номер дня в году, порядковый номер дня в недели, час суток, ветро-холодовой индекс, дисперсия температуры, длительность светового дня, освещенность (облачность), наличие или отсутствие осадков, ремонты на сетевом оборудовании, режим работы крупных сельхоз потребителей, фактическое почасовое потребление электроэнергии за предыдущие периоды.

Фактические величины данных факторов представляют собой статистическую базу, на основе которой происходит обучение многослойного перцептрона. Предварительная обработка и правильное кодирование всех влияющих факторов является залогом успешного обучения ИНС.

Рассмотрим практическую реализацию теоретических выкладок. ИНС различной архитектуры и конфигурации были реализованы с помощью библиотеки машинного обучения Tensorflow Keras на языке программирования Python 3.6. В таблице 1 представлены результаты прогнозирования почасового потребления электроэнергии ГТП на сутки вперед.

На основании таблицы 1 можно сделать вывод, что точность прогноза, полученного с помощью ИНС с различными значениями гиперпараметров, сопоставима с точностью, полученной методом экспертных оценок. Применение адаптивной скорости обучения и момента инерции, а также ансамбля ИНС, действительно позволяет уменьшить ошибку краткосрочного прогнозирования.

Результаты прогнозирования почасового потребления электроэнергии ГТП
на сутки вперед

Дата 04.04.2018	3 слоя (SGD)	4 слоя (SGD)	4 слоя (ADAM)	Ансамбль SGD	Ансамбль ADAM	Метод экс- пертных оценок
Ошибка прогноза MAE, %	0.77	0.75	0.7	0.7	0.69	0,76

Увеличение точности краткосрочного прогнозирования почасовых объемов потребления электроэнергии ГТП позволит увеличить прибыль энергосбытовой компании, снизить цену на электроэнергию для конечного потребителя, а также уменьшить потребление первичных энергоресурсов на выработку электроэнергии. Важнейшей составляющей прогнозирования электрической нагрузки является анализ факторного пространства. Даже самые мощные инструменты обработки информации не способны давать адекватные результаты прогноза без хорошо подготовленной статистической базы данных. Только после этапа предварительной обработки статистических данных можно переходить к выбору инструмента обработки данной информации. ИНС хорошо зарекомендовали себя при решении задачи анализа временных рядов. На основании данной работы можно сделать вывод, что многослойный персептрон с правильно подобранными значениями гиперпараметров позволяет добиться увеличения качества краткосрочного прогнозирования электрической нагрузки.

Список литературы

1. Гофман А.В. Повышение точности краткосрочного и оперативного прогнозирования электропотребления энергосистемы с применением искусственной нейронной сети / А. В. Гофман, А. С. Ведерников, Е. С. Ведерникова // Электрические станции, 2012, № 7, С. 36-41.
2. Надтока И.И. Краткосрочное прогнозирование электропотребления с помощью метода наименьших квадратов опорных векторов (LS-SVM) / И. И. Надтока, Б. М. Аль Зихери // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. - 2013, № 6. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/113-11213>.

УДК 62.593

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ ПРИВОДЕ РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ В ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ

А.Н. Сиротенко, С.А. Партко

Донской государственный технический университет

Аннотация. Рассмотрен частный вопрос энергосбережения в пневматическом приводе. Применен способ торможения противодавлением, с постоянной массой заключенного в полостях пневмодвигателя воздуха и рекуперацией энергии в дополнительный объем. Для повышения технологичности и рационализации параметров торможения дополнительный

объем имеет два регулируемых начальных параметра - давление и объем. Энергосбережение достигается рекуперацией энергии торможения, а рационализация параметров торможения - за счет подбора начальных параметров дополнительного объема. Представлена математическая модель, описывающая динамические процессы, происходящие в пневматическом приводе при торможении противодавлением, с учетом изменяемых начальных параметров тормозного объема. Получены зависимости скорости выходного звена, давлений и температур в полостях пневмопривода от начальных параметров дополнительного объема.

Ключевые слова: *пневматический привод, рекуперация, энергосбережение, противодавление, дополнительный объем.*

ENERGY SAVING IN PNEUMATIC ACTUATOR WITH ENERGY RECOVERY IN A ADDITIONAL VOLUME

A.N. Sirotenko, S.A. Partko
Don State Technical University

Annotation. The question of energy saving in the pneumatic drive is considered. The method of back pressure braking is applied. Braking occurred with a constant mass of air in the cavities of the pneumatic cylinder. At the beginning of braking, an additional volume is connected to the brake cavity. Additional volume settings are set to their initial - pressure and volume. Energy saving occurs by recuperating the energy of compressed air into an additional volume. Rationalization of braking parameters is carried out by selecting the initial parameters of the additional volume. A mathematical model describes the gas-dynamic processes in the braking backpressure, taking into account the changing initial parameters of the braking volume. The dependences of the output link speed, pressure and temperature in the cavities of the pneumatic drive depending on the initial parameters of the additional volume are obtained.

Keywords: *pneumatic drive, recuperation, energy saving, backpressure, additional volume.*

Эффективность современного производства зависит не только от производительности, степени механизации и автоматизации технологического оборудования, она еще определяется и типом применяемых приводов.

Ввиду известных преимуществ в промышленности активно применяется пневмопривод. Известно, что 1кДж энергии реализованный пневмоприводом в несколько раз дороже той же энергии, реализованной электроприводом [1]. Однако в производствах, где предъявляются особые требования к рабочей среде, протяженности линий, экологичности, альтернативу пневмоприводу найти трудно. Сжимаемость рабочей среды, при значительной инерционности выходного звена и связанного с ним рабочего органа, ограничивает применение пневмопривода в процессах, где требуется точное позиционирование. Это обусловило широкое распространение пневмопривода при автоматизации вспомогательных операций, где требуется организация безударного останова в крайних точках [2,3].

Эти особенности обусловили наличие большого количества способов организации движения выходного звена пневмопривода. Одним из энергосберегающих является способ организации торможения противодавлением [4]. В этом случае, сжимаемость рабочей среды и инерционность выходного звена пневмопривода, позволяют организовать торможение и останов выходного зве-

на. Потенциальную энергию сжатого во время торможения воздуха можно использовать для реверса или при разгоне другого пневмодвигателя. Одним из недостатков способа, при необходимости выстаивания в конечной точке, является неизбежный отскок выходного звена от точки конечного положения, из-за отрицательного перепада давлений на поршне, что компенсируется или внесением изменений в конструкцию пневмодвигателя [4], или применением специализированных тормозных устройств [5,6].

С точки зрения энергосбережения интерес представляет организация торможения противодавлением, с постоянной массой заключенного в полостях пневмодвигателя воздуха и рекуперацией энергии в дополнительный объем [7]. Рационализация энергоскоростных характеристик достигается предварительным заданием начальных параметров дополнительного объема - давления или величины объема. Схемотехническая реализация предложенного пневмопривода с рекуперацией представлена на рисунке.

Тормозное усилие создается в момент торможения сжатием воздуха в выхлопной полости пневмодвигателя и связанного с ним дополнительного объема. Дополнительный объем подключается к выхлопной полости в начале торможения (рис.). При изменении условий технологического процесса, изменением начальных параметров дополнительного объема (давления) можно регулировать тормозные параметры выходного звена пневмодвигателя. Энергия, накопленная при торможении в дополнительный объем, используется для возврата выходного звена пневмопривода в исходное положение. Если реверс движения осуществляется без нагрузки, то начальные параметры дополнительного объема можно подобрать таким образом, чтобы возврат выходного звена пневмопривода происходил только за счет энергии сжатого при торможении в дополнительный объем воздуха [9].

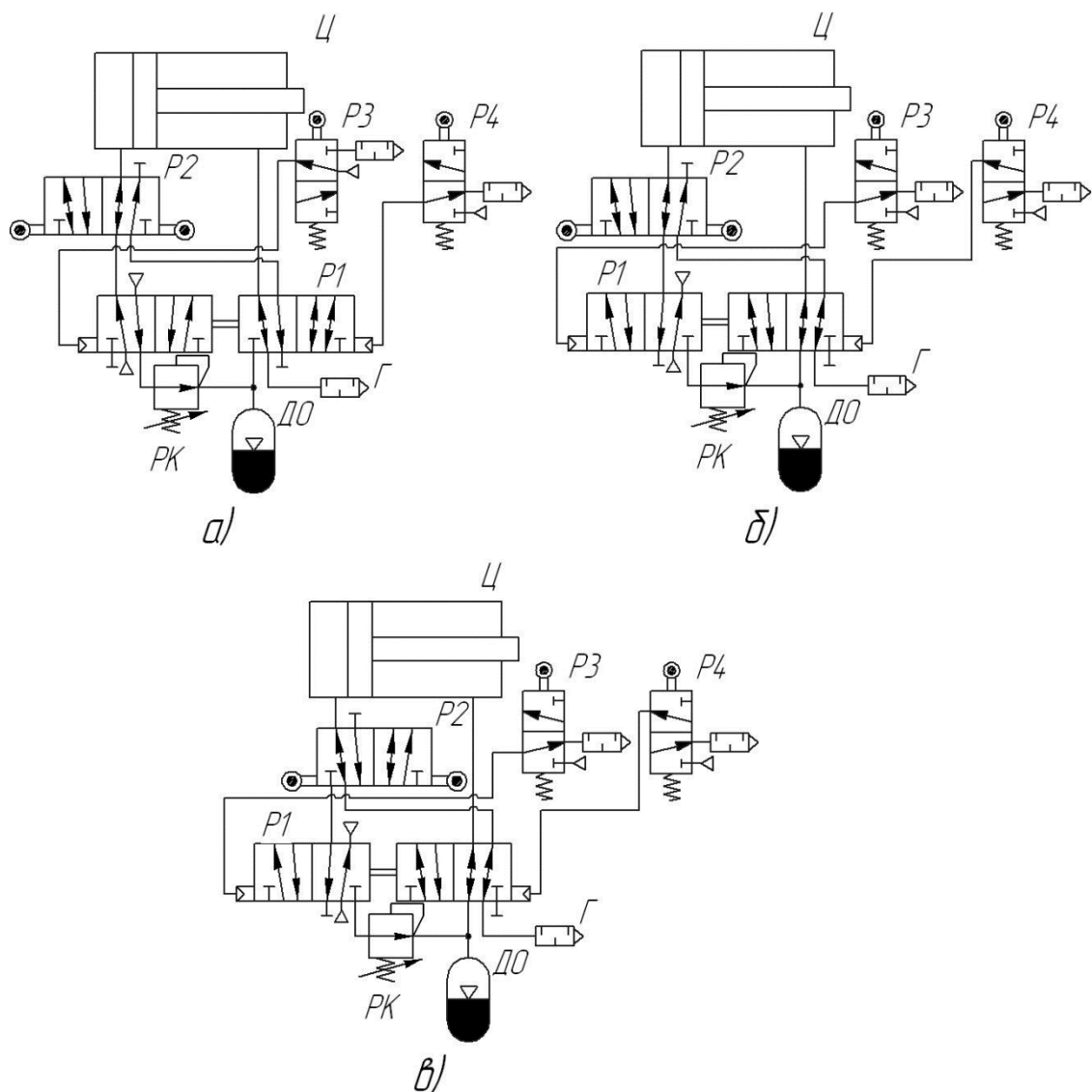


Рисунок. Пневмопривод с рекуперацией энергии в дополнительный объем: а) – разгон, зарядка дополнительного объема от магистрали; б) – торможение противодействием с рекуперацией в дополнительном объеме); в) – реверс движения, с использованием рекуперированной энергии.

Динамика пневмопривода до торможения описывается известной системой уравнений [9]. Математическая модель (1), описывающая динамические процессы при торможении представлена ниже:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 m_{\Pi} \frac{d^2 x}{dt^2} = p_p F_{\Pi} - P_0 \operatorname{sign} \frac{dx}{dt} - k_B \frac{dx}{dt} - p_B F_{\text{Ш}} \quad (1.1) \\
 p_p = \left(\frac{x_{01} + x_{\text{Ш}}}{x_{01} + x} \right)^k p_{\text{рп}} \quad (1.2) \\
 p_B = \left(\frac{p_{\text{вп}} + x_{02} - x}{p_{\text{ак}} + x_{02} + hh - x} \right)^k \quad (1.3) \\
 T_p = \left(\frac{p_{\text{рп}}}{p_p} \right)^{\frac{k-1}{k}} T_{\text{рп}} \quad (1.4) \\
 T_B = \left(\frac{p_B T_{\text{вп}} T_{\text{ак}}}{p_{\text{ак}} + x_{02} - x} \right) \quad (1.5)
 \end{array} \right. \quad (1)$$

где: m_{Π} – приведенная масса поступательно движущихся частей пневмопривода; F_{Π} , $F_{\text{Ш}}$ – рабочие площади поршневой и штоковой части поршня соответственно; p_p , p_B , $p_{\text{ак}}$ – давления в рабочей и выхлопной полостях пневмодвигателя и дополнительном объеме соответственно; x – перемещение выходного звена пневмодвигателя; s – полный рабочий ход поршня; x_{01} , x_{02} – приведенное значение перемещения « x » к площадям поршневой и штоковой части поршня, соответствующее «пассивным» начальным объемам пневмодвигателя; t – время перемещения; P_0 – сила сухого трения; k – показатель адиабаты; T_p , T_B , $T_{\text{ак}}$ – абсолютная температура воздуха в рабочей, выхлопной полостях пневмодвигателя и дополнительного объема соответственно; T_{0B} – начальное значение температуры воздуха выхлопной полости в момент начала движения; $T_{\text{рп}}$, $T_{\text{вп}}$ – температура воздуха в рабочей полости и ее начальное значение при торможении соответственно; p_{0B} – начальное значение давления выхлопной полости пневмоцилиндра в момент движения; $p_{\text{вп}}$, $p_{\text{рп}}$ – начальное значение давлений при начале торможения в выхлопной и рабочей полостях соответственно; k_B – коэффициент вязкого трения; hh – эквивалентная величина дополнительного объема, приведенная к площади $F_{\text{Ш}}$ (штоковой части поршня); $x_{\text{тп}}$ – координата переключения управляющего устройства на торможение.

В представленной системе (1): уравнение (1.1) описывает движение выходного звена пневмодвигателя; уравнения (1.2) и (1.3) описывают изменение давления, а уравнения (1.4) и (1.5) изменение температуры в поршневой и тормозной полостях пневмодвигателя соответственно. При математическом моделировании рассматривался квазистационарный режим с постоянным давлением питания p_m . Теплообмен с окружающей средой не учитывался в виду скоротечности. Процессы наполнения и истечения воздуха в полостях пневмоцилиндра принимались, как адиабатические с надкритическим и подкритическим режимами [9,10].

Исследование модели выполнено численным методом Рунге-Кутта [11,12], ее адекватность практическим результатам [13] подтверждена по критерию согласия Фишера [14,15].

Предложенное пневматическое устройство можно применять для модернизации привода поворота стола фасовочных автоматов АФН и АФБ, а так же в качестве толкателей, приводов устройств перегруппировки при механизации и автоматизации технологических процессов, требующих высокой производительности и наличия большого количества возвратно-поступательных перемещений.

Список литературы

1. Gennadyj Krytikov. The synthesis of structure and parameters of energy efficient pneumatic actuator / Gennadyj Krytikov, Marjana Strizhak, Vsevolod Strizhak // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2017. vol. 1 №7 (85). pp.38-44

2. Дьяченко А.Г. Разработка конструкции подающего устройства для цилиндрических деталей /А.Г. Дьяченко, Т.П. Савостина, М.В. Колпаков // Инновационные материалы и технологии: сб. статей по итогам междунар. науч.-практ. конф. 17 февраля 2018 г. - Стерлитамак, 2018. – С.11–13.

3. Дьяченко А.Г. Модернизация конструкции захватывающего устройства для цилиндрических деталей /А.Г. Дьяченко, Т.П. Савостина, Е.Г. Двоежилов // Инновационные материалы и технологии: сб. статей по итогам междунар. науч.-практ. конф. 17 февраля 2018 г. - Стерлитамак, 2018. – С.13–15.

4. Филипов И.Б. Тормозные устройства пневмоприводов /И.Б. Филипов// – М: Машиностроение, – 1987. – 143 с.

5. Дао Т.А. Исследование точности позиционирования автоматизированного пневмопривода с внешним тормозным устройством / Т.А. Дао, В.С. Сидоренко, Д.Д. Дымочкин // Вестник Донского государственного технического университета. - 2015. - № 4 (83), Т 15. - С. 46-53.

6. Грищенко В.И. Динамика процесса позиционирования приводов с гидроамортизатором / В.И. Грищенко, М.С. Килина, В.А. Чернавский // Вестник Донского государственного технического университета. – 2012. – № 4 (65), Т. 12. – С. 16-21.

7. Сиротенко А.Н. Рекуперация энергии в пневмоприводе фасовочно-наполнительного оборудования / А. Н. Сиротенко, А.Г. Дьяченко, С.А. Партко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. статей 6-й междунар. науч.-практ. конф. 26 февраля-1 марта 2013 г., в рамках 16-й между-нар. агропром. выставки «Интерагромаш-2013». – Ростов-на-Дону, 2013. – С. 69–71.

8. Дьяченко, А.Д. Улучшение характеристик пневматического привода установки для фасования и упаковки жидких продуктов / А.Д. Дьяченко, А.И. Удовкин, А.Н. Сиротенко // Совершенствование процессов и технических средств в АПК: сб. науч. трудов. Министерство сельского хозяйства и продо-

вольствия Российской Федерации. Азово-Черном. гос. агроинженер. акад. – зерноград, 2006. – С. 79-81.

9. Герц Е.В. Динамика пневматических систем машин /Е.В. Герц// – М.: Машиностроение, 1985. – 265 с.

10. Сиротенко А.Н., Партко С.А. Математическая модель динамических процессов пневмопривода, при торможении противодействием, с рекуперацией энергии в дополнительный объем / А.Н. Сиротенко, С.А. Партко, // Научное обозрение. – 2017. - № 21. – с. 67-74.

11. Сиротенко А.Н. Расчет динамических параметров пневмогидравлического привода с рекуперацией энергии / А.Н. Сиротенко, С.А. Партко// Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2018613130 РФ, 10.01.2018.

12. Сиротенко А.Н. Расчет динамических характеристик пневмомеханического привода / А.Н. Сиротенко, С.А. Партко// Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2018663925 РФ, 15.10.2018.

13. Sirotenko A.N., Partko S.A. Decrease in Power Inputs in Pneumodrive Weighing-and-Packing Machine//International Journal of Applied Engineering Research, 2017. vol. 12, № 14, pp. 4599-4603.

14. Сиротенко А.Н. Зависимость энергоскоростных характеристик пневмопривода от начальных параметров дополнительного объема, при торможении противодействием /А.Н. Сиротенко, С.А. Партко, Саед Бакир Аля // Вестник Донского государственного технического университета. – 2017. – № 4 (91), Т 17. - С. 69-76.

15. Удовкин, А.И. Экспериментальная проверка адекватности математической модели экономичного пневмопривода установки "Алур-1500"/ А.И. Удовкин, А.Н. Сиротенко // Совершенствование процессов и технических средств в АПК: Сб. науч. тр.– зерноград/ ФГОУ ВПО АЧГАА, 2009, Вып.8. - с.50 – 52.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

¹А.В. Скляр, ²Т.Е. Маринченко, ³В.И. Минаев, ³В.В. Мохов
¹ООО «БигДачмен»;²ФГБНУ «Росинформагротех»;³Череповецкая
птицефабрика

Аннотация. Одним из основных мероприятий по повышению эффективности птицеводства является создание микроклимата, которое позволяет проявить генетический потенциал птицы, способствуя эффективному потреблению, одновременно поддерживает здоровье и благополучие поголовья. Одним из факторов микроклимата, напрямую влияющих на продуктивность, является вентиляция. Обеспечение вентиляции достаточно энергоемкий процесс. Эффективно использовать тепло удаляемого воздуха сможет рекуперативный теплоутилизатор.

Ключевые слова: птицеводство, микроклимат, вентиляция, энергосбережение, рекуперативный теплоутилизатор.

ENERGY SAVING IN ENSURING VENTILATION IN POULTRY FARMING

¹A.V.Sklyar, ²T.E. Marinchenko, ³Minaev V.I, ³Mokhov V.V.

¹BigDachman, Moscow; ²FGBNU "Rosinformagrotekh", Pravdinsky settlement;

³Cherepovets poultry farm. dKlimovskoe of the Vologda region, Russia.

Summary. Productivity directly depends on the microclimate, including ventilation. A recuperative heat recovery unit can effectively use the heat of the extracted air.

Keywords: poultry farming, microclimate, ventilation, energy saving, recuperative heat recovery unit.

Вентиляция в животноводстве один из ключевых факторов микроклимата, особенно в современном птицеводстве, где генетика последних 5-7 лет совершила рывок в продуктивности птицы. Высокопродуктивные кроссы для высоких производственных показателей требуют оптимальных параметров микроклимата, значительных объемов свежего, свободного от пыли и патогенной микрофлоры воздуха, несоблюдение которых приводят к снижению конверсии корма и продуктивности, и т.п., что отражается на экономике производства большими потерями [1].

В себестоимости продукции птицеводства энергообеспечение занимает третье место по затратам после затрат на корма и зарплаты, а электроэнергия одна из главных составляющих [2]. Кроме того, птицефабрики в процессе производства выбрасывают в атмосферу большое количество тепла, бройлерные фабрики, например, за отопительный сезон более трети млрд Гкал.

Россия самая высокоширотная страна с развитым птицеводством, энергозатраты в регионах, где меньше энергии уходит на отопление, в жаркие периоды года имеют повышенные затраты на значительно больший воздухообмен в птичниках, использование в птичниках энергоёмкого адиабатического охлаждения воздуха и интенсивную работу холодильно-морозильных блоков, где хранится продукция и пр. Поэтому затраты хозяйства на отопление и охлаждение значительны и задача их минимизации крайне актуальна [3,4].

Эффективно использовать тепло воздуха, удаляемого из птичника вместе с углекислотой, значительно сократив его потери, сможет рекуперативный теплоутилизатор (ТУ). Для использования вторичного тепла отработанного воздуха и снижения затрат необходимо устранить возможные затруднения для установки ТУ. Речь идет о соответствии конструкции ТУ основным требованиям эксплуатации такого оборудования в условиях птичников: ТУ по техническим характеристикам должен соответствовать технике, которая широко распространена в стандартных птичниках; обеспечивать простоту и невысокую трудоёмкость технического сервиса (ЕТО, ТО-1, ТО-2, ТР); конструкция ТУ должны быть рассчитана на выполнение качественной его санации в профилактический перерыв; обеспечивать высокий КПД утилизации тепла (эффективный теплосъём, эксплуатация на больших объёмах воздуха с малым запасом по напорам, исключать обмерзание в период пиковых холодов; затраты на ТУ должны окупаться в течение нормативного срока [4, 5].

Поскольку подобрать серийный ТУ соответствующий всем требованиям сложно, в пилотном проекте было принято решение смоделировать и сделать пластинчатые ТУ оригинальной конструкции, соответствующий всем вышеуказанным требованиям. Параметры ТУ определялись под объём вытяжки 40 тыс.м³/ч с температурой +20 °С. Смоделированная система вентиляции с ТУ типового птичника представлена на рисунке.

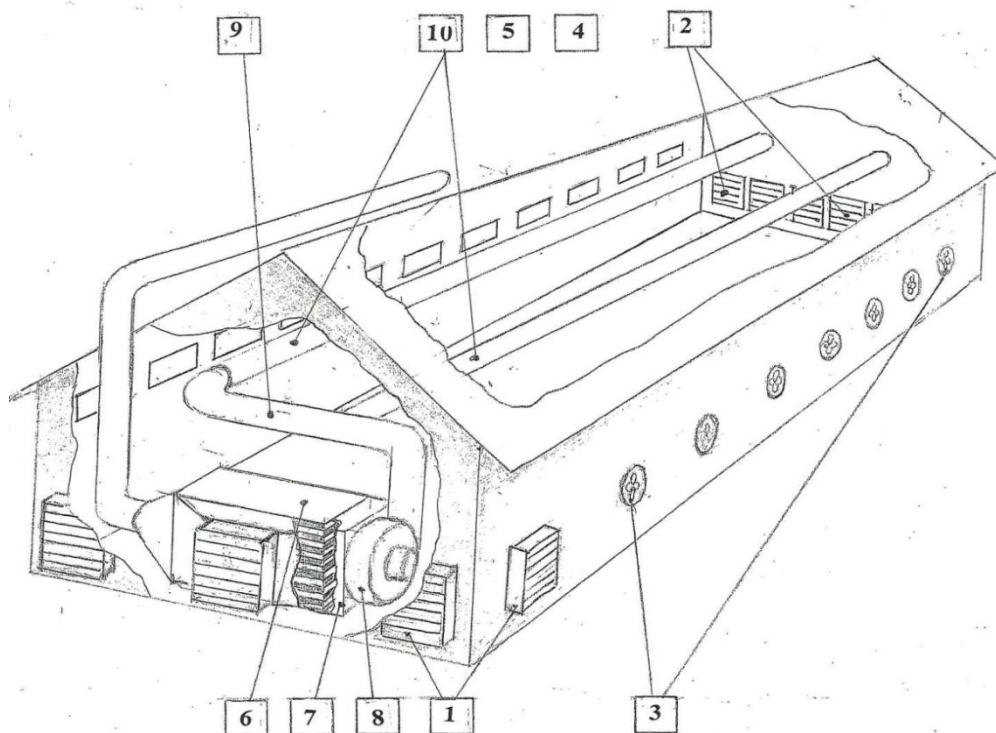


Рисунок.- Схема вентиляционно-отопительной системы с ТУ:

1 - ВО12 -вытяжка; 2-жалюзийный приток летнего «туннеля»; 3 - ВО7- вентилятор осевой, вытяжка отопительного сезона; 4- инлеты притока переходных периодов; 5 - крышный воздухозаборный воздуховод зимнего периода; 6 - ТУ; 7 – КСк калорифер догрева притока; 8 - ВЦ4-70 – зимний приток; 9 - металлический воздуховод-коллектор; 10 - воздуховоды.

В конструктивном плане ТУ выполнен в виде параллелепипеда размерами в плане (Д*Ш) под стандартные оцинкованные металлолисты 2500*1250 (2000*1000) мм, толщиной до 0,7 мм. По высоте ТУ набирается в пределах 1720...2540мм в зависимости от необходимой мощности. Каркас ТУ выполнен из уголка 50*50*4мм. В прямоугольник рамы основания ТУ размерами 2500*1250мм по длинной стороне через 625мм ввариваются три перемычки длиной по 1250мм. На эту основу укладывается первый оцинкованный металлолист. К уголкам рамы его привинчивают саморезами через планки (квадратные в сечении 40*40мм). На планки первого листа кладут второй лист, поверх него размещают такие же планки и аналогично саморезами закрепляют второй лист с его планками, свинчивая их с планками первого листа. При этом во всех соседних слоях (щелевых воздуховодах) планки размещают по-разному:

если в нечетных слоях, например, в первом планки укладываются по длинной стороне параллелепипеда, то во всех чётных, начиная со второго - только по короткой и т.д. В первом случае лист к уголкам прижимают 3 планки-по краям и по его центру (саморезы ввинчиваются в три перемычки и по краям). В результате получают 2 щелевых воздуховода притока с площадью сечения по 565*40мм (при ширине листа 1000мм - 440*39мм). В чётных слоях планки скрепляют с перемычками и короткими крайними уголками. Площади сечений 4 щелевых воздухопроводов одного слоя и ТУ в целом на вытяжке вдвое больше приточных (2...3 против 1,0...1,5м²) с учетом того, что воздухопроводы имеют в 2 раза меньшую длину, то вся эта минимизация аэродинамических сопротивлений позволила отработанный воздух удалять осевыми вентиляторами. На притоке, в этом случае, необходимы радиальные вентиляторы, учитывая использование калорифера, ТУ и протяжённых воздухозаборных и распределительных воздухопроводов.

Преимуществом такой схемы вентиляции, помимо утилизации тепла, является то, что она может работать как на разрежении, так и на избыточном давлении в птичнике, например, в стартовый период для бройлеров. Планки могут быть деревянными или пластиковыми, кожуха-переходники от приточного воздуховода (к ВО-12, к КСк) выполняются из оцинкованного листа толщиной 0,7мм, как коллекторный и наружный воздухопроводы.

ТУ рассчитан на быстрое качественное выполнение санаций: параллелепипед устанавливается с поперечными и продольными наклонами 3-5 градусов к горизонту, переходный кожух от притока к ТУ быстросъёмный, что позволяет выполнять гидроочистку высоконапорными установками, проводить влажные дезинфекции и газовую обработку.

Изменение количества тепла регулируется автоматически по показаниям контрольных термометров специальным клапаном с сервоприводом, установленным на трубе подачи горячей воды в калорифер. С учётом температуры наружного воздуха и возраста птицы также автоматически частотным преобразователем изменяется уровень аэрации воздуха в птичнике. Воздуховоды состоят из армированной пластиковой плёнки (толщиной равной или более 200 мкм) с дифференцированной по длине рукавов площадью отверстий для равномерного распределения воздуха по птичнику. Разработчики рассмотренного ТУ обеспечили внедрение теплоутилизатора в одном птичнике своего хозяйства, где установка показала высокую эффективность работы: при температуре наружного воздуха -15 °С калорифер догрева подавался воздушный поток с 0 °С, при этом строительство такого оригинального ТУ окупилось всего за один отопительный сезон. Это позволило хозяйству за несколько лет реконструировать систему вентиляции-обогрева под ТУ и утилизировать тепло в 81% птичников на птицефабрике (45 зданий). Масштабное переоборудование дало возможность хозяйству на треть снизить годовой расход тепла (79 тыс. Гкал вместо 119,7 тыс. Гкал), в сравнении с бройлерными фабриками сопоставимой мощности (13,5-15тыс.т/год) аналогичной климатической зоны.

Модернизация только бройлерного производства в России позволит уменьшить годовое тепловых выбросов в соответствии с Киотским протоколом составит 8,6 млн Гкал, потребление газа снизится на 1,075 млрд.м³.

Список литературы

1. Калинин М.Н. Оптимальный микроклимат в яичном птицеводстве // Птицеводство. 2017. № 2. С. 12-14.
2. Промышленное птицеводство / В.И. Фисинин [и др.]; научн. ред. Фисинин В.И. М, 2016. 534 с.
3. Э. Маилян, Системы вентиляции в птицеводстве: сравнительный анализ // АгроРынок. - 2012. – Апрель. - С. 32-36.
4. Скрябин Е.В., Ниязов А.М. Роль системы вентиляции в современном птицеводстве: Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: мат. Всерос. научн.-практ. конф. Ижевск. 2016. С. 254-256.
5. Скляр, А.В. Оптимальные системы отопления для птичников / Скляр А.В. // Техника и оборудование для села. - 2014. - № 1. - С. 26-29.
6. Маринченко Т.Е., Скляр А.В., Минаев В.И., Мохов В.В. Повышение эффективности вентиляции в птицеводстве / Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: мат. XXIV межд. научн. конф. 2018. С. 168-170.

ПОВЫШЕНИЕ МОБИЛЬНОСТИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОИСКА ТРАСС КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

О.В. Скрипкин, А.Н. Попов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Аннотация. В данной статье анализируются современные приборы, предназначенные для локализации трасс кабельных линий и методы, на которых основано действие данных приборов. В результате анализа, автор предлагает свой вариант удешевления исполнения прибора.

Ключевые слова: *трассоискатель, методы локализации трасс, кабельная линия.*

THE UNDERGROUND POWER CABLE SEARCHING EQUIPMENT PORTABILITY UPGRADE

O.V. Skripkin, A.N. Popov

Polzunov Altai State Technical University

Annotation. This article analyzes modern devices designed to locate cable lines and the methods on which these devices are based. As a result of the analysis, the author proposes his own variant of the device price reduction.

Keywords: *cable route finder, cable lines locate methods, cable line.*

Монтажные и строительные работы, связанные с прокладкой кабельных линий или раскопками, нередко влекут за собой необходимость в получении информации о расположении уже существующих трасс кабелей [1]. Эти данные зачастую присутствуют в соответствующей документации, но бывает и так, что она повреждена, нечитаема или отсутствует. Для таких случаев людьми были разработаны приборы, позволяющие людям осуществлять поиск трасс кабельных линий.

Первый в мире прибор, позволяющий осуществлять трассопоиск, был создан в 1910 году. Выглядело данное устройство как громоздкая рамка, на которую был намотан провод.

С течением времени трассоискатели претерпели немало изменений и в настоящее время лидирующую позицию на рынке занимают более компактные и multifunctional приборы, действие которых основано на индукционном методе.

Существует два способа поиска индукционным методом. Активный способ подразумевает наведение тока (чаще звуковой частоты 800 – 1000 Гц) от генератора на жилы. При этом вокруг кабеля образуется магнитное поле, напряженность которого пропорциональна значению тока в кабеле. Следуя по трассе кабельной линии с приемной антенной, усилителем и телефонными наушниками улавливают создаваемые в кабеле электромагнитные колебания. Пассивный способ заключается в улавливании магнитного поля, создаваемого током, протекающим по кабелю [2].

В развитии современных электронных устройств проглядывается одна очень заметная тенденция – стремление к минимализму и мобильности, максимальному удобству для пользователей. На данный момент не все отечественные производители трассоискателей активно делают шаги навстречу упрощения пользования устройствами. Например, «ПОИСК-410 мастер», от «СВЯЗЬПРИБОР», снабжен USB портом, с помощью которого можно подключать прибор к ПК через провод, а режим «КАРТА КАБЕЛЯ» показывает на экране карту исследуемой местности с расположением кабеля. Режим содержит только легкую для чтения графическую информацию, удобную для быстрого и уверенного поиска трассы. Также в «Сталкер 75-14», от «РАДИО-СЕРВИС», присутствует возможность передачи данных на компьютер посредством Bluetooth, а в пассивном режиме он автоматически отображает глубину залегания кабеля и силу тока. Производитель ЗМ может похвастаться возможностью подсоединения GPS приемника для привязки траектории трассы и мест закладки интеллектуальных маркеров к координатам GPS и внесения их в ГИС системы.

Наиболее передовые трассоискатели производятся иностранными фирмами, среди которых особенно знамениты:

- «Radiodetection» – высокое качество и долговечность;
- «Vivax-Metrotech» – первые сделали цветной дисплей;
- «RIDGID» – славятся своими всенаправленными антеннами, исключая нули и фантомные пики.

Среди иностранных производителей, особого внимания заслуживает «Radiodetection». Например, их трассопоисковый комплект С.А.Т.4+ & Genny+ способен работать в зашумленных зонах и предупреждать пользователя о раскачивании локатора. На данный момент у них имеется программное обеспечение «PCM Manager», которое позволяет пользователю:

- загружать и устанавливать новые версии программного обеспечения для устройств;
- экспортировать с устройств необходимые данные;
- настраивать устройства;
- осуществлять удаленную калибровку.

Также «Radiodetection» предоставляют пользователям и мобильную версию программы, которая в данный момент активно дорабатывается. В разрабатываемом устройстве упор будет сделан на использовании подобной специальной программы.

Огромным плюсом использования приложения является его легкодоступность, ведь в наше время почти каждый имеет смартфон. Переход к мобильному, удаленному управлению устройством для поиска кабельных линий позволит снизить вес приборов и повысить их компактность.

Немаловажным плюсом перехода к мобильному управлению является возможность настраивать интерфейс для любого пользователя, тем самым решая проблему интуитивности управления.

Примерная структурная схема разрабатываемого прибора изображена на рисунке 1.

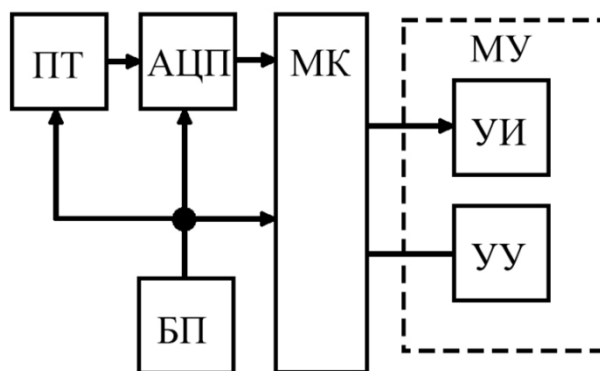


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемого устройства

На рисунке 1 мы имеем: ПТ – приемник трассоискателя, АЦП – аналогово-цифровой преобразователь, БП – блок питания, МК – микроконтроллер, УУ – устройство управления, УИ – устройство измерения, МУ – мобильное устройство.

В качестве приемника трассоискателя предполагается использование схемы, содержащей в себе колебательный контур, настроенный на частоту 50 Гц. Для усиления сигнала, улавливаемого колебательным контуром, будет использован операционный усилитель.

Предполагается, что управление будет осуществляться мобильным устройством, смартфоном, непосредственно.

Современный рынок поражает разнообразием устройств, а те, в свою очередь, своими функциональными возможностями и ценами. Последние, порой, в большей степени влияют на выбор покупателя. Пользователю необходим прибор простой и понятный в управлении, и в то же время, обладающий невысокой ценой.

Список литературы

1. Булгакова, Т.А. Особенности проведения планово-предупредительных ремонтов на объектах электроэнергетики [Текст] / Т.А. Булгакова, А.А. Грибанов // Энергетика глазами молодых. – Барнаул: Изд-во: Общество с ограниченной ответственностью «Межрегиональный центр электронных образовательных ресурсов», 2017. – С. 27-31.

2. СТО 70238424.29.240.20.009-2009. Силовые кабельные линии напряжением 0,4 – 35 кВ. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования [Текст]. – Москва [Б. и.], 2009. – 124 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ В СРЕДЕ MATLAB SIMULINK

М.И. Стальная, С.Е. Сухинин

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова

Аннотация. При разработке или модернизации электрического устройства важным этапом является проверка работоспособности устройства. Существует несколько способов осуществить проверку, один из них это компьютерное моделирование.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, векторно-алгоритмическое управление, MATLAB Simulink, компьютерное моделирование, кран-балка.

COMPUTER SIMULATION OF WORK ELECTRICAL CIRCUITS IN MATLAB SIMULINK ENVIRONMENT

M.I. Stalnaya, S.E. Sukhinin

Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

Annotation. When developing or upgrading an electrical device, an important step is to check the operability of the device. There are several ways to conduct a test, one of them is computer simulation.

Keywords: asynchronous motor, vector-algorithmic control, MATLAB Simulink, computer simulation, crane beam.

В настоящее время, в промышленности внедряются множество новых устройств, но прежде чем они поступят в продажу, они должны соответствовать всем требованиям безопасности и сохранять свою работоспособность в течение заданного промежутка времени. Поэтому, при проектировании электри-

ческих устройств и их внедрении в производство, важным этапом является проверка их работоспособности.

Самым проверенным и довольно надежным является способ, при котором электрическое устройство собирается в лабораторных условиях, и производится диагностика его работы при различных режимах работы. Данный метод позволяет максимально точно приблизить условия работы установки к реальным, но у такого способа есть ряд существенных недостатков. Во-первых, цена установки может быть высокой, и, следовательно, стоимость проверки схемы окажется высокой. Во-вторых, некорректная работа некоторых установок может привести к серьезным разрушениям или человеческим жертвам. В-третьих, не всегда есть возможность проверки устройства полностью, а лишь его отдельных частей, но работоспособность отдельных частей установки не гарантирует работоспособности установки в целом.

Исходя из вышеизложенного возникает вопрос, как провести исследование установки с наименьшими затратами, но высокой точностью достоверности исследований. На данный момент, одним из самых эффективных является компьютерное моделирование. Оно позволяет исследовать устройств без построения реальной модели, но при этом позволяет снять все необходимые характеристики работы установки. Одной из программ, осуществляющих компьютерное моделирование различных систем, является MATLAB Simulink.

MATLAB Simulink позволяет, в том числе, проводить исследования электрических цепей и снимать такие характеристики как: ток, напряжение, мощность, К.П.Д. и многое другое. Для примера, рассмотрим моделирование схемы управления электроприводом продольного перемещения кран-балки с регулировкой скорости вращения двигателя методом векторно-алгоритмического управления (ВАУ), разрабатываемого на кафедре «Электротехника и автоматизированный электропривод» АлтГТУ.

В схеме, представленной на рисунке 1 а), используется трехфазный мост Ларионова, построенный на IGBT-транзисторах. Алгоритм включения транзисторов создает в статоре вращающееся магнитное поле с шестью векторами, представленное на рисунке 1 б). В соответствии с заданными условиями строится схема в MATLAB Simulink и проводится исследование его параметров. Следующим шагом является сравнение полученных результатов с результатами прямого пуска двигателя, также смоделированного в среде Simulink. Функциональная схема с векторно-алгоритмическим управлением представлена на рисунке 2.

По результатам сравнения двух схем были получены следующие результаты. Параметры схемы двигателя с прямым пуском: критический момент двигателя – 12,8 Нм; максимальная амплитуда колебания момента при пуске двигателя – 19 Нм; К.П.Д. – 0,65; время разгона – 1,5 с; действующее значение пускового тока – 9 А; рабочий ток при нагрузке на валу 3 Нм – 1,4 А.

Параметры схемы двигателя с векторно-алгоритмическим управлением: критический момент двигателя – 12,8 Нм; максимальная амплитуда колебания момента при пуске двигателя – 11,5 Нм; К.П.Д. – 0,65; время разгона – 1,1 с;

действующее значение пускового тока – 9 А; рабочий ток при нагрузке на валу 3 Нм – 1,4 А. Графики моментов схемы с прямым пуском и схемы с векторно-алгоритмическим управлением представлены на рисунках 3 а) и 3 б) соответственно.

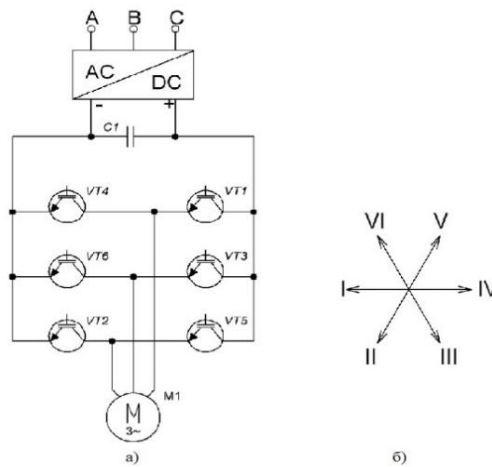


Рисунок 1

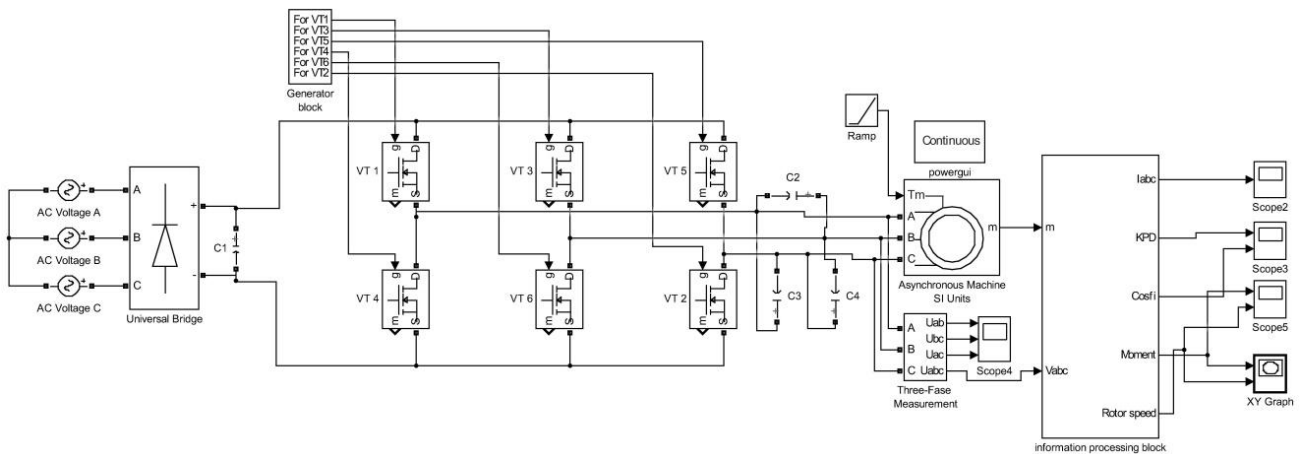


Рисунок 2

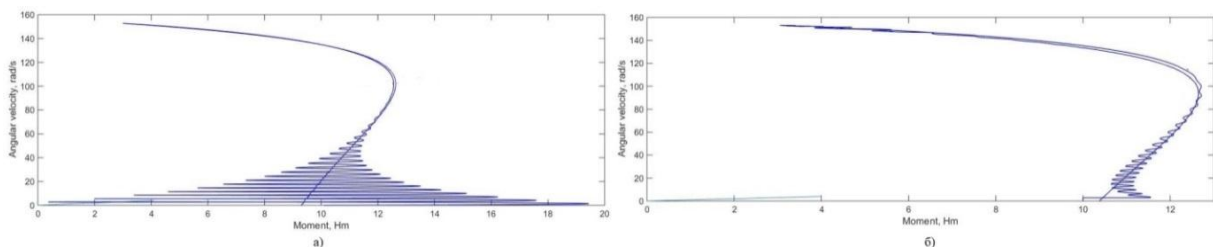


Рисунок 3

На основании полученных данных видно, что пуск двигателя с ВАУ происходит при гораздо меньших колебаниях момента и меньшее время пуска, что положительно скажется на работе двигателя и механизма кран-балки в целом.

Таким образом, компьютерное моделирование позволило без сборки физической модели установить, что метод ВАУ управления подходит для использования в кран-балке.

Список литературы

1. Пат. 175937 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 27/00. «Транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления» / Стальная М.И., Халина Т.М., Иванов И.А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» - 2017121885 ; заявл. 21.06.2017; опубл. 25.12.2017.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.И. Стальная, С.Е. Сухинин

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова

Аннотация. При модернизации нерегулируемого электропривода возникает вопрос каким способом регулировать скорость вращения двигателя и с помощью какой системы управления.

Ключевые слова: *асинхронный двигатель, нерегулируемый электропривод, магнитное поле статора, векторно-алгоритмическое управление, кран-балка.*

MODERNIZATION OF ELECTRIC DRIVE IN INDUSTRY

M.I. Stalnaya, S.E. Sukhinin

Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

Annotation: when upgrading an unregulated electric drive, the question arises of how to regulate the speed of rotation of the engine and with the help of which control system.

Keywords: *asynchronous motor, unregulated electric drive, stator magnetic field, vector-algorithmic control, crane-beam.*

В промышленности сложилась тенденция на увеличение числа регулируемого электропривода, причем такого электропривода, где регулирование скорости осуществляется изменением скорости непосредственно изменением скорости вращения электродвигателя, а не с помощью редукторов или других механизмов.

При использовании в электроприводе двигателей постоянного напряжения регулирование скорости осуществляется относительно легко путем изменения величины питающего напряжения. Но, как известно, наибольшее распространение в промышленности получили трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Данные двигатели имеют много преимуществ по сравнению с другими типами двигателей, такие как: надежность, дешевизна, хорошее соотношение габариты-мощность. Минусами асинхронных двигателей является малый пусковой момент и сложность в регулировании скорости вращения двигателя.

Когда возникает необходимость модернизации существующего нерегулируемого электропривода с асинхронным двигателем с целью создания регулируемого, то возникает вопрос как это осуществить. Для этого рассмотрим данную проблему на примере кран-балки. Кран-балка – крановое оборудование, предназначенное для осуществления погрузочно-разгрузочных работ, отличающееся своей универсальностью и относительно компактными размерами.

Кран-балки в основном производятся с нерегулируемым электроприводом продольного перемещения. Создание регулируемого электропривода продольного перемещения кран-балки с повышенной скоростью вращения на холостом ходу (без груза) позволит уменьшить время перемещения груза и, в совокупности с другими факторами, увеличить производительность труда.

При модернизации двигателя продольного движения кран-балки, необходимо решить каким способом будет регулироваться скорость вращения асинхронного двигателя. Регулирование скорости вращения путем изменения, подводимого к двигателю, питающего напряжения является дешевым, но неэффективным методом регулирования, так как при данном методе возможен малый диапазон регулирования, малые энергетические показатели, значительное снижение критического момента двигателя, что недопустимо для кран-балки. Для регулирования скорости методом изменения числа пар полюсов необходим многоскоростной асинхронный двигатель, это означает, что будет необходима замена уже существующего двигателя и редуктора, данный метод модернизации является дорогостоящим и не всегда осуществим из-за особенностей конструкций кран-балок.

Регулирование скорости вращения путем изменения частоты питающего напряжения позволяет осуществлять плавное регулирование скорости двигателя с хорошими энергетическими показателями. Минусом данного способа является то, что для кран-балки не нужна плавная регулировка скорости, достаточно двух-трех, а также цена преобразователей частоты.

Существует еще один метод регулирования скорости вращения двигателя, разрабатываемый на кафедре «Электротехника и автоматизированный электропривод» АлтГТУ. Этим методом является векторно-алгоритмическое управление, при котором создается определенное число векторов магнитного поля статора. Регулирование скорости осуществляется путем изменения либо числа векторов магнитного поля, либо изменением частоты их тактирования. Реверс двигателя осуществляется изменением последовательности создания векторов. На рисунке 1 представлены вращающиеся магнитные поля статора с различным количеством векторов, созданные методом векторно-алгоритмического управления.

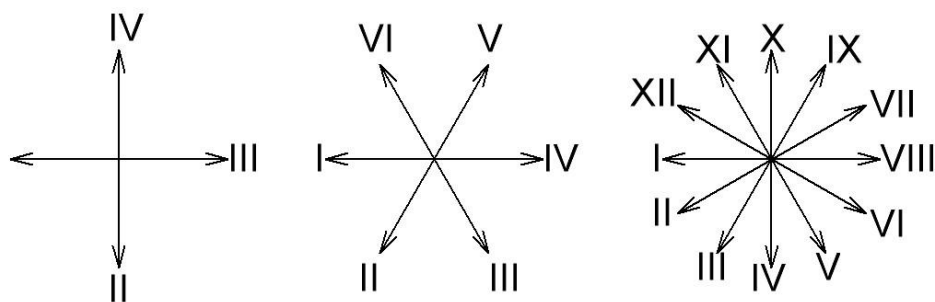


Рисунок 1 – Вращающееся магнитное поле статора

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что для модернизации электропривода продольного перемещения кран-балки, к которому предъявляются следующие требования: наличие 2-3 скоростей, наличие реверса, недопустимость значительного снижения критического момента двигателя, оптимальным вариантом будет электродвигателя с регулировкой скорости вращения методом векторно-алгоритмического управления. Данный метод позволит провести модернизацию кран-балки без изменения конструкции кран-балки и без замены двигателя, следовательно, с минимальными экономическими затратами.

Список литературы

1. Пат. 175937 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 27/00. «Транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления» / Стальная М.И., Халина Т.М., Иванов И.А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» - 2017121885 ; заявл. 21.06.2017; опубл. 25.12.2017.

ОДНОФАЗНЫЙ ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ОТДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ

М.И. Стальная, С.Е. Сухинин, И.А. Иванов

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова

Аннотация. В настоящее время стоит вопрос обеспечения потребителей в отдаленных районах бесперебойным напряжением.

Ключевые слова: генератор, переменное напряжение, труднодоступные районы, катушки, полюса, мощность.

SINGLE-PHASE GENERATOR OF SINUSOIDAL VOLTAGE OF INCREASED POWER FOR REMOTE AREAS

M.I. Stalnaya, S.E. Sukhinin, I.A. Ivanov

Altai State Technical University named after I.I. Polzunova

Annotation. Currently there is a question of providing consumers in remote areas with uninterrupted voltage.

Keywords: *generator, alternating voltage, hard-to-reach areas, coils, poles, power.*

В России, несмотря на масштабную электрификацию страны, на сегодняшний день остается множество труднодоступных районов, снабжение электрической энергией которых затруднительно по ряду экономических и технических причин. К таким районам можно отнести: отдаленные районы Сибири и Дальнего Востока, горные местности Кавказа и Горного Алтая, а также побережье Северного Ледовитого океана.

Основным способом получения электроэнергии для данной местности является сжигание углеводородов, а именно, использование дизель-генератора. Это возможно в том случае, если нет трудностей с доставкой горючего, но иногда бесперебойные поставки топлива невозможны из-за экономических причин или погодных условий. Поэтому для бесперебойного снабжения потребителя электроэнергией в труднодоступных районах требуется такой источник электрической энергии, который бы не зависел от поставок топлива. Таким может быть источник электрической энергии, основанный на использовании возобновляемых источников энергии, таких как ветер, вода, солнце.

В качестве генератора может использоваться трехфазную асинхронную машину с короткозамкнутым ротором. Главными недостатками использования асинхронной машины в качестве генератора является: необходимость наличия конденсаторов большой емкости (для обеспечения самовозбуждения и работы генератора); низкий К.П.Д., непостоянный на всем диапазоне скорости вращения.

С учетом вышеизложенного, возникает проблема в необходимости разработки такого генератора электрической энергии, для работы которого не требовался дополнительный источник постоянного напряжения или наличие конденсаторов и имел бы постоянный большой К.П.Д.

Был разработан генератор [1] переменного напряжения для снабжения электроэнергией потребителя малой мощности, выполненный на основе синхронной машины с постоянными магнитами на роторе.

Достоинствами такого генератора являются: выработка электрической энергии при отсутствии подвижных контактов, дополнительных реактивных мощностей или дополнительного источника постоянного тока.

На рисунке 1 представлен генератор с двумя полюсами постоянных магнитов на роторе и четырьмя катушками на статоре. На рисунке 2 представлен специальный способ соединения обмоток статора, позволяющий увеличить энергетические показатели при генерации электрической энергии.

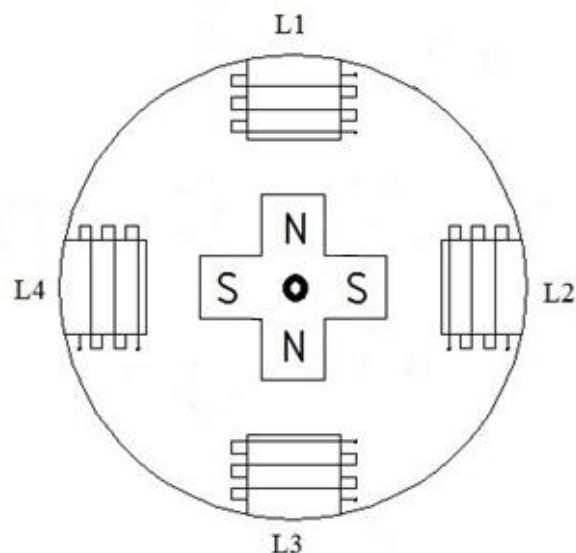


Рисунок 1

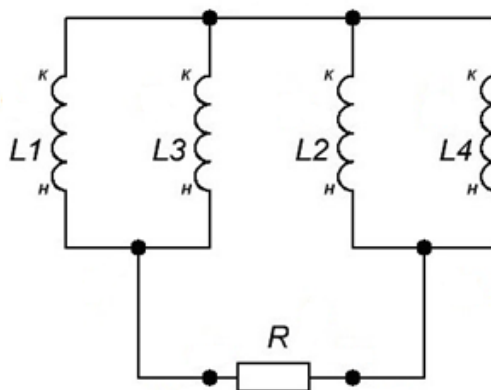


Рисунок 2

Принцип работы генератора следующий: при вращении ротора в положении, представленном на рисунке 1, северные полюса ротора будут наводить в катушках L1 и L3 положительную полуволну напряжения, ток при этом будет протекать от начал обмоток к концам. Южные полюса будут наводить в катушках L2 и L4 отрицательную полуволну напряжения, ток при этом будет протекать от концов обмоток к началам. При изменении положения ротора на 90 градусов, северные полюса ротора будут наводить в катушках L2 и L4 положительную полуволну напряжения, а южные полюса будут наводить в катушках L1 и L3 отрицательную полуволну напряжения.

При этом, напряжение, наводимое на катушках L1 и L3 складывается с напряжением, наводимым на L2 и L4. Также, складывается ток, протекающий по параллельным катушкам. Исходя из этого, мощность генератора равна:

$$P = 2U \cdot 2I = 4U \cdot I = 4P_i, \text{ где}$$

P – мощность генератора;

U – напряжение, наводимое в катушках L1, L3 и L2, L4;

I – ток, протекающий по катушкам $L1$, $L3$ и $L2, L4$;

P_i – мощность отдельной катушки.

На основании выше изложенного можно сделать вывод, что достоинствами такого однофазного генератора переменного напряжения по сравнению с использованием других видов генераторов является то, что он вырабатывает напряжение без необходимости дополнительного источника питания и блока конденсаторов. Отсутствие подвижных контактов повышает надежность генератора и уменьшает потребность в дополнительном техническом обслуживании.

Список литературы

1. Пат. 177488 Российская Федерация, МПК Н 02 К 1/27. «Однофазный синхронно-шаговый генератор переменного напряжения» / Стальная М.И., Халина Т.М., Еремочкин С. Ю., Сухинин С. Е., Иванов И.А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» - 2017113446 ; заявл. 18.04.2017; опубл. 28.02.2018.

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ

И.Э. Таджибекова

Ташкентский государственный аграрный университет

Аннотация. Энергосбережение должно ассоциироваться с нормированием и сохранением энергии, определением и установлением зон лишнего ее потребления, принятием мер по сокращению до минимума или сокращения полностью потерь и излишних трат.

Ключевые слова: абсолютные показатели, энергосбережение, энергоёмкость продукции, баланс электрической энергии, единый энергетический баланс, показатели энергоёмкости

PROBLEMS OF ORGANIZATION, MANAGEMENT AND PLANNING OF ENERGY SAVING IN UZBEKISTAN

I.E. Tadjibekova

Tashkent State Agrarian University

Annotation. Energy saving should be associated with the regulation and saving, definition of excess consumption points, working out the measures to reduce to a minimum or reduce completely losses and unnecessary expenses.

Ключевые слова: absolute indicators, energy saving, energy intensity of products, electric energy balance, unified energy balance, energy intensity indicators.

За последние 25 лет в сельскохозяйственном производстве произошли существенные изменения, которые привели к значительному увеличению сельскохозяйственной продукции. Наличие до недавнего времени, дешевого и имеющегося в изобилии источников энергии (электроэнергия и топливо) поз-

волили создать сельскохозяйственное производство, основанное на механизации, интенсивном использовании химикатов (удобрения, гербициды, пестициды) и мощной ирригационной системы.

Успехи, достигнутые республикой за годы независимости в сельском хозяйстве, связаны с коренными изменениями, происходящими в селе. Переход на рыночную экономику, строительство различных фермерских хозяйств, перерабатывающих цехов – дало мощный импульс деловой активности сельских жителей. Реконструкция, установки новых технологий и технических средств в сфере получения и переработки сельскохозяйственной продукции приводят к значительному увеличению энергоёмкости сельскохозяйственного производства.

Во всем мире отмечается тенденция роста цен на энергию и энергоносители. Это связано с ограниченностью запасов, наиболее широко употребляемых источников энергии (нефть, газ, уголь) и постоянным ростом себестоимости их добычи, переработки и транспортировки (в т.ч. и электроэнергию). Как видим, мы здесь имеем 2 объективно существующие проблемы:

- с одной стороны рост энергоёмкости сельскохозяйственного производства;

- с другой стороны рост цен на энергию и энергоносители.

Естественно здесь возникают реальные задачи необходимости повышения эффективности использования энергии, в том числе и электроэнергии.

Для решения этих задач необходимо предварительно качественно и количественно осознать степень энергоёмкости основных технологических процессов и наметить пути их энергетического совершенствования.

Отсутствие в экономике активной энергосберегающей политики приводило к интенсификации использования оборудования станций и подстанций. Это было вызвано тем, что до настоящего времени было наличие дешевых энергоресурсов, низкий уровень тарифов, необъективно отражающие хозяйственную ценность электрической энергии, приводили к снижению энергетической составляющей себестоимости большинства видов продукции, что в свою очередь уменьшало заинтересованность предприятий в экономии энергоресурсов. В настоящее время с республике разработана энергетическая Программа Узбекистана.

Бурное развитие техники потребовало огромных энергетических затрат. Всем известно, что при производстве чугуна, стали, цветных металлов расходуется большое количество энергии. Однако сельское хозяйство также является весьма энергоёмким производством. Например, в США на производство сельскохозяйственной продукции расходуется 22% всех энергоресурсов, во Франции около 20%. В странах СНГ потребляется сельским хозяйством около 30 – 35% бензина, 40 – 45% дизельного топлива, около 7% электроэнергии от общего объёма потребляемых энергоресурсов.

По Узбекистану имеются следующие данные. Потребление электроэнергии по Узбекистану составляет около 65 млрд. кВт.час (согласно энергетической программы Узбекистана).

Доля с/х составляет 26,7% от общего потребления электроэнергии или около 14 млрд. кВт.часов.

Основные положения концепции развития энергетики Узбекистана:

- 1) Активное энергосбережение и рациональное использование электроэнергии;
- 2) Техническое перевооружение и реконструкция;
- 3) Переход к долгосрочной угольной стратегии;
- 4) Обеспечение сбалансированности региона электрической мощности и энергии;
- 5) Развитие малой энергетики;
- 6) Внедрение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- 7) Обеспечение самокупаемости и самофинансирования отрасли.

Проблема рационального использования энергоресурсов в с/х существует давно. Во всем мире отмечается постоянный рост энергозатрат в сельском хозяйстве. Установлено, что за каждые 15 лет потребление энергии в сельском хозяйственном производстве возрастает в 2 раза. Вызывают тревогу не столько темпы роста, а то что этот рост не пропорционален увеличению объема продукции. Например, в США, чтобы повысить объем производства сельскохозяйственной продукции вдвое, потребовалось в 10 раз увеличить расход энергии. И если в промышленности энергоёмкость продукции постоянно снижается за счет совершенствования технологии, то в сельском хозяйстве наблюдается обратная картина.

Исследования выполненные в США и ЕЭС показали огромные потенциальные возможности повышения эффективности использования и экономии ТЭП (топливно-энергетических ресурсов). Установлено, что общие потери ТЭП в этих странах в среднем составляют около 70% всего объема их поступления и только примерно треть расходуется у конечных потребителей в качестве полезной энергии.[2]. Повышение эффективности использования энергии становится одной из важнейших государственных задач. Однако необходимо осознавать различие между мероприятиями, которые экономически выгодны в принципе и теми, которые могут быть реализованы на практике. Существуют и обратные явления, когда мероприятия технически осуществимы, но являются чрезмерно дорогими.

Настоящее время. Экономия может быть получена через год или даже раньше. Для этого необходимо осуществить организационно-технические мероприятия во всех звеньях экономики и в быту, при этом потребности в капитальных затратах крайне незначительны или отсутствуют совсем. Оборудование и технологические процессы остаются прежними, но методы потребления энергии становятся более рациональными, что и приводит к повышению эффективности использования энергии.

Ближайшее время. Немного более продолжительный период (2 – 5 лет), по истечении которого может быть получена дополнительная экономия энергии, но для этого требуются капитальные затраты. В качестве примера, авторы приводят улучшение теплоизоляции жилых домов или установку более экономич-

ных осветительных приборов.[2]. Время необходимо не только для осуществления этих мероприятий, но и для того чтобы они были внедрены в широком масштабе.

Более отдаленная перспектива (5 – 25 лет). Дополнительные усовершенствования методов потребления энергии в принципе возможны, однако почти все они будут связаны с большими затратами на новое оборудование, новые производственные мощности и изменение технологии. Под более отдаленной перспективой понимается время необходимое для конструирования, разработки, изготовления и внедрения новых видов оборудования или систем. Например, перевод жилых домов на отопление за счет солнечной энергии. Несмотря на то, что этот способ в основном доступен уже сегодня, пройдет ещё 30 лет, прежде чем будет оснащён гелиоустановками жилой фонд США, который насчитывает миллионы зданий. Только для того чтобы создать производственную базу и наладить серийное производство коллекторов, теплообменников и прочих элементов гелиосистем, потребуется 5 – 10 лет.

Управление по сохранению энергии (энергосбережения) - это организованная деятельность, нацеленная на более эффективное использование энергии без сокращения уровня производства и не жертвуя при этом качеством, безопасностью и не загрязняя окружающую среду, требующее продуманного подхода.

Меры по сбережению энергии являются частью всеобъемлющей программы управления и организации предприятия.

Управление по энергетике имеет ключ к энергосбережению на корпоративном уровне и включает 8 одинаково важных видов деятельности.

В результате достигается в целом сбережение энергии до 25% и более.

Энергосбережение должно ассоциироваться с нормированием и сохранением энергии, определением и установлением зон лишнего ее потребления, принятие мер по сокращению до минимума или сокращения полностью потерь и излишних трат.

Таким образом энергопотребитель может обеспечить тот же самый уровень энергоуслуг, тот же самый уровень производства товаров с лишним потреблением энергии или тоже потребление, но с расширенным производством за счет экономии энергопотребления.

Список литературы

1. Саидходжаев А.Г., Тешабаев Б.М., Саидходжаев К. А. Новые системы учета и контроля энергии. Высокие технологии и развитие высшего технического образования в XXI веке. Труды 2 МНТК. Ташкент. 2004..

2. Е.И. Афанасьев И.К. Тульчин. Снижение расходов электроэнергии в электроустановках зданий. М. Энергоатомиздат 1997 г. с 224

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

И.Э. Таджибекова

Ташкентский государственный аграрный университет

Аннотация. В настоящее время в мировой практике отсутствует единый подход к вопросам защит электродвигателей, имеет место и различная интерпретация разными зарубежными фирмами статистики и степени опасности повреждений и аномальных режимов работы двигателей. Для оценки эффективности защит электродвигателей необходимо знать интенсивность аварийных режимов электродвигателей сельскохозяйственных машин и надежность срабатывания устройств защиты.

Ключевые слова: электродвигатель, режим работы, автоматизация защиты, эффективность защиты, тепловая защита.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC MOTORS PROTECTION METHODS AND TECHNICAL MEANS

I.E. Tadjibekova

Tashkent State Agrarian University

Annotation. At present, there is no unified approach to the issues of motor protection in world practice, and there are different interpretations by different foreign companies of the statistics and the degree of danger of damage and abnormal operating conditions of the engines. To assess the effectiveness of the protection of electric motors, it is necessary to know the intensity of the emergency conditions of the electric motors of agricultural machinery and the reliability of the operation of the protection devices.

Key words: Electric motor, operation mode, protection automation, protection efficiency, thermal protection.

Действующие тенденции развития методов и технических средств защиты электродвигателей связаны с направлениями технического прогресса: в сферах производства и эксплуатации электродвигателей, определяющих их свойства и режимы работы; в области разработки и производства элементной базы для обработки электрических сигналов. Технологические процессы, в которых используются электродвигатели, постоянно усложняются. Поэтому режимы их работы становятся более динамичными и разнообразными по характеру. В связи с этим необходимое качество управления технологическими процессами в различных энергоемких областях достигается сегодня путем автоматизации, которая предполагают связать значительную часть приемников электрической энергии с АСУТП.

Технические средства защиты электродвигателей составляют нижний уровень АСУ и выполняют терминальные функции, направленные на оценку параметров технического состояния контролируемого объекта. Двигатель остается в работе до тех пор, пока его параметры находятся в пределах установленных допусков

Особенность классических методов защиты - запаздывающая реакция на возникновение повреждения, обусловленная конечным временем измерения и

оценивания параметров. Поэтому локализация повреждений из-за дефицита времени носит экстренный характер, что неизбежно приводит к нежелательным возмущениям для энергосистемы. По этой же причине проведение детальной диагностики повреждения в этом случае, как правило, невозможно. Реализация системы защиты предупредительного действия, которая обеспечивает раннее обнаружение возможных повреждений электродвигателя и прогнозирование их эволюции, основана на непрерывном контроле с экстраполяцией и оцениванием параметров. Такой подход позволяет выиграть достаточный запас времени для детальной диагностики и выработки ответных мер, препятствующих возникновению аварийных ситуаций, и, следовательно, внезапных возмущений энергосистемы.

Эта концепция реализуется на базе стремительно развивающихся унифицированных, микроэлектронных средств обработки электрических сигналов (интегральных микросхем, микропроцессоров, контроллеров, компьютеров).

Для оценки эффективности защит электродвигателей необходимо знать интенсивность аварийных режимов электродвигателей сельскохозяйственных машин и надежность срабатывания устройств защиты.

Определение интенсивности аварийных режимов электродвигателя каждого механизма из системы машин представляет значительные трудности. Необходимость в таком подходе сбора информации об аварийных режимах отпадает, если привести классификацию всех сельскохозяйственных машин по вероятности возникновения конкретного аварийного режима. В этом случае сбор интересующей информации достаточно провести для нескольких представителей класса. С целью проведения классификации, в ряде хозяйств Ташкентской области, были организованы наблюдения за выходом из строя электродвигателей с защитой тепловыми реле.

Совместно с областным объединением была разработана и внедрена форма ежеквартальной отчетности о выходе из строя электродвигателей в хозяйствах, обслуживаемых районными «Сельхозэнерго». Наблюдения проводились по плану N , U и T в соответствии с ГОСТ 17510-79.

где: N – число изделий, взятых под наблюдения;

U – планы, в которых отказавшие изделия не заменяются на новые;

T – календарная продолжительность наблюдений;

Вероятность отказа электродвигателя, из-за отказа защиты и интенсивности аварийных режимов, не зависит от предшествующего времени работы. Отказы двигателей, поставленных на замену, не фиксируются. Распределение наработки от отказа АД в данном случае является экспоненциальным, так как отказы АД из-за отказов защиты в аварийных режимах – внезапные (возникают неожиданно и не регулируются, а их интенсивность постоянна).

В соответствии с ГОСТ 17510-79 было определено, что для получения достоверной информации о надежности объектов наблюдений с доверительной вероятностью 0.8 и относительной ошибкой 0.1 при экспоненциальном законе распределения времени наработки до отказа необходимо взять под наблюдение

в течение года не менее 80 электродвигателей, установленных на однотипных рабочих машинах.

Результаты наблюдения в течение года за выходом из строя электродвигателей защищенных двухполюсным тепловым реле приведены в

Таблица 1

Отказ электродвигателей, защищенных двухполюсным тепловым реле, из-за несрабатывания защиты

Наименования механизмов	Доля отказов электродвигателей, %
Транспортеры - навозоуборки	90
Вакуум-насосы	70
Насосы воды	40 ÷ 50
Дробилки, измельчители кормов	80
Вентиляторы	50
Транспортеры кормов	50

Результаты наблюдений, позволяют определить количество электродвигателей, отказавших по вине защиты (табл.2)

Таблица 2

Количество электродвигателей отказавших по вине защиты.

Наименования механизмов	Количество электродвигателей		Доля отказов по вине защиты (тепловое реле ТРН)	Количество электродвигателей отказавших по вине защиты
	Взятых под наблюдение, шт	Отказавших, шт		
Транспортеры навозоуборки	253	105	0,9	95
Вакуум-насосы	241	56	0,7	39
Насосы воды	80	34	0,4	14
Дробилки, измельчители кормов	73	15	0,8	12
Вентиляторы	344	46	0,5	23
Транспортеры кормов	129	21	0,5	11

В этих условиях особо актуальной становится необходимость разработки и совершенствования цифровых средств защиты наиболее массовых приемников электроэнергии - электродвигателей переменного тока различных классов напряжения и мощности, удовлетворяющих современным требованиям 6 автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). С переходом на цифровую обработку аналоговых сигналов релейной защиты неизбежно изменяется как структура устройств, так и подход к выбору методов преобразования сигналов. Возникают задачи рационального распределения функций между аналоговыми и цифровыми блоками устройств защиты

нижнего уровня, а также - между устройствами нижнего и верхних уровней в иерархических системах защиты. Решению этих актуальных задач и посвящена настоящая работа. Основные задачи релейной защиты электродвигателей (ЭД) сводятся к следующему:

- своевременное выявление электрических повреждений (желательно на ранних стадиях их возникновения и развития) в электродвигателях и пусковой аппаратуре, а также опасные для них ненормальных режимов;

- формирование управляющих воздействий на коммутационные аппараты, систему возбуждения, приводные механизмы и пусковую аппаратуру, которые позволили бы уменьшить объемы разрушений, отключить присоединение с поврежденным электродвигателем от питающей сети, не допустить развития опасного ненормального режима, обеспечить возможно меньший простой и быстрое восстановление нормальной работы технологических линий и отдельных механизмов. Эти задачи конкретизируются в общих технических требованиях к релейной защите. Международных стандартов в этом отношении не существует. Практические решения по выбору принципов и методов расчета защит в различных странах не совпадают, так как они исходят из опыта проектирования и эксплуатации конкретных типов двигателей в тех или иных специфических условиях работы электроприводов и электрических сетей. Существенное значение в том, что в настоящее время в мировой практике отсутствует единый подход к вопросам защит электродвигателей, имеет место и различная интерпретация разными зарубежными фирмами статистики и степени опасности повреждений и аномальных режимов работы.

Список литературы

1. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода.-Москва: ЭнергATOMиздат, 2001. - 315 с.
2. Фоменков А.П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий –М.: Колос, 2001-288 с.
3. Александров Н.Н. Электрические машины и микромашины.- Москва.: ЭнергоATOMиздат, 1994.-240 с.

УДК621.311.13

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 КВ

А.Н. Татарникова, Н.И. Черкасова

*Рубцовский индустриальный институт Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова*

Аннотация. В статье показано влияние реактивной мощности на потери электроэнергии и режим напряжения, проанализировано значение коэффициента реактивной мощности в воздушных линиях 10 кВ и доказана необходимость применения компенсирующих устройств.

Ключевые слова: воздушные линии, компенсация реактивной мощности, энергетическая эффективность.

INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF RURAL LINES 10 KV FOR ACCOUNT OF APPLICATION OF COMPENSATIVE DEVICES

A.N. Tatarnikova, N.I. Cherkasova

*Rubtsovsk Industrial Institute Altai state technical university the name
of I.I. Polzunov*

Abstract. In the article influence of reactive-power is shown on the losses of electric power and mode of tension, the value of coefficient of reactive-power is analysed in rural lines 10 kV and the necessity of application of compensative devices is well-proven.

Keywords: rural lines, indemnification of reactive-power, power efficiency.

Компенсация реактивной мощности в системообразующих и межсистемных электрических сетях 220 – 750 кВ давно используется для нормализации уровня напряжений, оптимизации режимов сетей и снижения потерь электроэнергии.

Наибольшую энергетическую эффективность на рубль капиталовложений по сравнению с другими мероприятиями даёт внедрение и использование средств компенсации реактивной мощности [1].

Передача значительной реактивной мощности по линиям и через трансформаторы невыгодна по следующим основным причинам:

1. Возникают дополнительные потери активной мощности во всех элементах системы электроснабжения, обусловленные загрузкой их реактивной мощностью. Так, при передаче активной мощности P и реактивной Q потери активной мощности через элемент системы электроснабжения с сопротивлением R составят:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + \Delta P_p,$$

где ΔP_a - потери активной мощности при передаче активной мощности являются неизбежными, а ΔP_p - дополнительные потери активной мощности, вызванные протеканием (передачей) реактивной мощности Q пропорциональны ее квадрату.

2. Возникают дополнительные потери напряжения, которые особенно существенны в сетях районного значения. Так при передаче мощностей P и Q через элемент системы электроснабжения с параметрами сопротивления R и X потери напряжения составят:

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + QX}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{QX}{U} = \Delta U_a + \Delta U_p,$$

где ΔU_a - потери напряжения, обусловленные передачей активной мощности, а ΔU_p - потери напряжения, обусловленные передачей реактивной мощности.

Передача реактивной мощности «забирает» существенную часть сечения проводов и мощности трансформаторов (при $tg\varphi = 0,5$ более 10 %), снижая возможности передачи активной мощности, и приводит к увеличению потерь мощности и электроэнергии (при $tg\varphi = 0,5$ порядка 20 % суммарных потерь).

Потери напряжения, обусловленные передачей реактивной мощности, составляют около 1/3 суммарных потерь напряжения в сетях 6-10 кВ и около 2/3 в сетях более высоких напряжений. Происходящее при этом снижение напряжения в сети приводит к еще большему увеличению потерь электроэнергии и снижению пропускной способности линий и трансформаторов. Для трансформаторов потери напряжения практически полностью определяются передаваемой реактивной мощностью. Кроме влияния на экономические показатели сетей, передача реактивной мощности может привести и к нарушению технических ограничений по допустимым напряжениям в узлах потребления энергии [2].

За счет высокой экономической эффективности компенсации реактивной мощности в промышленно развитых странах ей уделяют большое внимание. Во Франции, Германии, Швеции мощность конденсаторных установок составляет 35 % активной пиковой мощности, а в США и Японии – около 70 %[1]. В большинстве европейских стран коэффициент реактивной мощности ($tg\varphi = Q/P$) в режиме максимальных нагрузок поддерживается на уровне 0,2 – 0,4, что соответствует $\cos\varphi = 0,98 – 0,92$. В последние годы во многих энергосистемах США распределительные электрические сети в режиме максимальных нагрузок работают без перетоков реактивной мощности с $tg\varphi = 0$

В Российской Федерации приняты новые нормативные документы, определяющие взаимоотношение энергоснабжающих компаний и потребителей электроэнергии в области потребления реактивной мощности.

Предельные значения коэффициента реактивной мощности, потребляемой в часы больших суточных нагрузок электрической сети, для потребителей, присоединенной к сетям напряжением ниже 220 кВ, определяются в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Предельные значения коэффициента реактивной мощности

Положение точки присоединения потребителя к электрической сети	$tg\varphi = Q/P$
напряжением 110 кВ (154 кВ)	0,5
напряжением 35 кВ (60 кВ)	0,4
напряжением 6 -20 кВ	0,4
напряжением 0,4 кВ	0,35

Данные значения указываются в договорах с потребителями электрической энергии, присоединенная мощность энергопринимающих устройств которых более 150 кВт.

Значение коэффициента реактивной мощности, генерируемой в часы малых суточных нагрузок электрической сети, устанавливается равным нулю во всех случаях.

Следует отметить, что в настоящее время требования по компенсации реактивной мощности по сравнению с предыдущими нормативными документами несколько ужесточились. Однако, на сегодняшний день в России требования по компенсации реактивной мощности гораздо ниже, чем в промышленно развитых странах. Тем не менее, они не выполняются, особенно это касается распределительных электрических сетей напряжением 10 кВ и ниже.

Энергетикам хорошо известно, что большая часть потерь электроэнергии в электрических сетях ложится на линии 10 – 0,4 кВ [3]. Авторами данной статьи было проведено исследование режима работы сельских линий 10 кВ западной части Алтайского края, принадлежащих распределительной сетевой компании Сибири

На основе данных контрольного замера, произведенного в декабре 2009 года по показаниям активного и реактивного счетчиков, установленных на отходящих линиях 10 кВ, были рассчитаны, соответственно, мощности и определен коэффициент реактивной мощности каждой из 170 линий.

На рис. 1 представлена упорядоченная диаграмма тангенса «фи» ($\text{tg } \varphi$) исследованных линий 10 кВ, для наглядности расположенных в порядке возрастания коэффициента.

Анализ диаграммы распределения тангенса «фи» в линиях 10 кВ показывает, что лишь 5 % линий имеют $\text{tg } \varphi \leq 0,4$, а 95 % линий имеют значение тангенса выше предписанных и среднее значение тангенса составляет 0,67. Для сравнения можно отметить, что распределительные промышленные сети 6 кВ этого региона имеют средний тангенс 0,42, что весьма близко к желаемому.



Рис. 1. Диаграмма распределения тангенса «фи» в линиях 10 кВ

Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что режим реактивной мощности в распределительных сетях не контролируется и не регулируется. Сле-

довательно, на сегодняшний день встает задача нормализации потоков реактивной мощности и уровней напряжения в сельских сетях 10 – 0,4 кВ с помощью компенсирующих устройств.

Наиболее оптимальной является компенсация реактивной мощности у потребителя с помощью конденсаторных батарей. Конденсаторные установки получили наибольшее распространение на промышленных предприятиях как средство компенсации реактивной мощности, имея следующие достоинства:

1. малые потери активной мощности (0,0025-0,005 кВт/квар);
2. простота эксплуатации и производства монтажных работ;
3. возможность увеличения или уменьшения установленной мощности в зависимости от потребности (ступенчатая регулировка);
4. возможность установки в любом сухом помещении.

К недостаткам конденсаторных установок относятся:

1. зависимость генерируемой реактивной мощности от напряжения сети

$$Q = \left(\frac{U_c}{U_{к.у}} \right)^2 \cdot Q_n,$$

где U_c - фактическое напряжение сети, кВ;

$U_{к.у}$ - номинальное напряжение конденсаторной установки, кВ;

2. чувствительность к искажению питающего напряжения (перегрузка токами высших гармоник);
3. отсутствие плавного регулирования мощности.

Применение конденсаторных батарей не только позволяет снижать потери мощности и электроэнергии, но также повышает пропускную способность сетей и повышает качество электроэнергии (за счет стабилизации режима напряжения и устранения несимметрии в случае применения симметрирующих компенсирующих устройств).

Применение конденсаторных батарей и симметрирующих компенсирующих устройств позволят при эксплуатации сетей 10 – 0,4 кВ применять современные технологии гибких линий (FACTS) и «умных» сетей (Smart Grid).

Для примера была взята ВЛ-10 кВ Л-49-2 (запитанная от ПС 49 Метелёво) на предмет определения эффективности капиталовложений при компенсации реактивной мощности устройствами УКРМ.

Первоначально был произведен обзор заводов, производящих компенсирующие устройства, затем на основании сравнительного анализа заводов изготовителей по критерию: лучшее соотношение цена – качество, был выбран Челябинский завод электрооборудования.

На основании алгоритма расчета приведенного в прайсе завода-изготовителя была установлена необходимая мощность компенсации и выбрана марка конденсаторной установки УКРМ-2100 по цене 482600 руб.

После монтажа конденсаторной установки снижение потерь электроэнергии составит 171852 кВт·час, стоимость экономии (при тарифе на электроэнер-

гию 3,5 руб/ кВт·час) составит 601482 руб. Срок окупаемости с учетом дополнительных затрат в размере 10 % составит $T_{ок} = 486600/601482 = 0,8$ года.

В России насчитывается около двух миллионов км электрических сетей напряжением 10 - 0,4 кВ, при этом, даже небольшой выигрыш для сети одной районной подстанции в масштабах региона даст значительный экономический эффект.

Список литературы

1. Аксёнов В.В., Быстров Д.В., Воротницкий В.Э., Трофимов Г.Г. Компенсация реактивной мощности с фильтрацией токов высших гармоник – реальный путь повышения энергоэффективности передачи и распределения электроэнергии. – Электрические станции, 2012, № 3.
2. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов/ - М.: ЭНАС, 2009. - 456 с.
3. Черкасова Н.И. Моделирование, анализ и оптимизация потерь в распределительных электрических сетях 10 - 0,4 кВ: монография /Рубцовский индустриальный институт; Изд-во НГТУ. – Новосибирск, 2008.

КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Н.И. Черкасова, А.Н. Татарникова

*Рубцовский индустриальный институт Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова*

Аннотация. Приведены примеры применения методов анализа опасности и оценки риска для распределительных сетей 10–0,4 кВ. Анализ опасности и работоспособности.

Ключевые слова: *распределительные сети, анализ опасности, оценка риска, экспертные методы, вероятность аварий.*

QUALITY AND QUANTITATIVE OPPORTUNITIES FOR DETERMINING THE HAZARD OF ELECTRICAL INSTALLATION

A.N. Tatarnikova, N.I. Cherkasova

*Rubtsovsk Industrial Institute Altai state technical university the name
of I.I. Polzunov*

Abstract. Examples of the application of hazard analysis and risk assessment methods for 10–0,4 kV distribution networks. Hazard and operability study.

Keywords: *distribution networks, hazard analysis, risk assessment, expert methods, probability of accidents*

Рассмотрим методику применения метода «Анализ опасности и работоспособности» («Hazard and Operability Study» - HAZOP)

Применение метода HAZOP начинается, в отличие от методов «Что будет, если...?» («What - if?») и проверочного листа («Check List»), не с определения

видов возможных повреждений и неполадок, а с изучения всего перечня контролируемых показателей состояния анализируемого объекта и их отклонений от допустимых значений (критериев безопасности)[1-4].

Метод HAZOP основан на предположении (подтверждаемом обширным опытом эксплуатации электроустановок), согласно которому развивающиеся или уже имеющиеся повреждения и неполадки проявляются в той или иной мере в отклонениях значений показателей состояния ЭУ от обычно наблюдаемого или предельно допустимого уровня.

Применение данного метода начинается с исследования компоновки и структуры элементов анализируемых распределительных электрических сетей и ЭУ, воздействий и нагрузок на них, а также особенностей жизненного цикла объекта, включая уже имевшие место повреждения, аварии и неполадки. Далее изучается весь перечень контролируемых показателей состояния, анализируются все возможные отклонения каждого из показателей состояния от допустимых значений. Затем выявляются возможные причины и следствия этих отклонений. Наконец, на завершающем шаге определяются меры по предотвращению опасных отклонений показателей состояния от допустимых значений. Результаты исследований для каждого из показателей состояния анализируемого узла сети заносятся в специальные таблицы (табл. 1).

Таким образом, реализация метода HAZOP заключается в получении ответов на вопросы: что может произойти с ЭУ при изменениях ее показателей состояния, чем эти изменения могут быть вызваны, к чему приведут и как противодействовать нежелательным процессам и событиям.

В процессе изучения возможных отклонений показателей состояния ЭУ от допустимых значений рекомендуется использовать ключевые слова «нет», «больше», «меньше», «другой», «иначе чем» и т.д. Примерное содержание ключевых слов следующее [4]:

«нет»- отсутствие питания в цепях управления; отсутствие питания собственных нужд подстанции, отсутствие персонала на объекте в момент повреждения; отсутствие электропитания приводов задвижек пожаротушения и т.д.;

«больше»- повышение тока до сверхтока, перенапряжение, превышение показателей качества электроэнергии сверх допустимых значений и т.д.;

«меньше»- снижение напряжения, понижение сопротивления изоляции и т.д.;

«другой»- на территории электроустановки ведутся несанкционированные работы; установка оборудования, не предусмотренного проектом, и т.д.;

«иначе чем»- установленное оборудование не соответствует режиму работы, вместо предохранителей стоят «жучки» и т.д.

Разумеется, приведенный перечень носит предварительный характер и определяется для каждого объекта самостоятельно.

Степень опасности отклонений показателей состояния анализируемого узла сети от предельно допустимых значений (критериев безопасности) в рамках метода HAZOP может быть определена как качественно (экспертные оценки), так и количественно - путем расчетных оценок показателей термической стой-

кости, коэффициента абсорбции, вероятностей (среднегодовых частот) реализации причин неполадок и повреждений, габаритов зоны аварийного воздействия и масштабов последствий возможных опасных отклонений.

Рассмотрим применение метода анализа опасности и работоспособности («Hazard and Operability Study» - HAZOP) на примере узла «**Воздушная линия 10 кВ – КТП 10/0,4 кВ – воздушная линия 0,4 кВ**»

В процессе анализа для каждой электроустановки, воздушной или кабельной линии или трансформаторной подстанции определяются возможные отклонения, причины и рекомендации по обеспечению безопасности.

На основе опыта эксплуатации экспертов перечислим наиболее частые из возможных отклонений от нормального режима работы линии ВЛ [5-8].

10 кВ, КТП 10/0,4 кВ и воздушной линии 0,4 кВ, к которым относятся следующие:

1. Ослабление в контактном соединении шлейфов от питающей линии 10 кВ к проходным изоляторам.
2. Ослабление контактов в соединении токоведущих шин высоковольтного шкафа КТП к проходным изоляторам.
3. Ослабление в контактных соединениях проводников 0,4 кВ отходящих фидеров.
4. Повышение рабочего тока до сверхтока.
5. Понижение сопротивления опорной изоляции.

Причиной возможных отклонений 1, 2, и 3 являются применение в контактных соединениях разнородных металлов или отсутствие в болтовом неразъемном соединении анти-расслабляющих шайб. Последствием данных отклонений, как правило, случается искрение, переходящее в дугу. Для устранения подобных последствий, даются рекомендации: установить систему аварийной сигнализации на основе дуговой защиты.

Последствием отклонения 4 по причине использования автоматических выключателей, которые не соответствуют протекаемому току, может быть перекрытие между полюсами автоматических выключателей низковольтного шкафа КТП.

Понижение сопротивления опорной изоляции часто возникает из-за увлажнения и загрязнения изоляции. Вследствие чего происходит перекрытие между полюсами автоматических выключателей низковольтного шкафа КТП, перекрытие по поверхности опорного изолятора и замыкание на землю. Для предотвращения подобных аварий эксплуатирующему персоналу следует производить определённые техническим регламентом эксплуатационные работы, в состав которых входит регулярная чистка изоляции.

В табл. 1 представлен фрагмент результатов анализа опасности и работоспособности узла «Воздушная линия 10 кВ – КТП 10/0,4 кВ – воздушная линия 0,4 кВ». При характеристике каждого возможного отклонения используются ключевые слова «нет», «больше», «меньше», «так же, как», «другой», «иначе, чем», «обратный» и т.п.

В табл. 1 приведены также экспертные балльные оценки:

- вероятности возникновения рассматриваемого отклонения **В**,
- тяжести последствий **Т**,
- показателя критичности **К = В + Т**.

Показатели В и Т определялись по 4 - балльной шкале (балл, равный 4, соответствует максимальной опасности).

Отклонения, имеющие повышенные значения критичности, далее рассматриваются более детально, в том числе при построении сценариев аварийных ситуаций и количественной оценке риска.

Таблица 1

Перечень отклонений при применении метода анализа опасности и работоспособности (HAZOP) узла «воздушная линия 10 кВ – КТП 10/0,4 – воздушная линия 0,4 кВ» распределительной электрической сети (фрагмент результатов)

	Отклонение	Причины	Последствия	В	Т	К	Рекомендации
Меньше	1. Ослабление в контактном соединении шлейфов от питающей линии 10 кВ к проходным изоляторам. 2. Ослабление контактов в соединении токоведущих шин в/в шкафа КТП к проходным изоляторам. 3. Ослабление в контактных соединениях проводников 0,4 кВ отходящих фидеров	1. Применение в контактных соединениях разнородных металлов или отсутствие в болтовом неразъемном соединении анти-расслабляющих шайб	1. Искрение, переходящее в дугу	2	4	6	Установить систему аварийной сигнализации на основе дуговой защиты
		2. Отсутствие в болтовом неразъемном соединении анти-расслабляющих шайб	Как в п. 1	3	4	7	
			Как в п. 1	3	4	7	
Больше	Повышение рабочего тока до сверхтока	3. Применяемые автоматы не соответствуют условиям работы	Перекрытие между полюсами автоматических выключателей низковольтного шкафа КТП	1	2	3	Применение автоматических выключателей с наличием дугогасительных камер
Меньше	1. Понижение сопротивления опорной изоляции	4. Увлажнение и загрязнение опорной изоляции	Перекрытие по поверхности опорного изолятора, замыкание на землю	2	3	5	Должное техническое обслуживание по чистке изоляции

Список литературы

1. Основы электрической совместимости: Учебник для вузов / ред. Р.Н. Корякин. Барнаул: АлтГТУ, 2007. – 479 с.
2. Черкасова Н.И.. Оценка риска сельских электрических сетей/ О.К. Никольский, Н.И. Черкасова //Техника в сельском хозяйстве. – М., 2013. №6. – С. 21–23.
3. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика. М.: Страховая группа «Лукойл». 2000.
4. Черкасова Н.И. Принципиальная схема системы сельского электроснабжения, дифференцированная по уровням напряжения//Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность. – М., 2017. - №1. – С. 8-11.
5. Черкасова Н.И. Применение методов анализа опасности и оценки риска в сетях 10 - 0,4 кВ/ Н.И. Черкасова // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2014. - №8. – С. 202-211.
6. Черкасова Н.И. Гребенников В.С., Татарникова А.Н. Обеспечение энергоэффективности в области потребления электроэнергии в сельском хозяйстве и ЖКХ/ Экономика, экология России в 21-м столетии. Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург. -2013. - С. 250-253.
7. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. РД 03-418-01. Утверждены Постановлением № 30 Госгортехнадзора России от 10. 07. 2001.
8. Черкасова Н.И. Анализ состояния сельских электрических сетей 10 кВ в свете мониторинга отказов/ Н.И. Черкасова // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2012. - №4. – С. 49–55.
9. Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений СТП ВНИИГ 210.02. НТ – 04 – Санкт-Петербург, 2005.
10. ГОСТ Р 27.310-93. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. М.: Издательство стандартов. 1993.
11. Стандарт МЭК. Техника анализа надежности систем. Метод анализа вида и последствий отказов. Публикация 812 (1985 г.).

КАЧЕСТВЕННЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗОВ РИСКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Н.И. Черкасова, А.Н. Татарникова

Рубцовский индустриальный институт Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. Приведены примеры применения методов анализа опасности и оценки риска для распределительных сетей 35 - 10 кВ экспертных методов вероятности аварий «Что будет, если...?» («What-if?») и проверочного листа («CheckList»)

Ключевые слова: *распределительные сети, анализ опасности, оценка риска, экспертные методы, вероятность аварий.*

QUALITY EXPERT METHODS OF RISK ANALYSIS OF DISTRIBUTIVE NETWORKS

A.N. Tatarnikova, N.I. Cherkasova

Rubtsovsk Industrial Institute Altai state technical university the name of I.I. Polzynov

Abstract. Examples of the application of hazard analysis and risk assessment methods for 35 - 10 kV distribution networks of expert methods for the probability of accidents “What-if?” and “CheckList” are given.

Keywords: *distribution networks, hazard analysis, risk assessment, expert methods, probability of accidents.*

В настоящее время сложилась определенная терминология теории безопасности и риска. Разработаны государственные стандарты анализа риска технологических систем, пожарной безопасности технологических процессов, безопасности гидротехнических сооружений. Разработаны и утверждены Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов, методические руководства по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и газопроводах и множество других руководящих указаний касающихся промышленной безопасности по отраслям.

Вместе с тем методология учета и оценки безопасности при обосновании технических и организационных мероприятий по проектируемым и действующим объектам, сельских распределительных сетей 35, 10 – 0,4 кВ до сих пор остаются в стадии разработки [1].

На базе узла системы сельского электроснабжения «Подстанция (ПС) 35/10 кВ – воздушная линия (ВЛ) 10 кВ – КТП 10/0,4 кВ – воздушная линия 0,4 кВ» (рис. 5.1.). рассмотрены возможные варианты аварий и отказов и приведены фрагменты методики в части применения известных методов анализа опасности и оценки риска применительно к распределительным электрическим сетям.

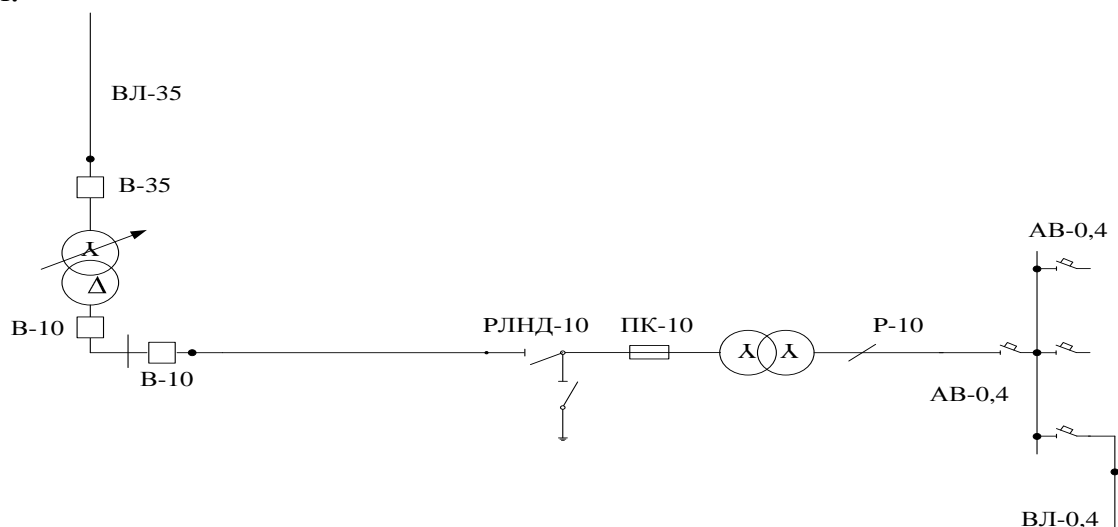


Рис.1. Электрическая схема узла «Подстанция 35/10 кВ – воздушная линия 10 кВ – КТП 10/0,4 кВ – воздушная линия 0,4 кВ»

Методика применения качественных экспертных методов вероятности аварий «Что будет, если...?» («What-if?») и проверочного листа («CheckList»)

Методы «Что будет, если...?» («What-if?») и проверочного листа («CheckList») относятся к качественным экспертным методам и представляют собой формализованные процедуры изучения степени соответствия условий проектирования, строительства и эксплуатации анализируемого объекта требованиям правил технической эксплуатации и норм в сфере обеспечения безопасности электроустановки (ЭУ)[5].

Использование метода «Что будет, если...?» («What-if?») предполагает ответы на перечень вопросов - что будет с объектом или его элементом, если реализуется конкретный вид нагрузок и/или воздействий (сверхрасчетные ветровые и температурные нагрузки, град и т.д.), либо процесс или событие, способное инициировать аварии на ЭУ (ошибки персонала, несанкционированное техногенное воздействие на ЭУ, старение материалов и т.д.). Ответы на вопросы должны отражать мнение экспертов в части оценки характера и масштабов ожидаемых повреждений.

Рассмотрим наиболее типичный для сельского электроснабжения узел: воздушная линия (ВЛ) 10 кВ с линейным разъединителем (ЛР), марки РЛНД-10 кВ, рис. 1 на оборудовании 4УР[4].

При воздействии сверхрасчетных ветровых или гололёдных нагрузок на ВЛ 10 кВ наиболее частым повреждением является обрыв провода. Одними из частых причин обрыва провода может являться отгорание провода из-за снижения сечения у крепления провода, или схлёстывание проводов при сильном ветре, если своевременно не были произведены регламентные работы по перетяжке проводов. Оборванный или отгоревший провод, упав на землю, создает опасную поражающую зону в радиусе 8,0 м. Последствием аварии может явиться возможное поражение людей и сельскохозяйственных животных в радиусе 8 метров от точки касания с землёй упавшего провода. Основным негативным следствием обрыва провода для населения является перерыв подачи электроэнергии потребителям[6].

Линейный разъединитель, как коммутационный аппарат применяется в распределительных сетях для подключения к ВЛ 10 кВ (комплектной) трансформаторной подстанции (К)ТП 10/0,4 кВ, либо для секционирования линии. Повреждение ЛР происходит довольно часто. Происходит разрушение изоляторов разъединителя при воздействии грозы, перекрытие ЛР из-за дождя[8]. Последствием аварии является повреждение контактов разъединителей, либо повреждение траверсы опоры, что, как и в первом случае приводит к отключению линии и перерыву электроснабжения потребителей.

Результатом применения метода «Что будет, если...?» является таблица или иная форма регистрации полученной информации, содержащая, как правило, наименование ЭУ и ее элементов, инициирующие опасные нагрузки, воздействия, процессы и события, характеристику повреждений ЭУ, вызываемых этими опасностями, а также качественную экспертную оценку последствий

аварий для основных групп реципиентов риска - персонала ЭУ, населения, имущества и окружающей природной среды (табл. 1).

Таблица 1

Примерный вид таблицы результатов применения метода «Что будет, если...?» на оборудовании 4УР (обрыв провода ВЛ – 10 кВ и перекрытие линейного разъединителя 10 кВ)

п/п	Наименование распределительной сети и ее элементов	Причины повреждений и аварий распределительной сети	Характер и масштабы повреждений и аварий	Последствия для персонала, населения, имущества и окружающей среды
1.	ВЛ – 10 кВ, обрыв провода	1. Сверхрасчетные ветровые и гололедные нагрузки; 2. Схлестывание проводов; 3. Отгорание провода из-за снижения сечения у крепления	Провод, упав на землю, создает опасную поражающую зону в радиусе $R_{ш} = 8,0$ м	Поражение людей и с/х животных в радиусе $R_{ш} = 8,0$ м. Перерыв подачи электроэнергии потребителям
2.	Линейный разъединитель (ЛР) 10 кВ	1. Перекрытие ЛР-10 кВ из-за дождя; 2. Разрушение изоляторов по причине грозы.	Повреждение контактов разъединителей, повреждение траверсы опоры	Перерыв подачи электроэнергии потребителям

Примеры, приведенные в таблице 1, носят иллюстрационный характер и служат для пояснения логики использования предлагаемых методов.

Метод проверочного листа («CheckList») отличается от метода «Что будет, если...?» («What - if?») более широким и полным представлением исходных данных и результирующей информации о последствиях опасных повреждений для основных групп реципиентов риска. Кроме того, в проверочном листе принято не только идентифицировать причины повреждений, их характер, масштабы и последствия, но и определять (на предварительном уровне) вероятность аварий, а также меры, необходимые для обеспечения безопасности в каждом из рассматриваемых случаев.

Для примера рассмотрим возможные аварии, которые могут произойти на подстанции 35/10 кВ, ОРУ 35 кВ и в ЗРУ 10 кВ (табл. 2).

На ПС возможны случаи, когда после ремонта ОРУ 35 кВ и ошибке персонала подаётся напряжение на шины 35 кВ подстанции при неотключенных заземляющих ножах. В этом случае происходит мощное 3-фазное короткое замыкание. Подстанция полностью гасится, отключается, весь район, центром питания которого являлась данная подстанция, что приводит к значительному материальному, социальному и экологическому ущербу.

Таблица результатов применения метода проверочного листа

№ сценария	Наименование ЭУ и её элементов	Причины возможных повреждений и аварий	Характер и масштабы возможных повреждений и аварий ЭУ	Ожидаемая частота повреждений, 1/год	Последствия для персонала, населения, имущества и окружающей среды	Меры по предотвращению повреждений и аварий
1	Высоковольтный выключатель ВЛ10 кВ, питающей населенный пункт	Отказ выключателя при прохождении тока КЗ (старение материалов)	Взрыв бака выключателя с выбросом масла	Крайне малая	Пожар; незначительный социальный, материальный и экологический ущерб	Установка дуговой защиты на выключателе
2.	Подстанция 35/10 кВ, ОРУ 35 кВ (рис. 8.1)	Ввод в работу из ремонта секции шин 35 кВ на включенный заземляющий нож (ошибка персонала)	3-х фазное короткое замыкание на секции шин 35 кВ. В результате неселективной работы УРЗА отключение отходящих линий 35 кВ.	Малая ($\approx 10^{-4}$)	Значительный социальный, и незначительный материальный и экологический ущерб	Монтаж электромагнитной блокировки. Противоаварийные тренировки оперативным персоналом

Следующим довольно частым событием может являться отказ выключателя 10 кВ. Известно, что, оборудование подстанций давно исчерпало свой моральный и физический ресурс. Поэтому при отключении высоковольтных выключателей 10 кВ происходят частые их отказы по причине старения материалов. Нередко отказ выключателя сопровождается взрывом бака с выбросом масла. Разберём упомянутые выше возможные аварии посредством метода «CheckList».

Примерный вид таблицы результатов применения метода проверочного листа приведен в таблице 2.

Достоинством методов «Что будет, если...?» («What - if?») и проверочного листа («Check List») является их простота для понимания всеми участниками анализа риска и относительно небольшие временные затраты на реализацию. К недостаткам следует отнести необходимость рассмотрения весьма широкого перечня событий и процессов, а также всегда присутствующую возможность упущения ряда действительно серьезных опасностей, способных привести к крупной аварии ЭУ.

Указанные методы весьма эффективны практически на всех стадиях жизненного цикла распределительных электрических сетей для предварительного анализа опасностей и качественного анализа риска аварий.

Качественные оценки вероятностей аварий по каждому из выявленных возможных сценариев их возникновения и развития рекомендуется выполнять на основе коллективного мнения экспертов, сформулированного с помощью формализма нечетких множеств, количественные оценки - как экспертным, так и расчетным путем.

Список литературы

1. Черкасова Н.И.. Оценка риска сельских электрических сетей/ О.К. Никольский, Н.И. Черкасова //Техника в сельском хозяйстве. – М., 2013. №6. – С. 21–23.
2. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика. М.: Страховая группа «Лукойл». 2000.
3. Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства/ И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
4. Черкасова Н.И. Принципиальная схема системы сельского электроснабжения, дифференцированная по уровням напряжения//Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность. – М., 2017. - №1. – С. 8-11.
5. Черкасова Н.И. Применение методов анализа опасности и оценки риска в сетях 10 - 0,4 кВ/ Н.И. Черкасова // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2014. - №8. – С. 202-211.
6. Татарникова А.Н., Черкасова Н.И. Гребенников В.С., Обеспечение энергоэффективности в области потребления электроэнергии в сельском хозяйстве и ЖКХ/ Экономика, экология России в 21-м столетии. Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург. -2013. - С. 250-253.
7. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. РД 03-418-01. Утверждены Постановлением № 30 Госгортехнадзора России от 10. 07. 2001.
8. Черкасова Н.И. Анализ состояния сельских электрических сетей 10 кВ в свете мониторинга отказов/ Н.И. Черкасова // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2012. - №4. – С. 49–55.
9. Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений СТП ВНИИГ 210.02. НТ – 04 – Санкт-Петербург, 2005.
10. ГОСТ Р 27.310-93. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. М.: Издательство стандартов. 1993.
11. Стандарт МЭК. Техника анализа надежности систем. Метод анализа вида и последствий отказов. Публикация 812 (1985 г.).

РАСЧЕТ ОХЛАЖДЕНИЯ НАСЫЩЕННОГО ВЛАГОЙ ВОЗДУХА, КОГДА ЕГО ТЕПЛОЕМКОСТЬ СТАНОВИТСЯ ПЕРЕМЕННОЙ, ПЕРЕД ПГУ В ТЕПЛООБМЕННИКАХ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Ю.С. Черникова

Вологодский Государственный Университет

Аннотация. При повышении температуры наружного воздуха, начинается спад электрической мощности, а при понижении температуры наружного воздуха, эти характеристики ГТУ начинают стремительно расти. Предлагается охладить атмосферного воздуха перед поступлением его в компрессор ГТУ.

Ключевые слова: *эффективность, температура, мощность, недостаток, охлаждение, влага, воздух, водяной эквивалент.*

CALCULATION OF COOLING SATURATED WATER AIR, WHEN THE HEAT PROCESSING BECOMES VARIABLE BEFORE PGU-420 IN HEAT EXCHANGERS OF THE COMPLEX AIR CLEANING DEVICE

J.S. Chernikova

Vologda State University

Abstract. With an increase in the temperature of the outside air, a decrease in electrical power begins, and with a decrease in the temperature of the outside air, these characteristics of the GTU begin to grow rapidly. It is proposed to cool the atmospheric air before it enters the compressor GTU.

Keywords: *efficiency, temperature, power, lack, cooling, moisture, air, water equivalent.*

Энергетическая эффективность газотурбинной установки (ГТУ) может быть обеспечена только при условии соблюдения определенных режимов работы. Работа ГТУ зависит от параметров наружного воздуха: температуры, давления и влагосодержания

Главным недостатком ГТУ является значительная зависимость генерируемой электрической мощности от повышения температуры наружного воздуха. Чем выше температура наружного воздуха, тем ниже мощность ПГУ.

Известным решением проблемы снижения мощности ПГУ является охлаждение атмосферного воздуха перед поступлением его в компрессор ГТУ.

Рассмотрим охлаждение насыщенного влагой воздуха, когда его теплоемкость становится переменной.

По температурам воздуха $t'_1 = 20; 25; 30; 35$ °С и переменной относительной влажности $\varphi = 60; 70; 80; 100\%$ на I-d диаграмме определим температуру точки росы, где начинается конденсация водяного пара, влагосодержание - d, г/кг сухого воздуха, а также удельную энтальпию -h, кДж/кг сухого воздуха[1].

При влажности исходного воздуха меньше 100 % условно разделим теплообменник на две части: в первой части воздух охлаждается до точки росы с

теплоемкостью $c = 1 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, и соответствующим водяным эквивалентом, во второй части воздух охлаждается до температуры ниже точки росы с эффективной теплоемкостью $c_{\text{эф}}$ и другим водяным эквивалентом.

Полная площадь поверхности теплообменника $F = F_1 + F_2, \text{ м}^2$, где F_1 - площадь первой части, F_2 - площадь второй части теплообменника. Проводим расчет методом последовательных приближений, т.е. сначала полагаем, что в теплообменнике не будет происходить конденсация водяного пара используя при этом полную площадь теплообменника $F, \text{ м}^2$ и теплоемкость $c = 1 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$.

Далее по формуле 1:

$$Q = \frac{t'_1 - t'_2}{\frac{1}{k \cdot F} + \frac{1}{2W_1} + \frac{1}{2W_2}}, \quad (1)$$

где t'_1, t'_2 - температуры воздуха и охлаждающего теплоносителя;

W_1, W_2 - водяные эквиваленты воздуха и теплоносителя.

Произведем несколько вариантов расчетов величины Q при переменных параметрах наружного воздуха t'_1 и водяном эквиваленте $W_2 = 200; 500; 1000 \text{ кВт/К}$ и постоянных параметрах $W_1 = 656 \text{ кВт/К}$, $t'_2 = 0,1 \text{ }^\circ\text{С}$, $k = 182 \text{ Вт/(\text{м}^2\cdot\text{К})}$, $F = 1101,24 \text{ м}^2$.

Определим уменьшение температуры воздуха в ТО: $\delta t_1 = Q/W_1$, а также температуру охлажденного воздуха t''_1 по выражению:

$$t''_1 = t'_1 - \delta t_1, \text{ }^\circ\text{С}. \quad (2)$$

Полученные величины сравниваем с температурой точки росы, если $t''_1 < t_{\text{рос}}$, то нужно уменьшать площадь теплообменника до тех пор, пока не будет равенство: $t''_1 = t_{\text{рос}}$. Полученная площадь и будет F_1 , а $F_2 = F - F_1$.

Далее по той же методике проводим расчет с площадью теплообменника равной F_2 .

При этом нам необходимо найти эффективную теплоемкость воздуха - $c_{\text{эф}}$, так как температура воздуха понизится до температуры точки росы и ниже, а значит начнется конденсация водяного пара:

$$c_{\text{эф}} = \frac{\Delta h}{\Delta t'_1}, \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}. \quad (3)$$

Используя эффективная теплоемкость и расход атмосферного воздуха на ГТУ $G_{10} = 656 \text{ кг/с}$, определим, что водяной эквивалент составит:

$$W_1 = c_{\text{эф}} \cdot G_{10}, \text{ кВт/К} \quad (4)$$

Тепловой поток, передаваемый в ТО, определяем с помощью уравнения [2]:

$$Q = \frac{t_{\text{т.росы}} - t'_2}{\frac{1}{k \cdot F} + \frac{1}{2W_1} + \frac{1}{2W_2}}, \text{ кВт} \quad (5)$$

где $t_{\text{т.росы}}$ - температура точки росы;

t'_2 - температуры охлаждающего теплоносителя на входе в ТО;

W_1 - водяной эквивалент воздуха, кВт/К;

W_2 - водяной эквивалент теплоносителя, кВт/К.

Изменение влагосодержания находим по выражению:

$$\Delta d = d_1(t'_1) - d_2(t'_1 - \delta t_1), \text{ г/кг.} \quad (6)$$

Общий выход конденсата считаем по формуле:

$$G_{\text{конд}} = \Delta d - G_1 / 1000, \text{ кг/с,} \quad (7)$$

где $G_1=656$ кг/с.

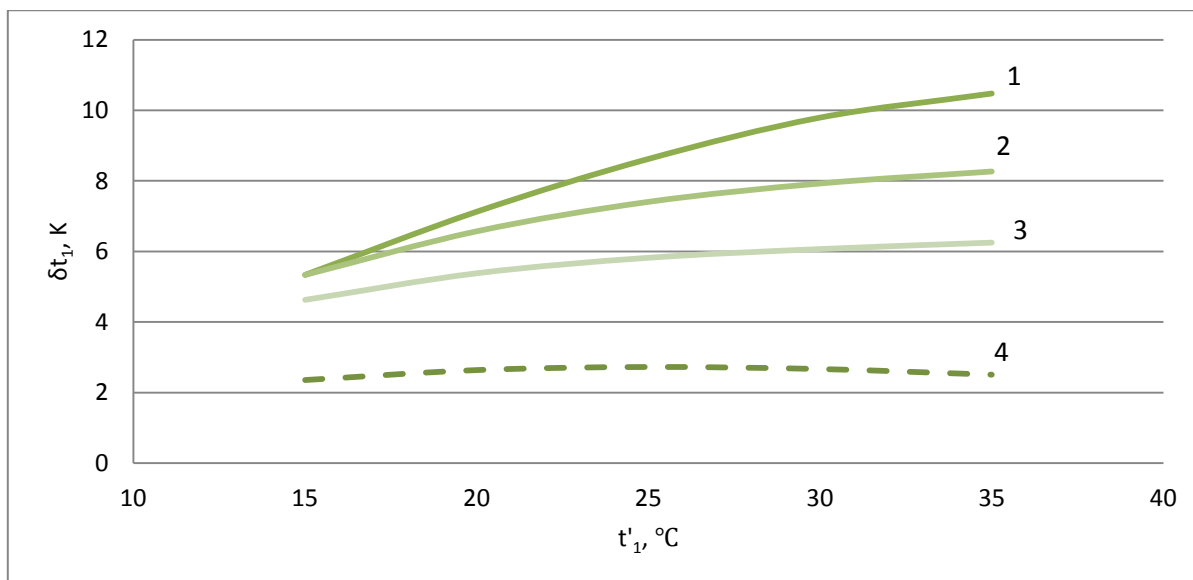


Рис.1. Зависимость охлаждения δt_1 силового воздуха в ТО от температуры атмосферного воздуха t'_1 , °С, при $F=2202,48$ м² и $W_2=500$ кВт/К: 1- $\varphi=60\%$; 2- $\varphi=70\%$; 3- $\varphi=80\%$; 4- $\varphi=100\%$

Анализируя рисунок 1 можно увидеть, что, при увеличении относительной влажности с $\varphi=60\%$ по $\varphi=100\%$ и увеличении площади ТО до $F=2202,48$ м² с температурой атмосферного воздуха $t'_1=25$ °С и $W_2=500$ кВт/К охлаждение силового воздуха δt_1 уменьшилось с 8,62 К до 2,72 К, соответственно на 68,45%. Исходя из этого можно сделать вывод, что увеличение площади ТО на охлаждение силового воздуха сказалось благоприятно, а увеличение относительной влажности энергетически менее выгодно.

Рассматривая рисунок 2 можно увидеть, что при увеличении водяного эквивалента с $W_2=200$ кВт/К по $W_2=500$ кВт/К и температуре атмосферного воздуха $t'_1=25$ °С с $\varphi=80\%$ выход общего конденсата $G_{\text{конд}}$ увеличился с 0,28 кг/с до 0,42 кг/с, соответственно на 33%. Исходя из этого можно сделать вывод, что увеличение водяного эквивалента негативно сказывается на величину общего выхода конденсата.

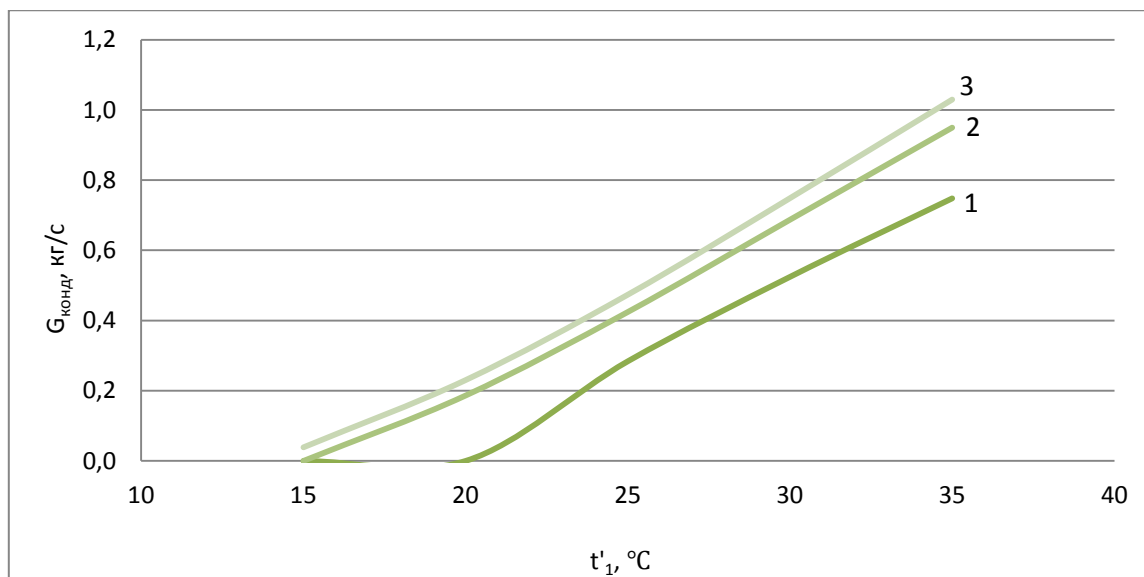


Рис.2. Зависимость общего выхода конденсата $G_{конд}$, кг/с от температуры атмосферного воздуха t'_1 , °C, при $F=1101,24 \text{ м}^2$ и $\phi=80\%$: 1- $W_2=200 \text{ кВт/К}$; 2- $W_2=500 \text{ кВт/К}$; 3- $W_2=1000 \text{ кВт/К}$

Исходя из рисунка 3 можно сделать вывод, что при увеличении водяного эквивалента с $W_2=200 \text{ кВт/К}$ по $W_2=500 \text{ кВт/К}$ и температуре атмосферного воздуха $t'_1=25 \text{ °C}$ с $\phi=70\%$ выход общего конденсата $G_{конд}$ отсутствует. Но уже при $W_2=1000 \text{ кВт/К}$ конденсация водяного пара начинается.

Сопоставляя рисунок 2 и рисунок 4 можно сделать вывод, что при увеличении водяного эквивалента увеличении влажности с $\phi=80\%$ до $\phi=100\%$ и водяным эквивалентом $W_2=200 \text{ кВт/К}$ и температуре атмосферного воздуха $t'_1=25 \text{ °C}$ выход общего конденсата $G_{конд}$ увеличился в раз с $0,28 \text{ кг/с}$ по $0,92 \text{ кг/с}$, т.е. в более чем в 3 раза.

Из рисунка 5 можно увидеть, что увеличение площади F , м^2 ТО в два раза, примерно пропорционально увеличивает выход конденсата $G_{конд}$. Например, сравним рисунок 4 и 5, при водяном эквиваленте $W_2=500 \text{ кВт/К}$ и температуре атмосферного воздуха $t'_1=25 \text{ °C}$ (рисунок 4) выход общего конденсата составит: $G_{конд}=1,15 \text{ кг/с}$, а на рисунке 5 с идентичными параметрами $G_{конд}=1,92 \text{ кг/с}$.

На рисунке 6 явно прослеживается, что температура теплоносителя на выходе из ТО t''_2 , °C слабо зависит от влажности наружного воздуха. Например, рассмотрим линию 3 и линию 6, температура теплоносителя на выходе из ТО примерно одинакова. Но очень хорошо прослеживается зависимость t''_2 , °C от водяного эквивалента W_2 , кВт/К: чем выше водяной эквивалент тем ниже температура теплоносителя на выходе из ТО.

Из рисунка 7 можно увидеть, что увеличение влажности наружного воздуха слабо влияет на изменение теплового потока Q , Вт, передаваемого в ТО.

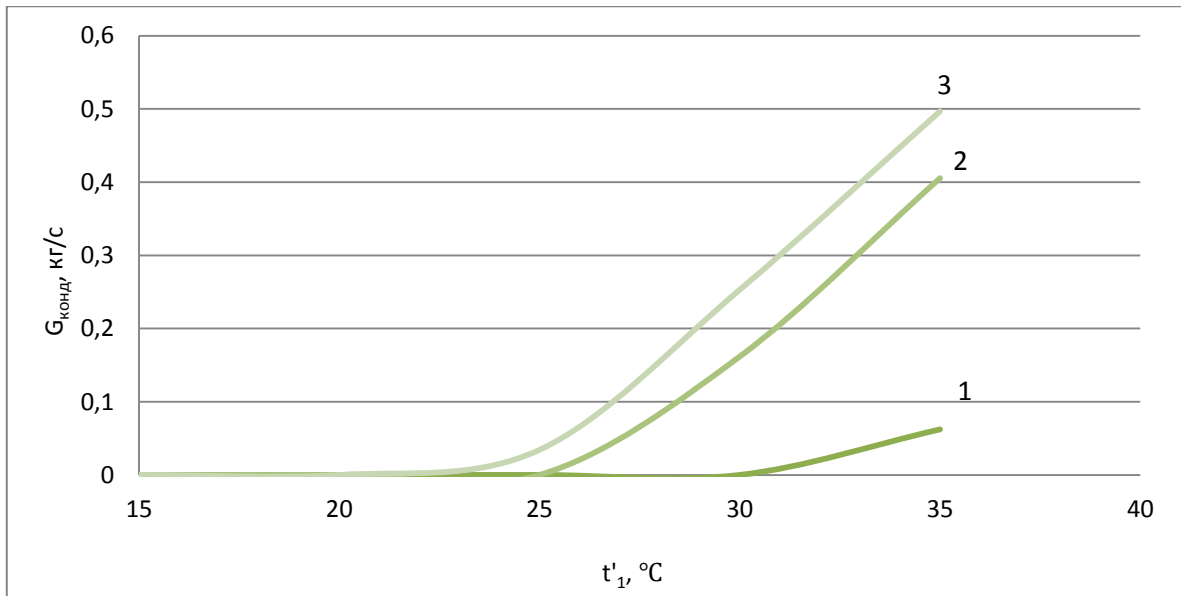


Рис.3. Зависимость общего выхода конденсата $G_{\text{конд}}$, кг/с от температуры атмосферного воздуха t'_1 , °C, при $F=1101,24 \text{ м}^2$ и $\varphi=70\%$: 1- $W_2=200 \text{ кВт/К}$; 2- $W_2=500 \text{ кВт/К}$; 3- $W_2=1000 \text{ кВт/К}$

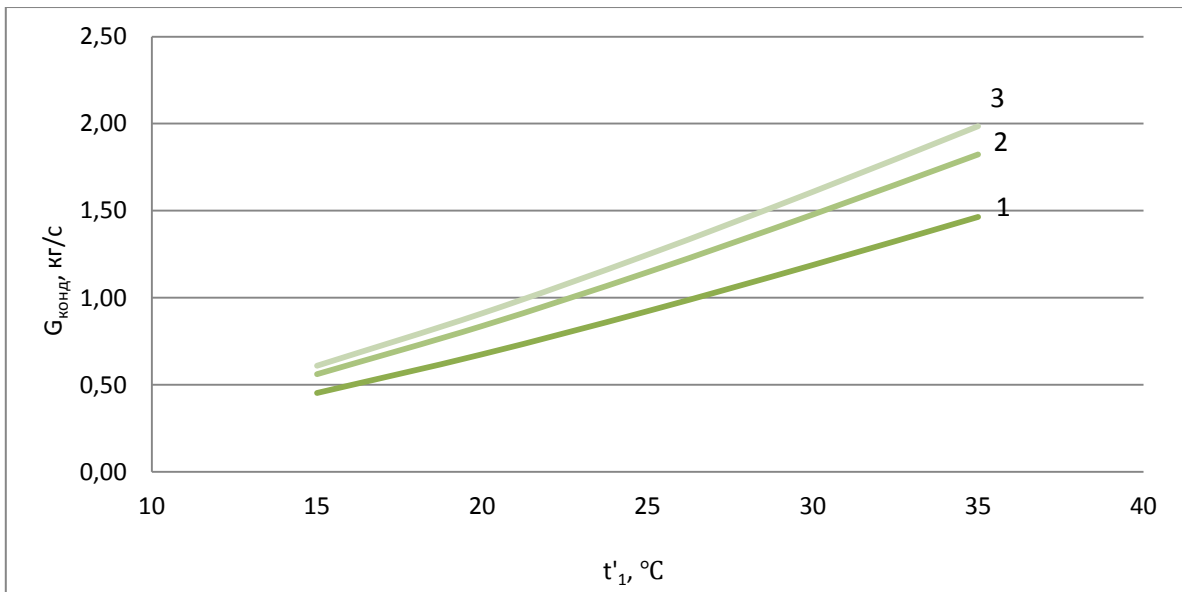


Рис.4. Зависимость общего выхода конденсата $G_{\text{конд}}$, кг/с от температуры атмосферного воздуха t'_1 , °C, при $F=1101,24 \text{ м}^2$ и $\varphi=100\%$: 1- $W_2=200 \text{ кВт/К}$; 2- $W_2=500 \text{ кВт/К}$; 3- $W_2=1000 \text{ кВт/К}$

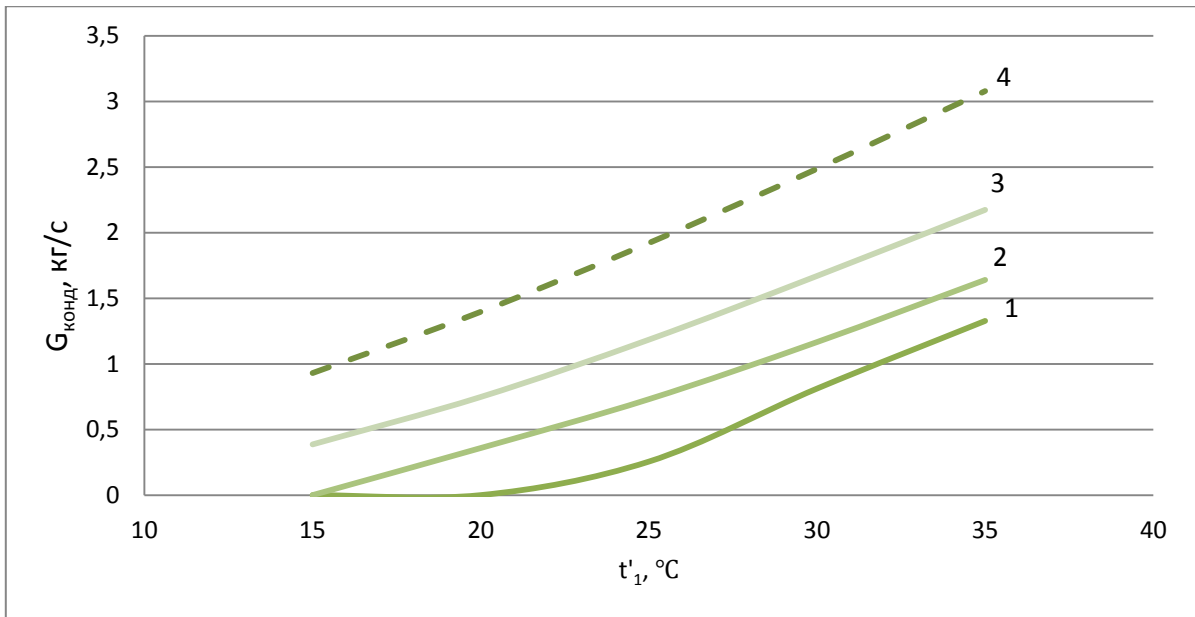


Рис.5. Зависимость общего выхода конденсата $G_{\text{конд}}, \text{кг/с}$ от температуры атмосферного воздуха $t'_1, ^\circ\text{C}$, при $F=2202,48 \text{ м}^2$ и $W_2=500 \text{ кВт/К}$: 1- $\phi=60\%$; 2- $\phi=70\%$; 3- $\phi=80\%$; 4- $\phi=100\%$

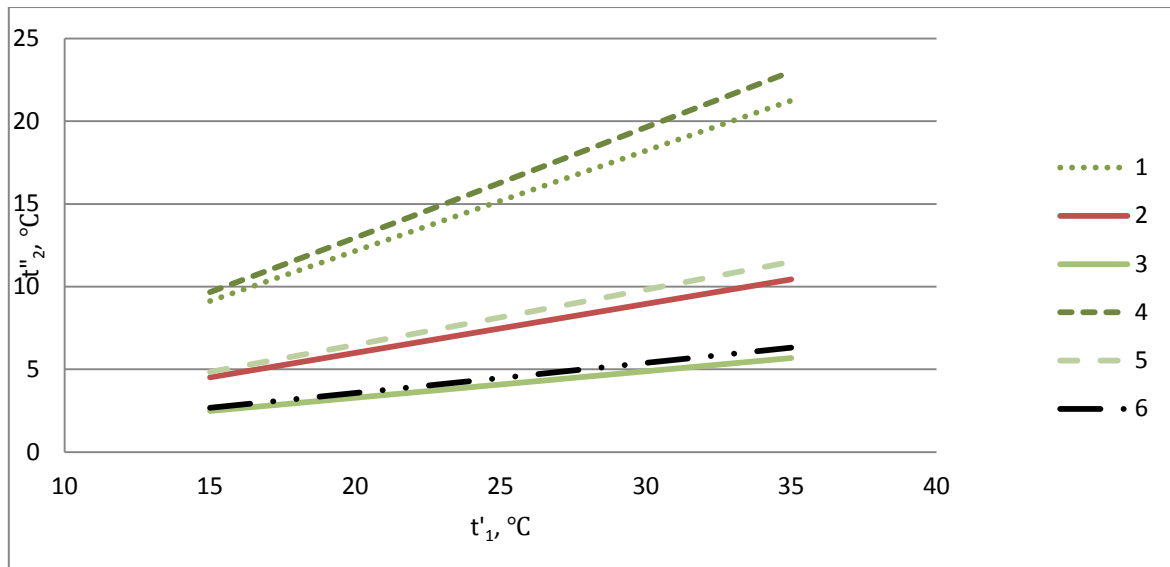


Рис.6. Зависимость температуры теплоносителя на выходе из ТО $t''_2, ^\circ\text{C}$ от температуры атмосферного воздуха $t'_1, ^\circ\text{C}$, при $F=1101,24 \text{ м}^2$: 1- $\phi=60\%$ и $W_2=200 \text{ кВт/К}$; 2- $\phi=60\%$ и $W_2=500 \text{ кВт/К}$; 3- $\phi=60\%$ и $W_2=1000 \text{ кВт/К}$ 4- $\phi=100\%$ и $W_2=200 \text{ кВт/К}$; 5- $\phi=100\%$ и $W_2=500 \text{ кВт/К}$; 6- $\phi=100\%$ и $W_2=1000 \text{ кВт/К}$

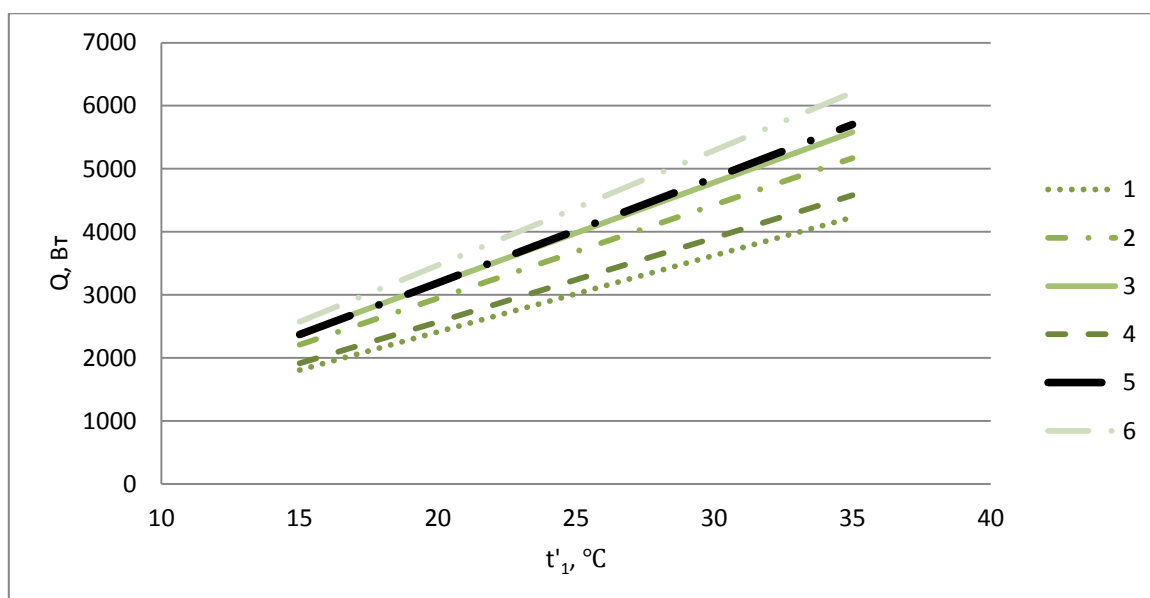


Рис.7. Зависимость теплового потока, передаваемого ТО Q , кВт от температуры атмосферного воздуха t'_1 , °С, при $F=1101,24 \text{ м}^2$: 1- $\varphi=60\%$ и $W_2=200 \text{ кВт/К}$; 2- $\varphi=60\%$ и $W_2=500 \text{ кВт/К}$; 3- $\varphi=60\%$ и $W_2=1000 \text{ кВт/К}$ 4- $\varphi=100\%$ и $W_2=200 \text{ кВт/К}$; 5- $\varphi=100\%$ и $W_2=500 \text{ кВт/К}$ 6- $\varphi=100\%$ и $W_2=1000 \text{ кВт/К}$

Список литературы

1. Юрманов Б. Н. Кондиционирование воздуха общественных зданий: учеб. пособие / Б.Н. Юрманов, Ю.В. Иванова – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2009. – 123 с.
2. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Под ред. С.В. Цанева – Москва: Издательство МЭИ, 2002. – 584 с., ил.

НОВЫЙ ТВЕРДОПОЛИМЕРНЫЙ ЭЛЕКТРОЛИТ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРОТОННО-ОБМЕННОЙ МЕМБРАНОЙ

Р.Т. Усманов, А.Н. Чеснокова

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Аннотация. В данной работе предложен метод синтеза ионообменных мембран на основе поливинилового спирта, сшитого сульфоянтарной кислотой, и цеолитов. Определены основные физико-химические характеристики полученных мембран: протонная проводимость и ионообменная емкость. В качестве сравнительного образца использовали коммерческую мембрану Нафион. Микропористая структура синтезированных образцов исследована методом сканирующей электронной микроскопии.

Ключевые слова: *протонообменные мембраны, сульфоянтарная кислота, поливиниловый спирт, цеолиты.*

NEW ELECTROLYTE FOR FUEL CELLS WITH PROTON-EXCHANGE MEMBRANE

R.T. Usmanov, A.N. Chesnokova

Irkutsk National Research Technical University

Abstract. In this paper, method for synthesis of ion-exchange membranes based on polyvinyl alcohol, crosslinked with sulphonic succinic acid, and zeolites was proposed. The main physico-chemical characteristics of the membranes: proton conductivity and ion exchange capacity were determined. A commercial Nafion membrane was used as a comparative sample. The microporous structure of the synthesized samples was studied by scanning electron microscopy.

Keywords: *proton-conducting membranes, sulfosuccinic acid, polyvinyl alcohol, zeolites.*

Актуальной задачей современной энергетики является разработка новых экологически чистых автономных источников электроэнергии, среди которых одними из наиболее перспективных являются твердополимерные топливные элементы на основе полимерных мембран [1,2]. Наиболее распространённые промышленно выпускаемые мембранные материалы Нафион обладают высокой протонной проводимостью, хорошей ионообменной емкостью и механической прочностью. Однако при повышении рабочей температуры топливного элемента (ТЭ) выше 80 °С и снижении влажности их проводимость существенно снижается [3,4]. Другими недостатками указанных мембран являются многостадийная технология получения и высокая стоимость, что сдерживает широкое применение ТЭ.

Целью наших исследований была разработка альтернативных мембранных материалов, обеспечивающих эффективный протонный транспорт, обладающих более низкой себестоимостью и имеющих относительно простую технологию синтеза.

Первый шаг в создании мембраны - это выбор полимерной матрицы для синтеза, используемой в качестве пленкообразователя. Поскольку протонпроводящая мембрана эксплуатируется в топливном элементе при воздействии температуры, давления и влажности, полимерная матрица мембраны должна выдерживать эти воздействия. В наших исследованиях было решено использовать коммерчески доступный полимер – поливиниловый спирт (ПВС). Это растворимый в воде биоразлагаемый полимер, поэтому его использование не вредит окружающей среде. Для получения нерастворимых мембран, обладающих необходимыми механическими и электрохимическими свойствами, необходимо формирование сетчатой структуры полимера [5]. Для этого в нашей работе в качестве сшивающего агента использовали сульфоянтарную кислоту (СЯК), образующую поперечные связи между линейными нитями поливинилового спирта (рис.1).

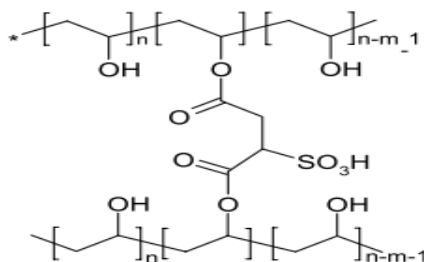


Рис. 1. Схема образования сшитой структуры ПВС и СЯК

Введение в полимерную матрицу цеолитов, содержащих ионогенные группы и обладающих развитой удельной поверхностью, обеспечивало эффективный перенос протонов в мембране. Носителем этих ионогенных групп является цеолит NaBEA+MOR-3, так как он обладает большим количеством кислотных центров. Изображение микроструктуры данного цеолита, исследованной методом сканирующей электронной микроскопии, представлено рис. 2.

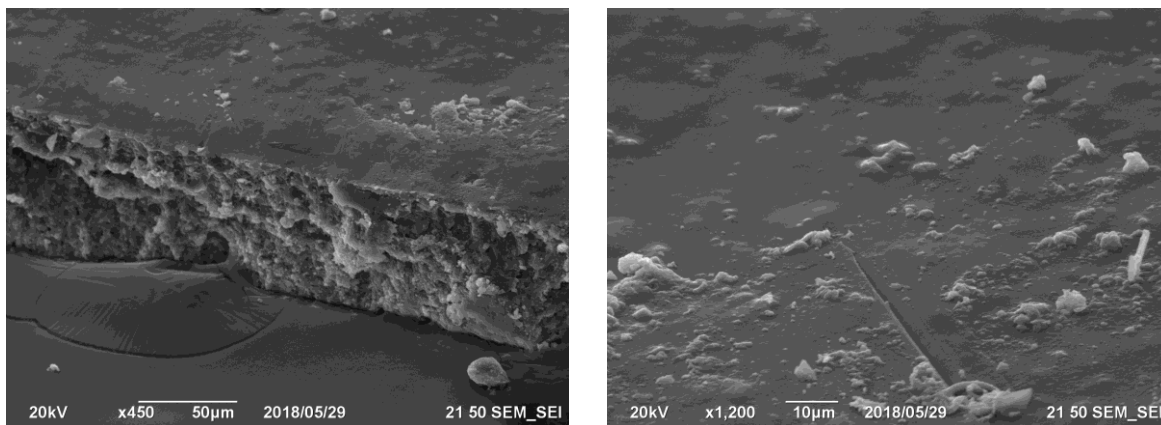


Рис. 2. Электронно - микроскопические снимки мембраны с цеолитом NaBEA+MOR-3: а – срез, б – поверхность

По полученным снимкам можно утверждать о достаточно равномерном распределении цеолита в матрице полимера. Наблюдается поры, и каналы определенного размера которые способствуют наиболее эффективному транспорту протонов (рис.3).



Рис. 3. Схема переноса протонов через структуру композита

Согласно данным импедансной спектроскопии синтезированные мембраны на основе ПВС и СЯК без добавления цеолита демонстрируют протонную проводимость $6,2 \cdot 10^{-3}$ См/см (табл. 1). Добавление в полимерную матрицу цеолита способствует значительному повышению протонной проводимости до $2,2 \cdot 10^{-2}$, что в 2 раза выше, чем у мембраны Нафион. Указанные значения соответствуют измерениям при температуре 313 К и относительной влажности 100%.

Таблица 1

Сравнение протонной проводимости мембран

Мембрана	Протонная проводимость σ , См/см				
	T=313 К	T=323 К	T=333 К	T=343 К	T=353 К
ПВС-СЯК	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$9,7 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
ПВС-СЯК- NaBEA+MOR-3	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$
Nafion-115	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$

Кроме того, синтезированные мембраны с добавкой цеолита демонстрируют более высокую ионообменную емкость, чем мембрана Нафион (5,1 и 1 мг-экв-г, соответственно).

В результате исследований были синтезированы новые ионообменные мембраны на основе поливинилового спирта, сульфоянтарной кислоты и цеолита NaBEA+MOR-3, которые характеризуется более высокой протонной проводимостью и ионообменной емкостью, чем коммерческие аналоги. Определено влияние добавления цеолита на протонную проводимость и в дальнейшем планируется провести более детальное изучение характеристик полученных мембран.

Благодарность. Авторы выражают благодарность к.х.н., доценту ИрНИТУ Скорниковой С.А. за предоставление образцов цеолитов.

Список литературы

1. Иванчев, С.С. Полимерные мембраны для топливных элементов: получение, структура, модифицирование, свойства / С.С. Иванчев, С.В. Мякин // Успехи химии. - 2010. – Т.79, №2. – С.117-134.
2. Русанов А.Л. Электролитические протонпроводящие мембраны на основе ароматических конденсационных полимеров / А.Л.Русанов, Д.Ю. Лихачев, К.Мюллен //Успехи химии. – 2002. – Т.71,№9 – С.862-877.
3. Нанокompозитные протонпроводящие мембраны для топливных элементов /В.В. Старков, Ю.А. Добровольский, Н.В. Лысков, Г.Л. Клименко // Альтернативная энергетика и экология. – 2007. - №6(50) – С.24-30.
4. Иванчѐв С.С. Полимерные мембраны для топливных элементов: получение, структура, модифицирование, свойства / С.С. Иванчѐв, С.В. Мякин. Институт органической химии им. Н.Д Зелинского. – Санкт-Петербург, 2010. –С. 117-132.

СЕКЦИЯ 6. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
Председатель секции: кандидат технических наук, доцент кафедры
«Наземные транспортные системы» Чернецкая Наталья Анатольевна

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ СОСТАВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО
МАРШРУТА ПЕРЕВОЗКИ МУСОРА

А.А. Абдуллаев

Нукусский государственный педагогический институт им.Ажинияза

Аннотация. Описана технология разработки оптимального маршрута перевозки мусора на примере города Нукуса.

Ключевые слова: *технология, алгоритм, мусор, маршрут, граф.*

ABOUT ONE METHOD OF COMPOSITION OF OPTIMAL
GRAIN TRANSPORTATION PLATE

A.A. Abdullaev

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Abstracts: The technology of developing the optimal route for transporting garbage is described on the example of the city of Nukus.

Keywords: *technology, algorithm, garbage, route, graph.*

Современная технология порождает громадное количество мусора. В отличие от обычного домашнего и технического мусора, который может без риска размещаться в открытых ямах или на других видах свалок, промышленные отходы часто являются токсичными (то есть ядовитыми). Захоронение этих отходов привело к появлению повсюду на территории тысяч представляющих потенциальную опасность свалок. Размещенные на них отходы загрязняют почву, воздух и грунтовые воды в местах непосредственного контакта с ними и угрожают здоровью и благополучию местных жителей.

Основными источниками накопления бытового мусора являются жилые и общественные здания, учреждения и предприятия (промышленные, общественного питания, учебные, зрелищные, гостиницы, детские сады и др.).

На нормы накопления и состав бытового мусора влияют такие факторы, как: степень благоустройства жилого фонда; этажность; вид топлива при местном отоплении; развитие обеспеченного питания; культура торговли; степень благосостояния населения; продолжительность отопительного периода; потребление населением овощей и фруктов и т.д. Для определения фактического накопления бытового мусора, образующихся от населения, по массе производится пересчет на количество населения данного населенного пункта из расчета в среднем 1,2 кг бытового мусора на 1 человека в сутки.

Работа по уборке и удалению бытовых отходов выполняется коммунальными предприятиями (спецавтохозяйствами), которые заключают договора с организациями, ЖЭКаами и махаллинскими комитетами на обслуживание объектов и территорий.

В городе Нукусе Республики Каракалпакстан количество мусора за 5 лет составляет 51014 тонн, в среднем за год 1020, 8 т. Из них:

- промышленного мусора 12754 тонн, в среднем за год 2550,8 т.
- домашнего мусора 35710 тонн, в среднем за год 7142 т.

Срок хранения бытового мусора в холодное время (осеннее-зимнее) не более 3-х суток, а в теплое (летнее) не более 1 суток (ежедневный вывоз).

Сортировка бытового мусора практически не производится, хотя только в г. Нукусе бытового мусора состоят из 30% пищевых отходов, 20% макулатура, 5% древесных отходов, 15% полимерных материалов, 3% текстильных отходов и металлов, 10% костей и животных отходов 14% прочих отходов.

В результате хозяйственной и промышленной деятельности в республике Каракалпакстан накопилось свыше миллиона тонн бытовых и промышленных отходов различной степени опасности. Промышленные отходы можно разделить на две группы: твердые и жидкие.

Одной из приоритетных проблем в республике является создание сети полигонов или мусорсжигающих, обезвреживающих установок с последующей утилизацией и захоронением токсичных отходов.

Формализуем данную постановку задачи на языке математики.

Рассмотрим проблему сбора домашнего мусора. Допустим, что определенный район города обслуживается единственной машиной. Ребра графа G представляют улицы, а вершины - пересечение улиц. Величина $c(a_j)$ - вес ребра - будет соответствовать длине улицы. Тогда проблема сбора мусора в данном районе сводится к нахождению кратчайшее пути в графе G , проходящего по каждому ребру G по крайней мере один раз. В действительности емкость машины и продолжительность рабочего дня накладывает ограничения на число улиц, которые может обслужить одна машина за день. Требуется найти пути с наименьшим транспортным затратам. Пусть задан ориентированный граф $G = (X, A)$, имеющий конечное множество вершин $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Каждой из дуг графа $(x_i, x_j) \in A$ приписаны веса (длина, стоимость) $C_{ij} \geq 0$, задаваемые матрицей $C = \|C_{ij}\|_{(n+n)}$; некоторые элементы матрицы C могут отсутствовать, что свидетельствует об отсутствии в графе соответствующих дуг.

Задачи о кратчайшем пути состоит в нахождении пути минимальной длины от заданной начальной вершин $X_s \in X$ до заданной конечной вершин $X_t \in X$ при условии, что такой путь существует, то есть что вершина X_t достижима из вершины X_s .

Непосредственным обобщением этой задачи является задача нахождения кратчайших путей от заданной начальной вершины X_s до всех других вершин. Одним из эффективных методов для решения задачи о кратчайшем пути является алгоритм Дейкстры [1]. Метод основан на приписывании вершинам графа временных пометок, причем пометка $L(x_i)$ вершины X_i дает верхнюю оценку длины пути от вершины X_s к этой вершине. С помощью итерационной процедуры пометки постепенно уменьшаются, причем на каждой итерации одна из

временных пометок становится постоянной. Постоянная пометка указывает точную длину кратчайшего пути от вершины X_s к рассматриваемой вершине.

Апробирование данной модели намечается по городу Нукуса, для составления оптимального маршрута перевозки мусора.

Литература

1.Абдуллаев А. Компьютерное моделирование. На каракалпакском языке. PremierPublishing, Vienna 2018, 124 с.

ХОЛОДНОЕ РЕСАЙКЛИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ В РЕСПУБЛИКЕ ИРАК

М.М. Аль-Карагули

Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ)

Аннотация. Предложена экологически безопасная и ресурсосберегающая технология ремонта асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклирования республики Ирак.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, выбросы, мобильная установка, асфальтовый гранулят, холодная смесь, ресайклирование.

COLD RECYCLING PAVEMENT IN THE REPUBLIC OF IRAQ

M.M. Al-Karaguli

Volgograd State Technical University (VSTU)

Abstract: The proposed environmentally safe and resource-saving technology for repairing asphalt concrete pavements by cold recycling using in the Republic of Iraq.

Keywords: environmental protection, emissions, mobile Installation, asphalt granulate, cold mixture, Recycling.

Республика Ирак – одна из самых загрязненных стран в мире. По данным Юнеско за 2017 год уровень загрязнения окружающей среды в республике продолжает расти (рис.1). В значительной степени это связано военными событиями и ростом автотранспортных перевозок, особенно в г. Багдаде и прилегающей ему местности [1].



Рис.1. Уровень загрязнения окружающей среды по данным Юнеско

В стране около 6 млн. автомобилей, в том числе 23% грузовых и 77 % легковых транспортных средств. Прирост автомобильного парка страны в год в среднем составляет 17,5% . Около 33% транспортных средств эксплуатируется в г. Багдаде. Суточный расход топлива составляет 7 млн. литров [3]. Загрязнения окружающей среды оксидами свинца превышают допустимые в 6 раз, двуокисью углерода (CO_2) на 70% [3]. Вторым по значимости фактором, загрязняющим окружающую среду, являются промышленные отходы и выбросы, в том числе выбросы, выделяемые в процессе производства асфальтобетона на заводах (АБЗ).

Загрязнения, возникающие в ходе работы АБЗ, оказывают влияние на качество атмосферного воздуха, почв, грунтовых вод [4]. Производственная деятельность заводов приводит к выделению в окружающую среду различных загрязняющих веществ, таких как оксиды углерода и азота, углеводороды, сажа, оксиды серы, смолистые вещества, бензапирен, пятиокись ванадия, фенол, формальдегид. Наибольшую опасность представляет неорганическая пыль (рис 2).



Рис.2. Выбросы на асфальтобетонных заводах

С целью снижения уровня загрязнения окружающей среды, стоимости и сроков производства дорожно-ремонтных работ представляется целесообразным выполнять восстановление изношенных дорожных покрытий на дорогах Ирака методом холодного ресайклирования. Приготовление холодных смесей производится на дороге или на стационарных заводах (ЦБЗ, АБЗ) [5,6]. Приготовление смесей в полевых условиях возможно с помощью мобильной установки «Муха» (рис.3).



Рис.3 Мобильная установка «Муха» для приготовления асфальтобетонной холодной смеси из гранулята

При приготовлении смеси на заводах предварительно дозированные минеральный порошок, щебень и песок без подогрева и высушивания подаются в смеситель (мешалку). При этом используется старый (фрезерованный) асфальтобетон (до 80%). Одновременно в смеситель подается вода. В качестве жидких органических вяжущих используются гудроны, жидкие или разжиженные битумы. Технология производства отличается простотой, обеспечивает экологическую чистоту (исключается операция по просушке минерального материала) и может быть реализована как при положительной, так и при отрицательной температуре (до -10°C). Приготовленную смесь можно хранить в штабеле до 6-12 месяцев [4].

Холодное ресайклирование на дороге выполняется ресайклером, включает следующие операции: фрезерование старого асфальтобетона, перемешивание его с органическим или комплексным вяжущим, профилирование покрытия и уплотнение. Технология существенно снижает транспортные перевозки строительных материалов, позволяет повторно использовать старый асфальтобетон, отличается высокой производительностью. При достаточных объемах работ оборудование быстро окупается.

В лабораторных условиях подобраны оптимальные составы органоминеральных смесей на основе асфальтогранулята, с его содержанием от 83 до 100%. В качестве вяжущего предлагается использовать битумную эмульсию ЭБК-3 и цемент М500 (таблица 1). Указанные органоминеральные смеси рекомендуется использовать для устройства нижних слоев покрытия или для верхних слоев на дорогах низких технических категорий [2].

Проведенный анализ и лабораторные исследования показывают, что для восстановления дорожных покрытий республики Ирака целесообразно использовать технологию холодной регенерации асфальтобетона на стационарных асфальтобетонных и цементобетонных заводах или мобильных установках типа «Муха». Эта технология не требует дополнительного технологического оборудования и нагрева компонентов,

что является наиболее экономичным и экологически безопасным решением.

Таблица 1

Составы органоминеральных смесей

Материалы	Состав № 1	Состав № 2
Гранулят старого асфальтобетона фракции 0/40 мм	95 %	83 %
Щебень фракции 5/20	-	9,5%
Цемент м500	2,9%	2,4%
Вода	2,0%	1,9%
Эмульсия битумная ЭБК-3	-	2,9%

Холодное ресайклирование асфальтобетона на дороге требует дорогостоящего оборудования (ресайклера), однако, из-за высокой производительности комплекта, быстро окупается. Разработаны составы холодных органоминеральных смесей, которые рекомендуются к применению в нижних слоях покрытия или в верхних слоях на дорогах низких технических категорий.

Список литературы

1. Факультет международного бизнеса [Электронный ресурс]. URL:<http://catalog.fmb.ru> - (дата обращения: 3.10.2018).
2. Аль-Карагули М. М. , автореферат магистерской диссертации, Московский автомобильно- дорожный институт (МАДИ) . Год 2017 , 183 с.
3. Sawsan Sabeeh . Traffic density and its impact on the high pollution levels in the city of Baghdad // al-mostansiryah journal for arab and international studies . 2016, no.54 , from 217-243 .
4. Немчинов М.В., Систер В.Г., Силкин В.В., Рудакова В.В. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог: учебное пособие. М. Изд-во Ассоциации строительных Вузов, 2009, 280 с.
5. Донченко В. В., Манусаджянц Ж. Г., Самойлова Л. Г., и др. Проведение инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для асфальтобетонных заводов. М. , 1998, 24с.
6. Силкин В.В., Лупанов А.П., Авсеенко А.А. Производственные предприятия дорожного строительства. Справочная энциклопедия дорожника. 2.изд., Перераб. и доп.-М.: Экон-информ, 2012, 443 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РОССИИ

К.А. Андропова, О.В. Ударцева

ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Рассмотрены понятия экологической безопасности, проанализирована статистика, характеризующая экологическую ситуацию, оценена экологическая ситуация на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: *экология, устойчивое развитие, население, природные территории.*

CURRENT STATE OF THE ECOLOGICAL SITUATION IN RUSSIA

K.A. Andronova, O.V. Udartseva

FGBOU VO Tyumen industrial university

Summary. Concepts of environmental safety are considered, it is analysed statistics characterizing an ecological situation the ecological situation in the territory of the Russian Federation is assessed.

Keywords: *ecology, sustainable development, population, natural territories.*

Актуальность данной статьи заключается в необходимости обеспечения экологической безопасности России в контексте устойчивого развития. Проблемы состояния экологической ситуации на сегодняшний день на территории Российской Федерации вызывают повышенное внимание, так как уровень загрязнения окружающей среды достигает максимума.

Цель: рассмотреть современное состояние экологической ситуации в России и выявить наиболее актуальные проблемы.

Основной задачей данной статьи является анализ приведенных проблем современного состояния экологической ситуации.

Одна из главных задач экологии – обеспечение экологической безопасности населения и природных территорий, в том числе сохранение здоровья населения, поддержание экологического правопорядка, предотвращение экологических катастроф и т.д.

В данный момент состояние экологической ситуации на территории неблагоприятное. По статистике Россия занимает 3-е место в мире по вредным выбросам (после США и Китая) и 74-е место среди стран мира по экологической чистоте [1]. При составлении рейтинга стран по экологии ученые Йельского и Колумбийского университетов оценивали состояние окружающей среды, степень подверженности жителей страны экологической угрозе, способность правительства страны противостоять экологическим катастрофам и т.д.

Причины низкого уровня обеспечения экологической безопасности в России:

- более 100 млн. россиян проживают в экологически неблагоприятных условиях;

- 40% городских жителей живут в условиях периодического превышения в атмосфере предельно допустимых концентраций вредных веществ в 5-10 раз;

- доля загрязнения от автотранспорта составляет 46% общего выброса вредных веществ и доходит до 70-80% в таких крупных городах, как Москва и Санкт-Петербург, а также в Красноярском и Приморском краях, Белгородской, Пензенской, Свердловской, Мурманской и Челябинской областях

- на каждого жителя приходится до 400 кг промышленных выбросов предприятий в воздух [2].

Наибольшее загрязнение атмосферы (по объёму выбросов) происходит в результате деятельности предприятий энергетики - около 27% общих выбросов промышленностью России, цветной - около 20-22% и черной металлургии - около 15-18% [3]. Первое место по сбросам загрязнённых сточных вод занимает деревообрабатывающая промышленность - около 20-21% от общих сбросов по стране, химическая промышленность - около 17%, электроэнергетика - около 12-13% [4].

Вызывает особую озабоченность загрязнение окружающей среды предприятиями:

- по добыче нефти - «Лукойл», «Сургутнефтегаз», «Татнефть»;
- в нефтеперерабатывающей промышленности - «Ангарскнефтеоргсинтез»;
- при добыче газа - предприятия, расположенные в Астраханской области;
- по добыче угля - Кузнецкого, Канско-Ачинского, Подмосковского, Южно-Якутского угольных бассейнов;
- в химической и нефтехимической промышленности - предприятия, расположенные в Татарстане, Башкортостане, Омской, Ярославской, Пермской, Кемеровской, Самарской и Иркутской областях;
- в деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности - Котласский ЦБК, Братский ЛПК, Архангельский ЦБК, Усть-Илимский ЛПК и Байкальский ЦБК.

Кризисное состояние окружающей природы на территории России, особенно наиболее заселённой ее части, казалось бы, должно встревожить общественность, природоохранные органы, властные структуры. Недооценка важности экологических проблем может обернуться их непреодолимостью. Возрастает риск жизни, здоровья и продолжительности жизни людей.

Анализ состояния окружающей среды показывает, что, несмотря на экологическую дестабилизацию можно приостановить ее нарастание за счет решения наиболее насущных проблем, связанных с сохранением окружающей среды и более рациональным использованием ресурсов.

Таким образом, обеспечение экологической безопасности становится важнейшим компонентом национальной безопасности, оказывая всё большее влияние на благополучие и здоровье населения, а также на экономическое развитие всех отраслей народного хозяйства, ставя ограничения экономическому развитию страны.

Список литературы

1. Окружающая среда [Электронный ресурс] – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/(дата обращения: 18.11.2018);
2. Экологические последствия деятельности человека [Электронный ресурс] – URL: https://www.rae.ru/ru/publishing/mono05_22.html(дата обращения: 18.11.2018);
3. Экологические проблемы металлургии [Электронный ресурс] – URL: <https://ecoportal.info/ekologicheskie-problemy-metallurgii/>(дата обращения: 16.11.2018);
4. Случаи выбросов опасных химических веществ в Москве [Электронный ресурс] – URL: <https://tass.ru/info/4147287>(дата обращения: 14.11.2018);
5. Глобальные экологические проблемы России / чтения памяти академика А. Л. Яншина / 210 с. / Год выпуска 2008/ ISBN 978-5-02-036045-7

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛКИХ ГРЫЗУНОВ В ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В Г. НИЖНИЙ ТАГИЛ

В.В. Архипова

Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) Российского государственного профессионально-педагогического университета, г. Нижний Тагил

Аннотация. Изучены уровни структурных и числовых хромосомных aberrаций у диких и синантропных грызунов, обитающих на территории г. Нижний Тагил. В целом уровни структурных нарушений хромосом у домашних мышей, обыкновенных полевых и полевых мышей, отловленных в Нижнем Тагиле, повышены, по сравнению с контрольными популяциями, что свидетельствует о заметном генотоксическом воздействии факторов окружающей среды в Нижнем Тагиле.

Ключевые слова: хромосомная нестабильность, мелкие грызуны, мутагенный потенциал среды, химическое загрязнение, эколого-генетический мониторинг.

EXPERIENCE OF USING SMALL RODENTS IN ECOLOGICAL-GENETIC MONITORING OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN NIZHNY TAGIL

V.V. Arkhipova

Nizhny Tagil state socio-pedagogical Institute (branch) of the Russian state vocational pedagogical University, Nizhny Tagil

Abstract. the levels of structural and numerical chromosomal aberrations in wild and synanthropic rodents living on the territory of Nizhny Tagil are Studied. In General, the levels of chromosome structural disorders in house mice, common voles and field mice caught in Nizhny Tagil are increased compared to the control populations, which indicates a noticeable genotoxic effect of environmental factors in Nizhny Tagil.

Keywords: chromosomal instability, small rodents, mutagenic potential of the environment, chemical pollution, ecological and genetic monitoring.

Степень воздействия человеческой деятельности на окружающую среду приобрела глобальный характер и представляет опасность для экологического благополучия нашей планеты. Многие техногенные поллютанты обладают генотоксической (мутагенной и канцерогенной) активностью. Поэтому наряду с отрицательным воздействием на здоровье нынешнего поколения людей загрязнение имеет еще и далеко идущие генетические последствия, приводящие к возрастанию частоты спонтанных аборт и мертворождений, врожденных пороков развития, онкологических заболеваний. В этой связи генетические исследования должны стать необходимым компонентом мониторинга состояния окружающей среды.

Изучение последствий мутагенного воздействия поллютантов на человека требует значительных затрат и связано с методологическими сложностями. В подобных случаях тест-объектами для прогноза генетических последствий техногенного загрязнения по отношению к человеку могут служить мелкие грызуны (Бочков, Чеботарев, 1989). Особое место среди грызунов-индикаторов мутагенных загрязнений занимают синантропные виды, которые обитают рядом с людьми и являются наиболее адекватной моделью для выявления мутагенного и канцерогенного потенциала среды, поскольку они в основном подвергаются воздействию мутагенов за счет тех же источников, что и человек (воздух, вода, пища).

В нашей работе изучены уровни хромосомной нестабильности у четырех видов диких и синантропных грызунов, обитающих на территории Нижнего Тагила.

Отлов мелких грызунов проводился в Дзержинском районе (далее Вагонка), в районе Красного Камня, в окрестностях Нижнетагильского государственного социально-педагогического института (НТГСПИ), а также на территории Гальяно-Горбуновского массива (далее Гальянка).

В качестве фона были выбраны районы Свердловской и Оренбургской областей с минимальным уровнем техногенного загрязнения и удаленные от крупных автомагистралей – Кувандыкский район, Шалинский район, Талицкий район.

Основными цитогенетическими показателями служили – средняя частота клеток костного мозга с хромосомными aberrациями, суммарная частота анеуплоидных и полиплоидных клеток и частота клеток с ахроматическими пробелами. Результаты анализа хромосомных препаратов показали, что по основному цитогенетическому показателю – частоте клеток с хромосомными aberrациями – полевые и лесные мыши, отловленные в Нижнем Тагиле, достоверно не отличались от контрольных популяций ($X^2 = 0,6-1,03$, $p = 0,31-0,44$). В тоже время у домовых мышей и обыкновенных полевых частоты клеток со структурными нарушениями хромосом (хромосомными aberrациями) достоверно превышали контрольные уровни в 5-6 раз ($X^2 = 5,52-17,48$, $p < 0,02$) (рис. 1).

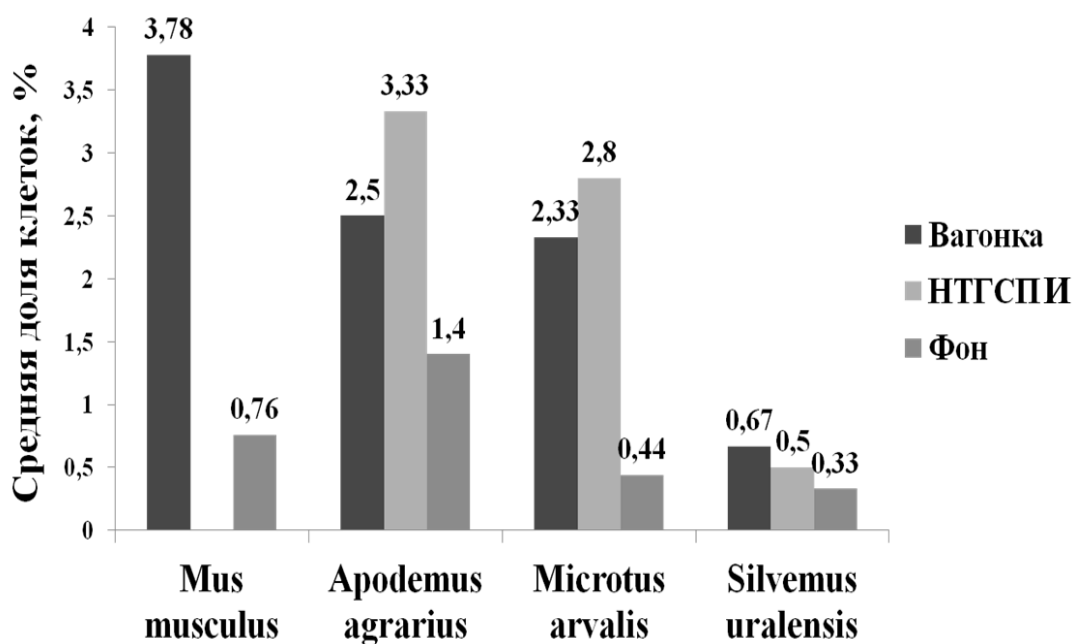


Рис. 1. Средняя доля клеток костного мозга с хромосомными aberrациями у мелких грызунов из Нижнего Тагила и фоновых территорий

Частоты геномных нарушений, в основном, близки к контрольным значениям, что свидетельствует об отсутствии анеугенного эффекта среды в Нижнем Тагиле. Частота клеток с пробелами также оказалась повышена по сравнению с контрольными уровнями. Наблюдается явный параллелизм между частотой клеток костного мозга с хромосомными aberrациями и пробелами.

Самый высокий уровень структурных aberrаций хромосом выявлен у представителя синантропной фауны – домашней мыши (различия по сравнению с контрольными популяциями высоко достоверны). Представители диких грызунов, отловленные также на окраине Дзержинского района, характеризовались меньшими, чем домашние мыши уровнями кластогенеза. Неоднократно показано, что домашняя мышь характеризуется большей чувствительностью хромосомного аппарата к мутагенному воздействию, по сравнению с дикими грызунами, даже проявляющими склонность к синантропии (Гилева, 1997; Полявина, Ялковская, 2009). Поэтому домашних мышей в первую очередь можно рекомендовать в качестве модельного вида для оценок мутагенного потенциала среды в населенных пунктах. Однако нам не удалось отловить достаточного количества представителей этого вида во всех изученных локалитетах, поэтому для сравнительной оценки мутагенного потенциала окружающей среды в ряде районов Нижнего Тагила были использованы полевые мыши, также проявляющие склонность к синантропии. В целом межпопуляционные различия в уровнях структурных и числовых повреждений хромосом недостоверны ($H = 1,86$, $p = 0,60$). Наиболее высокая средняя частота клеток с хромосомными aberrациями обнаружена у полевых мышей, отловленных в окрестностях НТГСПИ. Несколько ниже оказались значения по этому показателю у полевых мышей, отловленных на Вагонке и микрорайоне Красный Камень. У животных, отлов-

ленных в районе Гальянки, выявлен наименьший уровень генетической нестабильности.

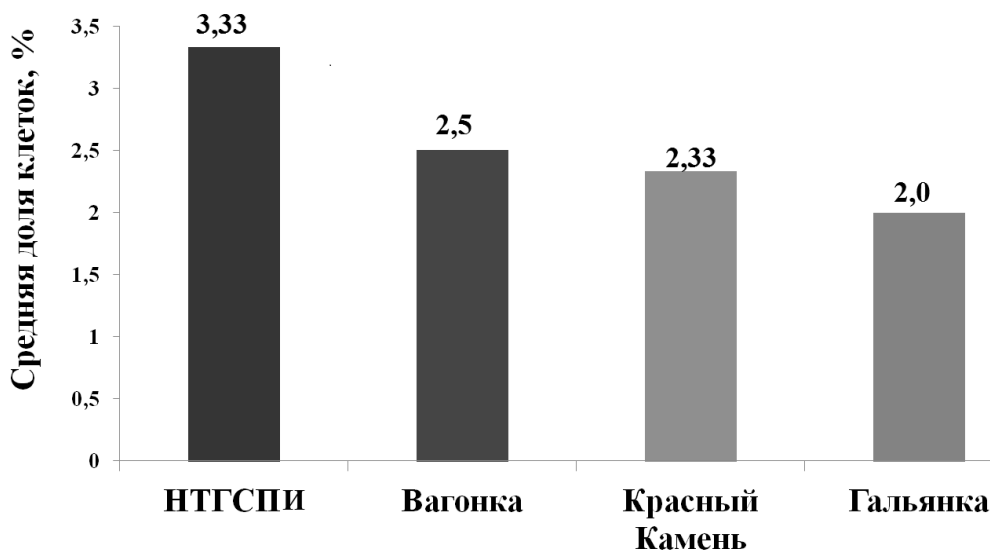


Рис. 2. Уровни клеток костного мозга с хромосомными aberrациями у полевых мышей из разных районов Нижнего Тагила

По суммарной частоте анеуплоидных и полиплоидных клеток различия между городскими выборками и контрольной популяцией не достоверны ($H = 2,25, p = 0,52$). Уровень ахроматических пробелов в популяции полевых мышей, обитающих в Приречном микрорайоне Красного Камня достоверно выше, чем у животных из других изученных районов города ($H = 7,66, p = 0,05$). Необходимо обратить внимание на типы хромосомных aberrаций, обнаруженных у исследованных животных, так как в первом приближении по характеру повреждений хромосом можно судить о спектре мутагенного воздействия (Бочков, 1993). Во всех популяциях преобладали перестройки хроматидного типа, в основном одиночные фрагменты. Подобный спектр хромосомных перестроек встречается при спонтанном и индуцированном химическими веществами мутагенезе. Поэтому в первую очередь мутагенное воздействие в изученных локалитетах Нижнего Тагила следует связывать с химическим воздействием.

Таким образом, можно заключить, что существует повышенный мутагенный потенциал среды в первую очередь в окрестностях НТГСПи, а также в Дзержинском районе и в микрорайоне Красный камень. Наиболее благополучным с точки зрения мутагенной опасности является микрорайон Гальянка.

Список литературы

1. Бочков, Н.П. Анализ типов aberrантных клеток – необходимый элемент биологической индикации облучения [Текст] / Н.П. Бочков // Медицинская радиология. 1993. № 2. С. 31 – 35.
2. Бочков, Н.П. Наследственность человека и мутагены внешней среды [Текст] / Н.П. Бочков, А.Н. Чеботарев А.Н. М.: Медицина. 1989. С. 270.

3. Гилева, Э.А. Эколого-генетический мониторинг с помощью грызунов (уральский опыт) [Текст] / Э.А. Гилева. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 1997. С. 105.

4. Полявина, О.В. Видовая специфика реакции мелких млекопитающих на мутагены внешней среды Проблемы экологии в современном мире: Материалы 6-ой Международной конференции, 25 марта 2009 г. [Текст] / О.В. Полявина, Л.Э. Ялковская. – Тамбов, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина – Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина. С. 307-311.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ИНТЕРЬЕРНАЯ КРАСКА.
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЛЕНКООБРАЗОВАНИЯ
НА ПОВЕРХНОСТИ КРАСКИ В ТАРЕ**

Ю.М. Баженов, С.И. Баженова, М.А. Петров, А.А. Богданова
*Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет*

Аннотация. В работе рассмотрено негативное влияние лакокрасочных материалов, в частности интерьерной краски, на здоровье и организм человека. Проанализированы составляющие компоненты водно-дисперсионной краски на предмет вредных веществ. Проведена исследовательская работа по разработке экологически чистой водно-дисперсионной краски на основе поливинилацетатной дисперсии. Предложено решение проблемы пленкообразования на поверхности материала в процессе хранения.

Ключевые слова: краска, интерьерная краска, экологичность, поливинилацетатная дисперсия, пленкообразование.

**ECO-FRIENDLY INTERIOR PAINT.
SOLUTION TO THE PROBLEM OF THE FILM-FORMATION ON THE
PAINT SURFACE IN THE CONTAINER**

Yu.M. Bazhenov, S.I. Bazhenova, M.A. Petrov, A.A. Bogdanova
Moscow State University of Civil Engineering,

Abstract. The work examines negative impact of coating materials, and particularly interior paint, on human health. Component composition of water-dispersion paint was analyzed in order to identify any possible harmful substances. A research was carried out into development of new eco-friendly water-dispersion paint based on polyvinyl acetate dispersion. Furthermore, the authors proposed a solution to the problem of film-formation during storage.

Keywords: paint, interior paint, eco-friendly, coating material, polyvinyl acetate dispersion, film-formation.

Санитарно-экологические нормы распространяются на все строительные материалы, особенно на отделочные, превышение показателей которых недопустимо. С целью повышения эффективности материалов и обеспечения безопасности здоровья человека сегодня на строительном рынке большое место занимает экологически-чистая продукция. Интерьерная краска не стала исключением.

Целью данной работы является исследование составляющих водно-дисперсионных красок на основе различных дисперсий, обнаружение основных вредных веществ и разработка новой рецептуры краски, отвечающей всем санитарно-экологическим нормам.

В лабораторных условиях проводился анализ физико-механических свойств образцов интерьерных красок [1, 4]. Проверялось не только качество готового материала в целом, но и все свойства в отдельности [5,6,9-12]. Работы проводились в точности с установленными правилами российских стандартов [3]. Кроме того взятые образцы были проверены на соответствие требованиям санитарных норм [2]. На основе полученных результатов вводились корректировки в существующую рецептуру краски.

В ходе проведения испытаний оказалось, что наиболее распространённой дисперсией, на основе которой производят интерьерную краску, является стиралакриловая. Она содержит в себе вредные вещества, относящиеся к разным классам опасности, что вызывает раздражающую и аллергическую реакцию, различные хронические заболевания. Было принято решение использовать поливинилацетатную дисперсию. Эта дисперсия обладает схожими физико-механическими свойствами, но благоприятнее воздействует на организм.

Другим элементом, обладающим разрушительным действием на человеческий организм, стали - формальдегид содержащие консерванты. Они были заменены безформальдегидными, а именно микробицидом на основе изотиазолонов. Данная замена позволила значительно уменьшить количество ядовитых веществ содержащихся в краске, избавиться от сильного запаха, достигнуть быстрого высыхания покрытия и высокой пожаробезопасности состава.

При производстве краски обычно используют коалисценты – добавка для обеспечения процесса пленкообразования после испарения воды с поверхности покрытия. В ходе разработке новой рецептуры путем повышения процента расхода поливинилацетатной дисперсии на единицу продукта, удалось получить краску без добавления коалисцентов, улучшив экологические показатели.

Краска на заводах производится в больших объемах и требует дальнейшей расфасовки, длительного хранения и транспортировки сначала на склады, а потом и на место эксплуатации. Важным моментом является то, что, в процессе хранения, на поверхности разработанной краски, на стенках тары начинает образовываться пленка, вследствие добавления большого количества поливинилацетатной дисперсии.

Опытным путем было установлено, что наилучший способ добиться отсутствия пленки - добавить на верхний слой краски раствор, препятствующий ее образованию. Экспериментальнолучший результат показаловведение 3х-процентного раствора биоцидной добавки в воде. Биоцид был взят безформальдегидный, чтобы не превысить нормы Решения Таможенного Союза №299 от 28 мая 2010г. Оптимальное количество добавления указанного раствора - 0,1% (по объему) раствора. Такое количество биоцида с одной стороны, защитит готовый материал от образования пленки и с другой стороны, его добавление не повлияет негативно на вязкость полученной краски.

Предлагаемый состав интерьерной краски на основе поливинилацетатной дисперсии является экологичным (отвечает всем нормам Решения Таможенного Союза №299 от 28 мая 2010г), обладает требуемыми физико-механическими свойствами (плотностью не менее 1,45 г/см³, хорошими адгезионными показателями, высокой пожаростойкостью) и не имеет резкого неприятного запаха [7,8]. Данная краска может быть рекомендована для внутренних работ во всех типах зданий и сооружений, в том числе для детских дошкольных и образовательных учреждений.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52020-2003. Материалы лакокрасочные водно-дисперсионные. Общие технические условия.
2. Единый санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии таможенного союза № 299 от 28.05.2010 (глава 2, раздел 5).
3. ГОСТ 9980.2-2014. Материалы лакокрасочные и сырье для них. Отбор проб, контроль и подготовка образцов для испытаний.
4. ГОСТ 28196-89. Краски водно-дисперсионные. Технические условия.
5. ГОСТ 8784-75 (СТ СЭВ 5904-75). Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости.
6. ГОСТ 31939-2012 (ISO 3251:2008). Материалы лакокрасочные. Определение массовой доли нелетучих веществ.
7. ГОСТ Р 53654.1-2009 (ИСО 2811-1:1997). Материалы лакокрасочные. Метод определения плотности. Часть 1. Пикнометрический метод.
8. ГОСТ 31149-2014 (ISO 2409:2013). Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом решетчатого надреза.
9. ГОСТ 31973-2013 (ISO 1524:2000, MOD). Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира.
10. ГОСТ 9.403-80 (СТ СЭВ 5260-85). Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость к статическому воздействию жидкостей.
11. ГОСТ 25898-2012 Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию.
12. ГОСТ 21903-76. Материалы лакокрасочные. Методы определения условной светостойкости.
13. ГОСТ 12.1.014-84. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками.
14. ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия (с Изменениями N 1, 2).

РЕЗУЛЬТАТ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Е.В. Башкирцева, Н.А. Лугачева, А.А. Фурман
*Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева*

Аннотация. В статье описано одно из последствий, вызванное техногенным загрязнением атмосферного воздуха.

Ключевые слова: атмосфера, загрязнение окружающей среды, заболеваемость, ОРВИ, смог, респираторные заболевания.

THE RESULT OF TECHNOGENIC POLLUTION AT ATMOSPHERIC AIR

E.V. Bashkirtseva, N.A. Pugachev, A.A. Furman
Kuzbass state technical University named after T.F. Gorbachev

Annotation. The article describes one of the consequences caused by technogenic air pollution.

Keywords. atmosphere, pollution, disease, SARS, smog, and respiratory disease.

Первый день февраля 2018 года встретил жителей Кемерово сильным «туманом» с неприятным запахом. Буквально за полчаса видимость на дорогах, особенно на правом берегу города, снизилась до 50м, а в низинах и того меньше. Как сообщила Наталья Полуэктова – пресс-секретарь Кемеровского Гидрометцентра, это необычный туман, а смог, который пройдет через пару дней с появлением ветра [1]. Но такое явление длилось неделю, стоял штиль.

Через неделю в Кузбассе (Кемеровской области) наблюдалось усиление заболеваемости острыми респираторными инфекциями (ОРВИ) и ГРИППом. Зарегистрировано 17365 человек. Еще через неделю количество заболевших уже составляло 24141 человек. Интенсивный показатель заболеваемости ОРВИ и ГРИППом совокупного населения составил за неделю 89,1 на 10,0 тыс. населения, что ниже эпидемического порога на 5%, при этом в возрастной группе 0-2 года эпидемический порог превышен на 6%, среди детей в возрасте от 3 до 6 лет – на 3,7%, среди школьников от 7 до 14 лет – на 25,3%. И в итоге, все школы города Кемерово с 22 февраля закрыты на карантин [7].

Всем известно, что явления в природе и обществе находятся во взаимосвязи. Возникает вопрос, может быть высокий уровень заболеваемости ОРВИ и гриппом у детей в этот период был спровоцирован именно этим «туманом»? Выбранная тема актуальна, так как здоровье – это очень важно, а здоровье детей – особенно!

Смог образуется путем накапливания в атмосфере дыма и вредных примесей, которые из-за установления инверсии (увеличение температуры воздуха с высотой) могут образовывать плотную завесу. Возникновение можно ожидать в любое время года, но с большей вероятностью зимой, нежели летом. Отличие смога от тумана в том, что кроме ухудшения видимости, появляется неприятный запах от выбросов. На образование смога влияет антициклоническая дея-

тельность, которая способствуют скоплению в воздухе загрязняющих веществ, не рассеивающихся до прохождения осадков или появления ветра. Смог в городах Кемеровской области образуется не только из-за климатических особенностей, но и из-за географического расположения региона. Дело в том, что при сопутствующей неблагоприятной погоде большая часть выбросов не рассеивается, а оседает в Кузнецкой котловине.

Помимо этого, в Кемеровской области остро стоит экологическая проблема – чрезмерное загрязнение атмосферного воздуха в результате выбросов промышленных предприятий, выхлопных газов и дыма из печных труб. Кузбасс Российской Федерации считается одним из развитых регионов в сфере индустрии. Здесь насчитывается более 1500 предприятий, в том числе черной и цветной металлургии – более 20 предприятий, угледобычи и переработки угля – более 100 предприятий, теплоэнергетики – более 10 предприятий, химических предприятий – более 10, машиностроительных и металлообрабатывающих – 88 предприятий, стройиндустрии – почти 200 предприятий, а также предприятия сельского хозяйства, железнодорожного и автомобильного транспорта. Центральными «загрязнителями» числятся следующие отрасли: металлургия – 43%, энергетика – 22%, топливная – 12%, прочие – 23%. Общее количество по Кемеровской области выбросов составляет более 1,2 млн.т. Получается, что на каждого жителя области доводится около 400 кг выбросов. Так же к «загрязнителям» в регионе относят автомобили и частный сектор [8, 9].

Как известно, человек не может прожить без воздуха более 3 минут. Воздух мы потребляем больше, чем любое другое вещество. Вследствие этого наиболее тесно с внешней средой связана дыхательная система, и состояние атмосферы не может не сказываться на ее здоровье. Загрязнение окружающей среды оказывает выраженное влияние на детский организм – это подтверждают исследования многих авторов [4, 5, 10]. Р.А.Голиков с соавторами провели обзор литературы о воздействии на здоровье населения загрязнения окружающей среды и показали негативное влияние различных факторов на показатели здоровья (заболеваемость, смертность). Представили заболевания, обусловленные загрязнением окружающей среды [7]. Изучение заболеваемости у детей на загрязненных территориях позволило выявить выраженную связь их с загрязнением атмосферного воздуха диоксидом серы, диоксидом азота, пылью, оксидом углерода.

Повышенная заболеваемость детей связана, видимо, не только с раздражающим действием на слизистую оболочку органов дыхания вредных примесей, превышающих ПДК, но и с общим понижением сопротивляемости организма к вредным внешним воздействиям. Сотрудниками ФБУН «Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведены научные исследования на тему влияния различных факторов окружающей среды на здоровье детей. В первую очередь ими обнаружены нарушения в состоянии иммунной системы, причём воздействие химических загрязнителей (диоксинов, бромбифенилов, свинца, ртути, кадмия, бензола и солей тяжёлых металлов) касается фактически всех звеньев иммунной си-

стемы. В детском организме иммунитет играет одну из важных ролей и любые нарушения в его работе под влиянием загрязненной среды приводят к снижению общей сопротивляемости и устойчивости организма к инфекциям и склонность к развитию заболеваний системы органов дыхания и хроническим последствиям. Дети со «слабой» экологически сформированной иммунной системой чаще других болеют ОРВИ и ГРИППом (в 1,7-2,0 раза выше, чем на «условно чистых» территориях) [2]. Причем в структуре общей заболеваемости детей именно эти заболевания верхних дыхательных путей занимают первое место, они имеют наибольший удельный вес (54,8 %) [6].

Инкубационный период длится 1-1,5 недели, т.е. клинические признаки болезни не всегда возникают сразу же после заражения – обычно в течение 2–10 дней вирус размножается в клетках эпителия, и лишь когда его количество становится значительным, у больного появляются те или иные жалобы.

Проанализировав всю информацию, мы получили:

1. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в Кузбассе оценивается как «высокий».
2. Смог является следствием чрезмерного загрязнения воздуха.
3. Загрязнение воздуха влияет пагубно на здоровье, особенно детское.
4. Дети, проживающие в промышленных районах, имеют «слабый» иммунитет.
5. Дети со «слабой» экологически сформированной иммунной системой чаще других болеют ОРВИ и ГРИППом.
6. Длительность инкубационного периода 1-1,5 недель
7. Существует прямая зависимость между выбросами в атмосферу загрязняющих веществ и общей заболеваемостью детей.

Сопоставив все данные, мы пришли к выводу, что резкий скачек загрязнения атмосферного воздуха на фоне погодных условий в феврале и его длительность повлекли за собой резкий скачек заболеваемости ОРВИ и ГРИППом у детей в условиях техногенного загрязнения атмосферного воздуха.

Неблагоприятная экологическая обстановка и здоровье человека – большая тема на протяжении последних 100 лет. В последнее время по Кузбассу прослеживается устойчивая тенденция снижения показателей, характеризующих загрязнение атмосферы [11]. Но пока загрязнение имеет место быть, то в периоды «тумана» с запахом жителям области рекомендовано не заниматься спортом и тяжёлым физическим трудом на открытом воздухе, избегать длительных прогулок на улице, в том числе не выпускать детей. Проветривать помещения в такую погоду также не рекомендуется. Если человек страдает хроническими и острыми заболеваниями верхних дыхательных путей, лёгких, сердечных и сосудистых болезней, необходимо получить консультацию лечащего врача по поводу применения лекарств в период неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ). Кроме того, рекомендуется ограничить использование личного автотранспорта.

Список литературы

1. Арзамасцева, М. Кемеровские синоптики: город окутал смог [Электронный ресурс]// «Интернет-журнал о жизни в Кузбассе «Сибдепо». 2018. URL: <http://sibdepo.ru/news/kemerovskie-sinoptiki-gorod-okutal-smog.html> (дата обращения: 29.10.2018)
2. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания / под ред. Н. В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. - 489 с.
3. Голиков, Р. А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения / Р. А. Голиков, Д. В. Суржигов, В. В. Кислицына, В. А. Штайгер // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20-31; URL: <http://science-medicine.ru/ru/article/view?id=1031> (дата обращения: 18.04.2018).
4. Гребняк, Н. П. Атмосферные загрязнения как фактор риска для здоровья детского и подросткового населения / Н. П. Гребняк, А. Ю.Федоренко, К. А. Якимова и др. // Гигиена и санитария. – 2002. – № 2. – С. 21–23.
5. Катульский, Ю. Н. К теории токсиколого-гигиенического эксперимента и регламентирование совместно действующих вредных факторов // Охрана окружающей среды и рационального использования природных ресурсов: сб. науч. тр. к 10-летию кафедры. – Ангарск: Изд-во Ангарской государственной технической академии, 2006. – С. 120-135.
6. Киклевич, В. Т. Клинические особенности течения ОРВИ у детей в условиях техногенного загрязнения атмосферного воздуха. // В. Т. Киклевич, С. В. Ильина, В. Г. Томилов - Сибирский мед.журнал. 2000. №2. – С. 53 – 55.
7. Материалы к государственному докладу "О состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области в 2006 году" / Подготовлен ГУ "Областной комитет природных ресурсов" [Электронный ресурс] /URL: <http://kuzbasseco.ru/001/index.html> (дата обращения: 29.10.2018)
8. Постановление Главного государственного санитарного врача по Кемеровской области «О введении ограничительных мероприятий на период эпидподъема гриппа и ОРВИ» от 14.02.2018 № 2, приказа управления образования администрации города Кемерово от 21.02.2018 № 114 [Электронный ресурс] /URL: http://www.koin-nkz.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=6681%3A2016-08-23-06-41-58&catid=127%3A2009-11-26-09-03-38&Itemid=88&lang=ru (дата обращения: 29.10.2018).
9. Социально-экономическое положение Кемеровской области. 2012. Статистический сборник - Кемерово, 2011 - 231 с.
10. Щеблякова К.А., Железовская Н.С., Игнатова А.Ю. Воздействие коксохимического производства на атмосферный воздух / В сборнике: IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая", 2017. С. 91008.
11. Щербо, А. П. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Карелии и риска для здоровья детского и подросткового населения / А. П. Щербо, А. В. Киселев, В. С. Масюк и др. // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 7-11.

ВЛИЯНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА РАБОТУ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ РУКАВОВ С УВЕЛИЧЕННОЙ ПЛОЩАДЬЮ ФИЛЬТРОВАНИЯ

А.Г. Берняцкий, Е.В. Сугак

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнёва*

Аннотация. Описывается специфика применения фильтровальных рукавов конструкции StarBag, а также влияние конструкции рукавов на эксплуатационные свойства газоочистного оборудования.

Ключевые слова: *фильтровальный рукав, газоочистное оборудование, рукавный фильтр, аэродинамическое сопротивление.*

THE EFFECT OF AERODYNAMIC DRAG ON THE WORK OF THE FILTER BAGS WITH EXTENDED AREA

A.G. Bernyatskiy, E.V. Sugak

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

Abstract. Describe the specifics of the application filter bags StarBag designs, as well as the impact of the construction of hoses on operational properties of gas-cleaning equipment.

Keywords: *filter bag, gas cleaning equipment, bag filter, aerodynamic resistance.*

Особенностью применения газоочистного оборудования «сухого» типа в электролизном производстве алюминиевой промышленности является то, что в отличие от обычного процесса улавливания твёрдых частиц, процесс фильтрования загрязнённого газа электролизного производства условно можно разделить на две составляющие - процесс фильтрования через пористый материал и процесс адсорбции газообразных фтористых соединений, требующий поддержание слоя уловленных частиц глинозёма на поверхности фильтровального полотна [1]. Для обеспечения процесса адсорбции фтористого водорода в газовый поток перед рукавным фильтром подаётся адсорбент (глинозём) из расчёта 20-60 грамм на 1 м³ газа [2]. Именно эта специфика делает задачу управления процессом очистки довольно сложной.

На рис. 1 представлена классическая схема устройства рукавного фильтра с импульсной системой регенерации. Данная схема устройства фильтра нашла наибольшее распространение в алюминиевой отрасли ввиду высокой технологичности процесса управления очисткой от загрязняющих веществ, как твёрдых, так в газообразном состоянии.

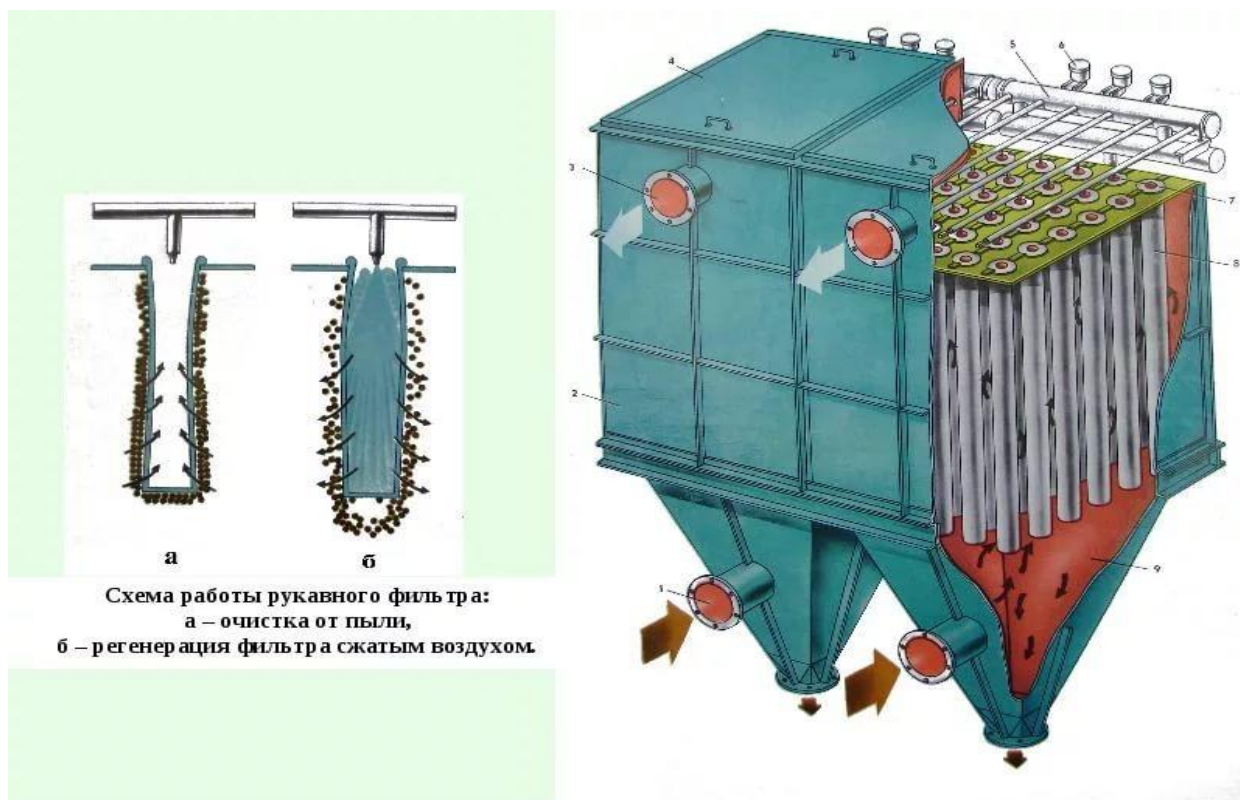


Рис 1. Схема работы рукавного фильтра

Классическим фильтровальным элементом рукавных фильтров являются цилиндрические фильтровальные рукава, изготовленные из нетканого иглопробивного полотна, состоящего из полиэфирных волокон (рис. 2). В алюминиевой отрасли применяются в основном рукава с длиной 5 м, 6 м и 7,5 м, диаметром 127 и 130 мм.

Однако при необходимости увеличения объёма газоудаления (например, при модернизации производства) предприятие сталкивается с проблемой недостаточности фильтровальной поверхности ввиду необходимости увеличения производительности газоочистки. Это, соответственно, приводит к необходимости проводить глубокую модернизацию всего комплекса газоочистного оборудования для установки дополнительных рукавных фильтров, что является крайне трудоёмким и дорогостоящим процессом.



Рис 2. Классические (цилиндрические) фильтровальные рукава

Одним из возможных технических решений по улучшению работы рукавных фильтров является применение фильтровальных рукавов с увеличенной площадью фильтрования конструкции StarBag (гофрированный рукав) [3].

Основным отличием гофрированных фильтровальных рукавов от стандартных является увеличенная площадь фильтровального полотна, полученная за счёт изменения конструкции каркаса поддержки, позволяющего создать волнистую поверхность рабочей стороны рукава (рис.3). Данное изменение не влечёт за собой конструкционные изменения в самом рукавном фильтре, что позволяет применять рукава без дополнительной модернизации оборудования.

Однако применение данного типа рукавов имеет свои ограничения.

Одним из основных показателей работы фильтровальных рукавов является параметр аэродинамического сопротивления и, соответственно, дифференциального давления рукавного фильтра, то есть величины сопротивления, создаваемого фильтровальным элементом в системе газопровод – фильтр - дымосос.



Рис 3. Фильтровальный рукав с увеличенной площадью фильтрации

Для цилиндрических рукавов, применяющихся в газоочистном оборудовании электролизного производства, данный показатель должен соответствовать значению 1,4-1,8 кПа. Для понимания сути процесса необходимо пояснение о формировании данного значения. Фильтровальный материал рукава создаёт начальное аэродинамическое сопротивление газовому потоку, осуществляя механическую очистку от пылевых частиц, состоящих в основном из глинозёма. Через некоторый промежуток времени данные частицы формируют слой уловленных частиц на внешней стороне фильтровального полотна, который увеличивает сопротивление рукава. Это позволяет адсорбировать фтористый водород, содержащийся в очищаемых газах. Соответственно, поддерживая слой необходимой толщины на поверхности рукава на одном уровне, происходит стабильная очистка газового потока от газообразного фтористого водорода. К данному показателю аэродинамического сопротивления необходимо добавить значение сопротивления каркаса поддержки, создаваемое внутри рукава. Чем проще конструкция и меньше количество элементов, тем меньше сопротивление и тем лучше работает рукав.

Сравнивая две конструкции рукава, необходимо обратить внимание на то, что внутренний диаметр стандартного рукава составляет 110-120 мм, тогда как у гофрированного – всего 40 мм. Принимая во внимание, что материал у обоих фильтров имеет схожую структуру и параметры, необходимо провести сравнение сопротивлений, вызываемых конструкцией рукава. Для этого применим формулы по расчёту аэродинамического сопротивления трубы. Для простоты расчёта примем допущение, что внутреннее сечение у обеих конструкций круглое, а толщина слоя глинозёма на поверхности рукава имеет одинаковую толщину. Тогда аэродинамическое сопротивление рукава можно рассчитать по формуле [4]:

$$R = \alpha * \frac{L}{d} * \frac{\rho * v^2}{2}$$

где α – коэффициент аэродинамического сопротивления (шероховатость материала трубы); L - длина участка; d - диаметр трубы; ρ - плотность газа; v - скорость газового потока.

Тогда расчетные значения аэродинамического сопротивления цилиндрического R_1 и гофрированного рукава R_2 :

$$R_1 = \alpha * \frac{7,5}{0,13} * \frac{\rho * v^2}{2}$$

$$R_2 = \alpha * \frac{7,5}{0,04} * \frac{\rho * v^2}{2}$$

Учитывая то, что значение коэффициента аэродинамического сопротивления и характеристики газового потока в обеих конструкциях одинаковы, то можно предположить, что основное влияние на аэродинамическое сопротивление оказывает внутренний диаметр рукава, т.е. условной «трубы». На основании этого можно предположить, что для преодоления сопротивления в гофрированном рукаве с увеличением скорости происходит рост аэродинамического сопротивления по квадратичной зависимости. Для его преодоления требуется создание большего разряжения (напора) вентилятора, чем при аналогичных условиях в цилиндрических рукавах. В свою очередь это приведёт к росту показателя дифференциального давления в рукавном фильтре и, в конечном счёте, приведёт к увеличению затрат на электроэнергию.

Таким образом, применение фильтровальных рукавов с увеличенной площадью фильтрования имеет достаточно высокий потенциал развития. Однако, как показывает зарубежный и отечественный опыт эксплуатации, использование гофрированных рукавов длиной более 5 м является нецелесообразным, поскольку дальнейшее увеличение длины рукава приводит к существенному росту эксплуатационных затрат на электроэнергию, что нивелирует эффект от увеличения объема газоудаления.

Список литературы

1. Сугак Е.В., Войнов Н.А., Николаев Н.А. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами. - Казань: Отечество, 2009. - 224 с.
2. Буркат В.С., Друкарев В.А. Сокращение выбросов в атмосферу при производстве алюминия. - СПб.: Любавич, 2005. - 276 с.
3. Filter Bags for Dust Collection Systems. Aluminium Industry. - http://www.solaft.com/wp-content/uploads/2017/01/Aluminium_Industry_Iss_3_Jul14.pdf.
4. Ухин Б.В., Гусев А.А. Гидравлика. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 432 с. 2013 С. 103.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ И СЕРТИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

О.М. Блинникова¹, И.М. Новикова¹, Л.Г. Елисеева²

¹Мичуринский государственный аграрный университет

²Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

Аннотация. В статье представлен литературный обзор мировых и отечественных требований к производству и сертификации органической продукции, а также результаты собственных исследований по использованию различных биопрепаратов при органическом производстве ягод земляники садовой.

Ключевые слова: органическое производство пищевой продукции, требования к производству, сертификация, ягоды земляники, биопрепараты, качество, безопасность.

REQUIREMENTS FOR PRODUCTION AND CERTIFICATION OF ORGANIC PRODUCTS

O.M. Blinnikova¹, I.M. Novikov¹, L.G. Eliseeva²

¹Michurinsky State Agrarian University

²Russian University of Economics G.V. Plekhanov

Annotation. The article presents a literature review of world and domestic requirements for the production and certification of organic products and the results of our own research of the use of various biologics substances in the organic production of strawberries.

Keywords: organic food production, production requirements, certification, strawberries, biologics, quality, safety.

Рынок органических продуктов питания – один из самых быстрорастущих в мире, за последние 15 лет он вырос в 5 раз. Лидерами рынка, на сегодняшний день, являются Европейский Союз и североамериканский регион. Тем не менее, согласно данным Союза органического земледелия (СОЗ) со ссылкой на исследования Grand View Research, Inc. Observes, большим потенциалом роста обладает ряд стран Евро-Азиатско-Тихоокеанского региона. Одним из основных трендов глобального продовольственного рынка является подъем интереса к производству органических продуктов питания [14].

Органическая продукция получается только посредством органического способа производства, поэтому ведущую роль играет сельское хозяйство. Производство такой продукции берет свое начало с сертификации земли. Земля должна сертифицироваться как органическая – именно этот статус подтверждает, что минимум 3 года на ней не использовали ГМО и вредную агрохимию, и в ней нет уже вредных веществ.

Каждое звено производства инспектируется на отсутствие применения генной инженерии или химических добавок [15].

В мировой практике принята четкая классификация экологически чистой продукции:

1. Natural Products (NP) – продукты, состоящие полностью или, по крайней мере, большей частью из ингредиентов природного происхождения, с минимальным количеством химических веществ, искусственных наполнителей и пр.

2. Organic Products (OP) – это продукты, выращенные на специально очищенной земле, без применения химических препаратов, с использованием лишь естественных удобрений, таких как навоз, компост и др.

3. Functional Foods (FF) – это продукты с искусственным добавлением полезных веществ, повышающих защитные функции организма.

4. Nutraceuticals – это специальные добавки к пище, повышающие ее питательность, например, витамины. Они обязательно должны быть натурального происхождения [15]. Международные стандарты обязывают всех производителей такой продукции указывать на этикетке происхождение всех компонентов.

Органические продукты – это полезно и вкусно. Они должны производиться в согласии со следующими принципами:

Принцип здоровья – органическое сельское хозяйство сохраняет и укрепляет здоровье почвы, растений, животных и человека как единое и неделимое целое – здоровье экосистемы.

Принцип экологичности – органическое сельское хозяйство основано на живых экосистемах и природных циклах, работает совместно с ними, следует их примеру и правилам и помогает сохранить их целостность и гармонию.

Принцип справедливости – органическое сельское хозяйство базируется на справедливых отношениях с окружающей средой и равных возможностях каждого человека

Принципы заботы и сохранения – органическое сельское хозяйство основано на сохраняющих методах взращивания и ответственном подходе к охране здоровья и благополучия нынешнего и будущих поколений и окружающей среды в целом [6, 12, 16].

Органическая продукция маркируется специальными знаками и символами, которые ставятся в том случае, если товар отвечает требованиям законодательства и его производство имеет статус.

ГОСТ Р 57022-2016 «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства» устанавливает порядок добровольной сертификации органического производства продукции на соответствие требованиям ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования». Работы по сертификации органического производства проводят в соответствии с законодательством о техническом регулировании органы по сертификации органического производства. Процесс сертификации органического производства включает в себя организацию работ, двухэтапную первичную сертификацию органического производства – это предварительная оценка с последующей проверкой и оценкой органического производства с выездом к заявителю.

Одним из главных правил при производстве органической продукции является прослеживаемость потока продукта на всех этапах, начиная с приема ор-

ганического сырья до конечного продукта, и четкая идентификация партий [7, 8].

На сегодняшний день в России осуществляют деятельность по добровольной сертификации следующие организации, которые позволяют маркировать продукцию как «органическая»:

- «Экологичные продукты» (НП «Московские экологичные продукты»);
- «Листок жизни» (НП «Санкт-Петербургский экологический союз»);
- «Петербургская марка качества» (ГУ «Центр контроля качества товаров (продукции), работ, услуг»);
- Система сертификации продукции по критериям экологичности (АНО «ТЕСТ-Санкт-Петербург»);
- Система сертификации экологического и биодинамического хозяйствования «БИО» (ООО «Эко-Контроль»);
- «ССК» (Система сертификации качества) (Федеральный центр сертификации);
- «ЧИСТЫЕ РОСЫ» (Некоммерческое Партнерство по развитию экологического и биодинамического сельского хозяйства, и природопользования «АГ-РОСОФИЯ»);
- «Здоровое питание. Ленинградская область» (Управление Федеральной государственной службы занятости населения по Ленинградской области).
- «Система сертификации по экологическим требованиям» (Международный экологический фонд (ОС МЭФ));

Следует отметить, что органическое сельское хозяйство, называемое также экологическим и биологическим, успешно развивается в 160 странах на всех континентах [9]. По данным Международной федерации движений органического сельского хозяйства (IFOAM) и Исследовательского института органического сельского хозяйства (FiBL) площади земель под органическим производством в мире непрерывно растут [12, 15, 17].

В 2010 г мировой рынок органической продукции составил 44,5 млрд. евро, а в 2014 г. он достиг 80 млрд. евро, а концу 2015 – 81,6 млрд. За восемнадцать лет их размер увеличился почти в 4 раза и в 2017 г. составил 51,2 млн. га (рис 1). Пока его доля не велика, однако многие эксперты признают, что за органическим методом агропроизводства – будущее [5, 6, 14, 15]. Ведь его цель – не только производство достаточного количества качественных продуктов, но и сохранение здоровья, природы. Именно состояние окружающей среды – основа здоровья и благополучия человека [8]. ООН определяет органическое сельское хозяйство как целостную пищевую цепь, в которой не используются химически синтезированные удобрения и пестициды, загрязнение окружающей среды сведено к минимуму, а продовольствие можно считать экологически чистым. Оно опирается на управление аграрной экосистемой, уменьшая использование внешних ресурсов, и является наиболее устойчивой моделью сельскохозяйственного производства [13].

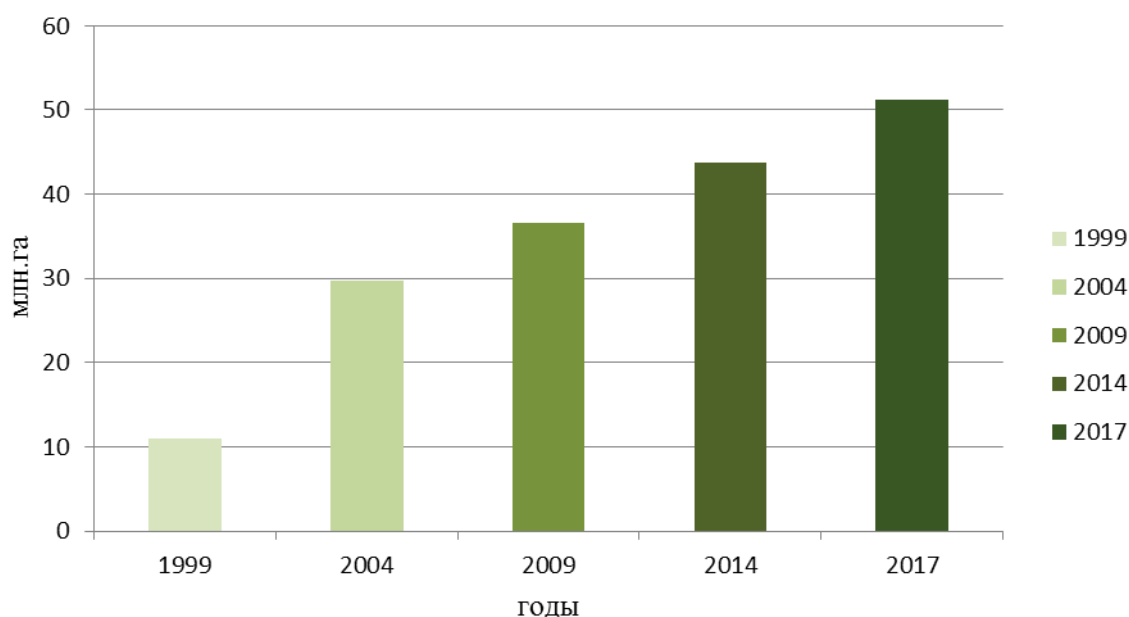


Рис.1. Динамика земель, занятых под органическим производством в мире

Интерес к экологическому земледелию возрастает. Спрос потребителей на безопасные продукты неуклонно растет в развитых странах.

При производстве биологически полноценных и безопасных продуктов не допускается применение синтетических регуляторов роста, химических пестицидов, использование организмов, полученных методом генетической инженерии, поэтому все больший интерес приобретают биологические средства защиты растений. Правительством Российской Федерации отмечено, что создание и применение биологических средств защиты растений отнесено к приоритетным направлениям развития науки [11].

Биологические препараты, действующим началом которых являются микроорганизмы или продукты их жизнедеятельности, прочно входят в практику защиты растений. Применение биопрепаратов, как и химических средств защиты растений, строго регламентировано в отношении используемых объектов и сельскохозяйственных культур, норм расхода препарата, сроков обработок и других параметров. Современный ассортимент биопрепаратов, к числу которых относятся Планриз, Агат–25К, Псевдобактерин, Фитоспорин и др., позволяет осуществлять защиту сельскохозяйственных культур от наиболее опасных заболеваний [13].

С целью получения ягод земляники по органической технологии нами были проведены исследования по использованию различных биопрепаратов в вегетационный период [1-4]. Результаты проведенных исследований подтверждают возможность получения ягод земляники органическим способом: снижается поражаемость ягод серой гнилью, увеличивается масса ягод, повышается урожайность и выход товарных ягод, при этом ягоды являются безопасными. Наилучшим вариантом органического производства ягод является применение 1,5%-ного раствора хитозана и 0,1%-ного раствора фитоспорина [4].

Список литературы

1. Блинникова, О.М. Влияние использования биопрепарата Алирин-Б при органическом производстве земляники садовой на продолжительность хранения ягод / О.М. Блинникова // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: Материалы III Международной научно-практической конференции (23-24 марта 2017 г). – Минск. – С. 179-181.
2. Блинникова, О.М. Оценка эффективности использования биопрепарата «Глиокладин» при органическом производстве ягод земляники садовой / О.М. Блинникова, Л.Г. Елисеева, И.М. Новикова // Товаровед продовольственных товаров. – 2016. - №12. – С. 5-8.
3. Блинникова, О.М. Оценка эффективности применения биопрепарата «Фитоспорин-М» при органическом производстве ягод земляники садовой / О.М. Блинникова, И.М. Новикова, Л.Г. Елисеева // Современные проблемы товароведения, экономики и индустрии питания: Материалы I заочной Международной научно-практической конференции (30 ноября 2016 г). – Саратов, 2016. – С. 35-42.
4. Блинникова, О.М. Формирование потребительских свойств ягод земляники органического производства / О.М. Блинникова, И.М. Новикова, Л.Г. Елисеева, А.С. Ильинский // Социально-экономические проблемы продовольственной безопасности: реальность и перспектива: Материалы II Международной научно-практической конференции (30 марта 2017 г). - Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2017. – С. 298-307.
5. Ветрова, О.А. Особенности поступления тяжёлых металлов в растения земляники садовой в условиях техногенного загрязнения: дис. ... канд. с.-х. наук / О.А. Ветрова. – Мичуринск, 2015. – 151 с.
6. Горчаков, Я.В. Мировое органическое земледелие XXI века: дис. ... канд. с.-х. наук / Я.В. Горчаков. – М: ПАИМС, 2002. – С. 192.
7. ГОСТ Р 56508 – 2015. Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования
8. ГОСТ Р 57022 – 2016. Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства
9. Мазурова, А.Ю. Историко-географические особенности формирования органического сельского хозяйства в странах мира / А.Ю. Мазурова // Агрохимический вестник. – 2009. – №4 – С. 8-10.
10. Технический Регламент Таможенного Союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [Текст].
11. Харитонов С.А. Организационно-экономические аспекты развития органического сельского хозяйства в России: автореф. канд. экон. наук. Москва 2013. – 29 с.
12. Экологически чистые продукты питания [Электронный ресурс]: [Сайт Компании Витамин Глобал] – Режим доступа: URL: vitaminglobal/organic-food-c-160.html
13. Lewis, H. Innovation in natural and organic food and drinks. / H. Lewis // Business Insights Ltd. – 2006. – 123 p.

14. Organic agricultural land by country share of total agricultural land [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.organic-world.net>

15. The Environmental Working Group. – Режим доступа: <https://www.ewg.org/>

16. Willer, H. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2006. / H. Willer, Y. Minou // Germany, 2006.

17. Willer, H. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2008 / H. Willer, Y. Minou // Earthscan. – 2008.

О ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Е.А. Булгакова, О.В. Ударцева

ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Рассмотрены понятия и факторы обеспечения экологической безопасности, рассмотрены варианты решения проблем, описаны необходимые действия, экологические движения, а так же оценена ситуация по обеспечению экологической безопасности в Российской Федерации.

Ключевые слова: *экология, проблемы.*

PRIORITY DIRECTIONS OF ACTIVITY TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY OF RUSSIA

E.A. Bulgakova, O.V. Udartseva

FGBOU VO Tyumen Industrial University

Summary: Concepts and factors of ensuring environmental safety are considered, versions of the solution of problems are considered, necessary actions, ecological movements are described, and the situation on ensuring environmental safety in the Russian Federation is also assessed.

Keywords: *ecology, problems.*

Актуальность данной темы состоит в том, что на сегодняшний момент проблемы экологии становятся не просто главными в осуществлении благополучной жизнедеятельности человека, но и весьма острыми для всего общества. Антропогенное воздействие на экологию достигло угрожающего уровня. Главная причина тому – несовершенство социально-экономического устройства нашего общества.

Цель: рассмотреть наиболее эффективные методы по решению проблем экологической безопасности России.

Основной задачей в области решения проблем экологической безопасности является обеспечение экологической безопасности потенциально опасных видов деятельности, реабилитация территорий и акваторий, пострадавших в результате техногенного воздействия на окружающую среду.

Обеспечение экологической безопасности – система действий по предотвращению возникновения, развития экологически опасных ситуаций и ликвидации их последствий, включая отдаленные [1].

Для этого необходимы:

- осуществление в приоритетном порядке учета интересов и безопасности населения при решении вопросов о потенциально опасных производствах и видах деятельности;

- обеспечение радиационной и химической безопасности и снижение риска воздействия на здоровье человека и окружающую среду при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации промышленных и энергетических объектов (в том числе ядерных установок, включая АЭС, химических, горнодобывающих предприятий и т.п.);

- разработка и реализация мер по снижению и предотвращению экологического ущерба от деятельности Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований, в том числе при пусках ракет любого вида;

- обеспечение экологической безопасности при разоружении, в том числе уничтожении ракет и ракетного топлива, запасов и производств химического оружия, а также решение проблемы ликвидации старого химического оружия;

- снижение производства и использования токсичных и других особо опасных веществ, обеспечение их безопасного хранения; планомерная ликвидация накопителей токсичных отходов;

- обеспечение экологической безопасности при обращении с радиоактивными веществами, радиоактивными отходами и ядерными материалами;

- разработка системы чрезвычайного реагирования и системы оповещения на экологически опасных объектах;

- разработка мер по предупреждению и ликвидации экологических последствий вооруженных конфликтов;

- реабилитация территорий и акваторий, подвергшихся негативному влиянию хозяйственной деятельности, в том числе радиационному и химическому воздействию;

- реабилитация территорий и акваторий, загрязненных в процессе функционирования объектов ракетно-космической и атомной отраслей промышленности, в том числе при производстве, испытании, хранении и уничтожении оружия массового поражения, а также в результате деятельности Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск и воинских формирований [2].

В целях совершенствования экологического законодательства, экологической защиты населения и повышения качества окружающей природной среды необходимо создание совместных с Европейскими и Азиатскими странами программ.

Без совместных экологических программ не будут решены проблемы Балтийского, Черного и Каспийского морей, Кольского п-ова, Арала и оз. Ханка (на границе с Китаем). С целью улучшения среды обитания человека, необходимо разработать и постепенно реализовывать практическими мерами программу «Экология и здоровье человека».

Никакие государственные, региональные экологические программы не могут быть реализованы без широкой поддержки общественности. На каждом предприятии (в организации), где имеет место загрязнение окружающей среды, должны быть организованы общественные комиссии по экологии (в цехе, на

предприятия и т.д.). Эти комиссии обязаны совместно с администрацией выявлять все источники загрязнения окружающей среды и разрабатывать конкретные мероприятия по их устранению.

Общественное экологическое движение необходимо организовать на каждом предприятии, в каждом городе, районе так, чтобы работающие и население не только митинговали по поводу экологических нарушений, но и принимали самое активное участие в разработке и внедрении экологических программ для всех сред их обитания.

В технической политике для увеличения производства продукции на душу населения при меньших затратах следует использовать ресурсы с наибольшим эффектом, совершенствовать и внедрять технологии, способствующие обеспечению энерго- и ресурсосбережения. Эти проблемы должны решаться снижением развития экологически опасных производств (металлургических, химических, энергетических), максимального сокращения потребления первичной биологической продукции.

Вывод: среди важнейших составляющих экологической безопасности страны - решение проблем внедрения новых технологий, производства машин и оборудования экологически безопасных, экологически чистых ресурсосберегающих технологий, широкое внедрение малоотходных и безотходных производств как в промышленности, так и в сельскохозяйственном производстве, на транспорте и в строительстве.

Список литературы

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс] – URL: <https://dic.academic.ru> (дата обращения: 18.11.2018);
2. Основные направления государственной экологической политики [Электронный ресурс] – URL: <http://www.seu.ru/documents/doctrine/1/3.htm> (дата обращения: 17.11.2018);
3. Управление экологической безопасностью и рациональным использованием природных ресурсов: Учебное пособие./ Масленникова И.С., Горбунова В.В. – СПб.: СПбГИЭУ, 2007. – 497 с.
4. Экологическая безопасность / В.Н. Бурков, А.В. Щепкин. М.: ИПУ РАН, 2003. - 92 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА

Н.А. Васильев, А.Я. Пономарев

Российский государственный социальный университет

Аннотация. В статье рассматривается негативное влияние магистральных нефтепроводов на окружающую среду, приводятся степени отрицательного воздействия, способы расчета экономической оценки расчета.

Ключевые слова: магистральные нефтепроводные комплексы, окружающая среда, аварии нефтепроводов, экономическая оценка ущерба.

ENVIRONMENTAL SECURITY OF OIL PIPELINE

N.A. Vasiliev, A.I. Ponomarev

Russian state social University

Annotation. The article deals with the negative impact of oil trunk pipelines on the environment, the degree of negative impact, methods of calculating the economic assessment of the calculation.

Keyword: *trunk pipeline systems, the environment, accidents of oil pipelines, the economic damage assessment.*

На сегодняшний день магистральные нефтепроводы являются экономически выгодным видом транспорта. Однако этот сложнейший комплекс с находящимся в нем опасным веществом – нефтью, представляет повышенную угрозу для человека и окружающей среды.

Многолетний опыт использования нефтепроводов показал, что, несмотря на высокие показатели в области проектирования, строительства и эксплуатации магистральных нефтепроводов, полностью устранить отказ систем не удастся. В результате чего происходят техногенные аварии, которые загрязняют окружающую среду, приводят к пожарам, разрушению конструкций, человеческим жертвам, финансовым, экономическим и материальным потерям.

Магистральные нефтепроводные комплексы являются потенциально опасными в экологическом отношении, поскольку их явные и скрытые отказы оказывают резко негативное воздействие на основные компоненты окружающей среды (воздух, воду, почву, растительный, животный мир и человека). Так, при растекании нефти по дневной поверхности в результате утечки из нефтепровода загрязняется почвенно-растительный комплекс, при этом растительный покров уничтожается, что может привести к смене пастбищ животными или путей их миграции.

Самовозгорание или сжигание разлившейся нефти с целью удаления её с поверхности земли загрязняет приземный слой атмосферы. Стеkanie нефти в пониженные участки местности, сопровождающееся инфильтрацией её в грунтовую среду, способствует загрязнению подземных вод, рек и водоёмов.

Воздействие трубопроводов на природу в эксплуатационный период заключается в выходе перекачиваемого продукта из трубопровода вследствие нарушения его герметичности [2].

Степени такого воздействия можно охарактеризовать следующим образом:

первая степень (катастрофическое воздействие) – выход нефти потоком полного или неполного сечения с возникновением пожара или стоком нефти в водоём;

вторая степень (очень сильное воздействие) – выход нефти потоком полного или неполного сечения без возникновения пожара и без попадания нефти в водоём;

третья степень (сильное воздействие) – выход нефти из труб потоком неполного сечения с расходом вытекающей нефти более 15 л/мин без возникновения пожара и без попадания нефти в водоём;

четвёртая степень (умеренное воздействие) – выход нефти из небольших трещин, сквозных проржавлений стенок труб и т.п. с расходом вытекающей нефти не более 15 л/мин.

По оценкам специалистов Роснефтегазстроя, в регионах развития нефтегазового комплекса допускаются как постоянные нарушения почвенно-растительного покрова территорий (до 7% площади её освоения), так и разовые (до 50%). В зонах планировки трасс прокладки трубопроводов происходит полное уничтожение растительного покрова на площадях, составляющих 15% площади освоения. Исследования, выполненные на участках магистральных нефтепроводов, проложенных в условиях севера, показали, что относительная реабилитация природных процессов вдоль трассы их прокладки наступает по прошествии 7-10 лет, а полная - 15-20 лет.

Из-за аварий нефтепроводов в России ежегодно разливается 5–7% добытой нефти, или 15–20 млн. т. Суммарная оценка прямых потерь нефти составляет в среднем около 2 млрд. долл. Безусловно, экологический ущерб от таких инцидентов многократно превосходит прямые потери. Утечки нефти при незначительных сквозных повреждениях (с условным диаметром дефекта не более 1,5 мм) могут существовать длительное время, оставаясь необнаруженными, и потери нефти от них нередко соизмеримы с крупными аварийными потерями. Кроме того, при утечках загрязняется почва, грунтовые воды и водоёмы, а при испарении части углеводородов нефти – атмосфера. Поэтому борьба с потерями – это чрезвычайно важная и актуальная задача [5].

Под эколого-экономическим ущербом понимается денежная оценка негативных изменений в окружающей среде в результате её загрязнения, в качестве и количестве природных ресурсов, а также последствий таких изменений.

Экономическая оценка ущерба от загрязнения окружающей природной среды складывается из следующих затрат: дополнительных затрат общества в связи с изменениями в окружающей природной среде; затрат на возвращение окружающей природной среды в прежнее состояние; дополнительных затрат будущего общества в связи с безвозвратным изъятием части дефицитных ресурсов.

Экономическая оценка ущерба от загрязнения окружающей среды рассчитывается по видам загрязнений: ущерб от загрязнения земель, ущерб от загрязнения атмосферного воздуха, ущерб от загрязнения водной среды.

Экономическая оценка ущерба от загрязнения земель

В соответствии с нормативным документом [3], ущерб U_3 от загрязнения земель нефтью определяется по формуле:

$$U_3 = H_c \times F_{zp} \times K_n \times K_6 \times K_{3(i)} \times K_2, \quad (1)$$

где:

$H_c = 147\,000$ руб./чел. – норматив стоимости сельскохозяйственных земель;

$F_{zp} = 20\,000$ м² – площадь нефтенасыщенного грунта;

$K_n = 2,5$ – коэффициент пересчёта в зависимости от периода времени по восстановлению загрязнённых сельскохозяйственных земель;

$K_g = 1,5$ – коэффициент пересчёта в зависимости от степени загрязнения земель нефтью;

$K_{э(i)} = 1,7$ – коэффициент экономической ситуации и экономической значимости территории [3].

$K_z = 1,0$ – коэффициент пересчёта в зависимости от глубины загрязнения земель.

Примем, что глубина пропитки $h_{cp} = 0,05$ м

$U_3 = 147 \times 20\,000 \times 2,5 \times 1,5 \times 1,7 \times 1 = 187425$ тыс. руб.

$U_3 = 187425$ тыс. руб.,

Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения атмосферы нефтепродуктами

Расчет ущерба окружающей природной среды от выбросов углеводородов нефти вычисляется по формуле: [3]

$$U_{к.а} = 5 \times K_u \times C_a \times M_u \quad (2)$$

где:

$K_u = 1$ - коэффициент инфляции;

C_a – ставка платы за выброс одной тонны углеводородов в атмосферу в пределах установленного лимита;

$M_u = 10,34$ т – масса испарившихся летучих низкомолекулярных углеводородов нефти.

Ставка платы за выброс одной тонны углеводородов в атмосферу в пределах установленного лимита C_a вычислим по формуле:

$$C_a = H_{б.а.} \times K_{э.а.} \quad (3)$$

где:

$H_{б.а.} = 50$ руб. - базовый норматив платы. Выбросы низкомолекулярных летучих углеводородов производятся в пределах временно согласованных лимитов;

$K_{э.а.} = 1,9$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояний атмосферы территорий экономических районов Российской Федерации.

$$C_a = 50 \times 1,9 = 95 \text{ тыс.руб./т}$$

$$C_a = 95 \text{ тыс.руб./т}$$

В результате проведенных расчетов можно найти совокупный ущерб окружающей природной среде, нанесенный от выбросов углеводородов нефти:

$$U_{к.а} = 5 \times 1 \times 95 \times 10,34 = 7911,5 \text{ тыс.руб.}$$

$$U_{к.а} = 7911,5 \text{ тыс.руб.}$$

Таким образом, возникает необходимость своевременного и достоверного прогнозирования, предотвращения и ликвидации последствий ЧС, которые появляются на трубопроводном транспорте.

Список литературы

1. Закон Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных промышленных объектов» принят Государственной Думой РФ от 23.06.1997 Г. - 32 с.

2. Постановление Правительства РФ № 613 от 21.08.2000 г. О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

3. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах. Утверждена Минтопэнерго РФ 01.11.1995 г. М., ТрансПресс, 1996 г.- 68 с.

4. Инструкция по определению и возмещению вреда (ущерба), причиненного в результате деградации, загрязнения и захламления земель. М., 2008 г. -46 с.

5. Кузнецов В.В., Ляпин А.А. и др. Сравнительный анализ статистических данных по аварийности на магистральных трубопроводах в России и в Западной Европе. Нефть, газ и бизнес том 1-2, М., 2016 г., с.49.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА РАДИАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ЛУГАНЩИНЫ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.И. Верех-Белюсова

*Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Луганской Народной Республики
«Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко»*

Аннотация. В данной работе выполнена оценка по радиационным показателям перспектив использования отвальных пород угольных шахт Донбасса в строительном производстве. По результатам гамма-спектрометрического анализа определена удельная эффективная активность естественных радионуклидов в породных отвалах пяти угольных предприятий Луганщины. Показано, что отработанная отвальная порода по радиационным характеристикам может без ограничений использоваться в жилищном строительстве.

Ключевые слова: *террикон, отвальная порода, уран, радионуклиды, радон, ограждающие конструкции, строительные материалы, удельная эффективная активность.*

RESEARCH AND ESTIMATION OF RADIATION INDICATORS OF BREED DEPOSITS IN COAL MINE OF LUGANSHINKA AS RAW MATERIALS FOR CONSTRUCTION MATERIALS

E.I. Verekh-Belousova

State educational institution of higher professional education of the Lugansk People's Republic "Lugansk National University named after Taras Shevchenko"

Summary. In this work, an assessment was made on the radiation indices of the prospects for the use of dump rocks of the Donbas coal mines in the construction industry. According to the results of gamma-spectrometric analysis, the specific effective activity of natural radionuclides in the waste dumps of five coal enterprises of the Luhansk region was determined. It is shown that the waste waste rock by its radiation characteristics can be used without restrictions in residential construction.

Keywords: *heap, waste rock, uranium, radionuclides, radon, enclosing structures, building materials, specific effective activity.*

За более чем 250 лет добычи угля на территории Луганщины накопилось 556 породных отвалов и терриконов, которые крайне негативно влияют на окружающую среду, загрязняя ее токсичными химическими веществами, газами и пылью. Кроме того, такие крупнотоннажные отходы занимают значительные территории ценных сельскохозяйственных угодий, делая их непригодными для использования. Поэтому на сегодняшний день очень важно не просто изучать эту проблему, а исследовать и предложить возможные пути ее решения.

Одним из направлений уменьшения негативного воздействия отвальной породы на окружающую среду является ее переработка. И особенно это актуально для угледобывающих регионов Донбасса, одним из которых является Луганщина. С середины 20 века в мире проблеме переработке и вопросам утилизации отходов добычи угля уделялось большое внимание. Среди отечественных исследователей можно выделить В.Н. Бурмистрова, Ю.В. Иткина, В.М. Ратынского, В.Р. Клер, М.Я. Шпирта, Б.Ф. Нифантова, Л. Г. Зубову и др. В зарубежных странах решением данного вопроса занимаются D. Leinenger, E.Raask, A.K.M. Rainbow, I. Twardowska и другие ученые.

Исследователи в большинстве случаев предлагают отходы добычи и обогащения угля использовать для производства различных строительных материалов [1-3].

Из отраслей – потребителей промышленных отходов, являющихся побочными продуктами различных производств, наиболее емкой является производство строительных материалов. Учитывая, что затраты на материальные ресурсы в сметной стоимости производства большинства строительных материалов составляют более 55 %, можно утверждать, что применение промышленных минеральных отходов – это один из путей повышения эффективности производства строительных материалов и улучшения качества окружающей среды [4].

Складируемая отвальная порода угольных шахт является единым сложным механизмом химического и биохимического превращения веществ и основную роль в таких превращениях играет серная кислота, образованная в результате окисления серы в сульфидсодержащих породах, в результате чего в окружающую среду выделяется большое количество опасных химических веществ и в т.ч. радионуклидов.

Угли Донбасса и вмещающие угольные породы содержат уран. Наиболее богаты им породы, содержащие серу в виде пирита. При изучении состава природных радионуклидов в работе [5] выявлены ^{40}K и ^{226}Ra , однако их содержание не превышает установленных нормативов.

Наличие указанных радионуклидов объясняется тем, что при выветривании сульфидсодержащих пород (пирита) которое сопровождается повышением температуры, серная кислота, образующаяся при окислении пирита, переводит первичные урановые минералы в подвижную форму (растворы). По данным работы [6] экспозиционная доза гамма-излучений отвальной породы колеблется от 17 до 33 мкР/ч, плотность потока бета-частиц – от 334 до 501 (с·м²)⁻¹, удельная активность $A \cdot 10^8$ – от 7 до 10 Ки/кг. Альфа-активность, как пород, так и

почв, прилегающих к терриконам, находится на одном уровне с фоном, а удельная гамма-активность превышает фоновое значение, но не превышает допустимого уровня.

Поэтому, по нашему мнению, один из наиболее доступных путей решения экологической проблемы складирования отвальной породы и ее негативного воздействия отвальной породы на окружающую среду является ее использование в строительстве.

Однако не каждый природный материал может быть использован в строительном производстве. Дело в том, что современный человек проводит в зданиях не менее 7 000 часов в год, где и получает около 80% годовой индивидуальной дозы облучения [7]. Поэтому сырье для производства строительных материалов должно соответствовать критериям радиационной безопасности.

Радиационный фон помещений формируется содержащимися в материалах ограждающих конструкций здания естественными радионуклидами (ЕРН) и радоном, поступающим из грунтового основания здания и выделяющимся из ограждающих конструкций. В помещениях нижнего этажа почвенный радон обеспечивает до 90% дозы облучения, тогда как на остальных этажах уровень облучения человека практически полностью определяется радиационными характеристиками строительных материалов.

Величина облучения человека в зданиях является регулируемой и может быть существенно снижена за счет использования строительных материалов с низким содержанием ЕРН и рационального проектирования заглубленной части здания. С целью обеспечения радиационной безопасности населения санитарным законодательством РФ нормируется предельно допустимый уровень внутреннего и внешнего облучения.

Гамма-излучение материалов ограждающих конструкций практически неизменно во времени и равномерно по объему помещения, его интенсивность определяется средней по массе удельной эффективной активностью ЕРН в стройматериалах $A_{эфф}$:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,09A_K, \quad (1)$$

где A_{Ra} , A_{Th} и A_K – удельные активности радия-226, тория-232 и калия-40, соответственно, Бк/кг.

По величине удельной активности строительные материалы и сырье для их производства разделены на 4 класса [8]:

- I класс ($A_{эфф} < 370$ Бк/кг) – материалы, используемые в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях;

- II класс ($A_{эфф} < 740$ Бк/кг) – материалы, используемые в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (II класс);

- III класс ($A_{эфф} < 1\,500$ Бк/кг) – материалы, используемые в дорожном строительстве вне населенных пунктов;

- IV класс ($1500 < A_{эфф} < 4\,000$ Бк/кг) – вопрос об использовании материалов решается в каждом случае отдельно по согласованию с федеральным орга-

ном Госсанэпиднадзора. При $A_{эфф} > 4\ 000$ Бк/кг материалы не должны использоваться в строительстве.

Кроме ЕРН в сырье для строительным материалов возможно присутствие долгоживущего техногенного радионуклида цезия-137 (период полураспада $T_{1/2} = 30$ лет), попавшего в Биосферу в результате аварии на Чернобыльской АЭС и с выбросами предприятий ядерно-топливного цикла. Неограниченное использование твердых материалов допускается при удельной активности в них ^{137}Cs не более 100 Бк/кг [9].

С целью оценки возможности использования отвалов угольных предприятий в качестве сырья для производства строительных материалов был произведен отбор проб отвальной породы 5 угольных предприятий Донбасса: шахты «Черкасская» (г. Зимогорье), шахты «Мащинская» (г. Лутугино), шахты «Луганская» (г. Луганск), шахты «Максимовская» (г. Стаханов) и шахты «имени Ильича» (г. Стаханов).

Из отвалов шахты Черкасская, находящихся в г. Зимогорье, были отобраны две пробы: перегоревшая порода, находящаяся в отвале более 30 лет и углистый аргиллит, который в ряде стран используется в производстве строительных материалов.

Измерение удельной эффективной активности отобранных образцов выполнялось в лаборатории радиационной безопасности в строительстве НИИ Строительной физики РААСН на стационарной гамма-спектрометрической установке СГС-200М с заявленной погрешностью не более 30%. Из образцов каждого отвала (террикона) формировалось три пробы, которые помещались в герметичные цилиндрические емкости объемом $0,15\ \text{дм}^3$, перед измерением каждая проба взвешивалась с точностью до $0,1$ г. Обработка спектров производилась программным комплексом «Прогресс» с использованием алгоритмов, утвержденных Госстандартом. Результаты измерений, усредненные по трем пробам, представлены в табл. 1.

Удельная активность техногенного цезия ^{137}Cs крайне мала и не выходит за пределы статистической погрешности измерений, что не позволяет говорить о его присутствии в исследуемых образцах. Это можно объяснить относительной удаленностью предприятий топливно-ядерного цикла и отсутствием на территории Луганской области следов постчернобыльского радиоактивного загрязнения.

Исследования показали, что все отвальные породы могут без ограничения использоваться при производстве материалов для жилищного строительства, поскольку величина их удельной эффективной активности не превышает 370 Бк/кг.

Годовая эффективная эквивалентная доза внешнего облучения определяется по формуле [10]:

$$\dot{I}_{\text{эфф}} = 4,74 \cdot \dot{A}_{\text{эфф}} . \quad (2)$$

Таблица 1

Результаты гамма-спектрометрического анализа образцов отвальной породы
угольных предприятий

№ п/п	Место отбора пробы	A _{Ra-226} , Бк/кг	A _{Th-232} , Бк/кг	A _{K-40} , Бк/кг	A _{Cs-137} , Бк/кг	A _{эфф.} , Бк/кг
1	Перегоревший отвал шахты «Черкасская» (г. Зимогорье)	44,4	46,7	528,8	0,7	152,7
2	Аргиллит из отвала шахты «Черкасская» (г. Зимогорье)	56,1	68,3	813	0,5	218,1
3	Отвал шахты «Машинская»	9,3	3,3	13,5	0,9	14,8
4	Отвал шахты «Луганская»	51,2	22,7	41,6	3,0	84,5
5	Перегоревший отвал шахты «Максимовская» (г. Стаханов)	29,7	29,2	306,7	0,9	95,3
6	Отвал шахты «им. Ильича» (г. Стаханов)	44,8	43,9	395,1	1,5	137,4

При изготовлении ограждающих конструкций из материалов, представленных в таблице 1 она находилась бы в интервале:

$$N_{внеш} = 4,74 \cdot (14,8 \dots 218,1) = (70,2 \dots 1034) \text{ мкЗв/год} = (0,07 \dots 1,03) \text{ мЗв/год},$$

что является приемлемым уровнем облучения.

Представленные выше исследования позволяют сделать вывод о том, что одним из направлений уменьшения негативного воздействия отвальной породы на окружающую среду является ее переработка. Наиболее доступный, по нашему мнению, путь решения экологической проблемы складирования отвальной породы и ее негативного воздействия на окружающую среду является использование ее в строительстве. Проведенный гамма-спектрометрический анализ показал, что исследуемые отвальные породы с достаточно большим запасом относятся к I классу по удельной активности, то есть без ограничений могут использоваться в жилищном строительстве. Так, отвальная порода шахт «Машинская», «Луганская» и «Максимовская» относится к 1 классу удельной активности строительных материалов и сырья для их производства и может безопасно использоваться для производства кирпича, керамзита и др. материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях; отвальная порода шахт «Черкасская» и «им. Ильича» относится ко 2 классу и может безопасно использоваться производства материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений.

Список литературы

1. Баталин Б.С. Строительная керамика из терриконников Кизеловского угольного бассейна / Б.С. Баталин, Т.А.Белозерова, М.Ф. Гайдай // Стекло и керамика. 2014. № 3. С. 8–10.
2. Смирнова Т.С. Минирально-сырьевые ресурсы России и мировой опыт природопользования / Т.С. Смирнова, Л.М. Вахидова, Ш.Н. Мирабидинов, С.А.

Молотов // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2013. № 7. С. 7 – 17.

3. Уваров Д. Р. Исследование возможностей производства глинозема из техногенных материалов / Д. Р. Уваров, М. И. Биломеря // Сб. матер. Международ. конф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». Том 1. Донецк: Изд-во ДонНТУ, 2005. С.95 – 96.

4. Бабак Н.А. Геоэкологический резерв промышленных минеральных отходов / Н.А. Бабак, Л.Л. Масленикова // Безопасность жизнедеятельности. 2018. №10 (214). С. 57 – 64.

5. Зубова Л.Г. Радиоактивность отвалов угольных шахт Донбасса /Л.Г. Зубова, С.Г. Воробьев, В.А. Гречка, А.А. Зубов // Вестник Восточноукраинского нац. унив-та им. В. Даля. 2014. №6 (213). Ч.2. С. 166 – 172.

6. Зубова Л.Г. Оценка радиоактивности породных отвалов угольных шахт ПАО «Лисичанскуголь» / Л.Г. Зубова, А.Р. Зубов // Уголь Украины. № 4-5 (712-713). 2016. С. 59 – 66.

7. Назиров Р.А. Снижение естественной радиоактивности цементных бетонов / Р.А. Назиров, Е.В. Пересыпкин, И.В. Тарасов, В.И. Верещагин // Известия высших учебных заведений. Строительство, 2007. № 1. С. 45-49.

8. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): (Ионизирующее излучение, радиационная безопасность СП 2.6.1.2523-09): зарегистрирован 14 августа 2009 г. Регистрационный № 14534. М.: Минюст России, 2009. 225 с.

9. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): (Ионизирующее излучение, радиационная безопасность СП 2.6.1. 2612-10): зарегистрирован 11 августа 2010 г. Регистрационный № 18115. М.: Минюст России, 2010. 98 с.

10. Крисюк Э. М. Радиационный фон помещений. – М.: Энергоатомиздат, 1989. 120 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО НЕЙТРАЛИЗАТОРА С ПОДАЧЕЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

А.В. Вержиковский, Р.Т. Замалтдинов, Р.П. Якимова

Публичное Акционерное Общество КАМАЗ

Научно - Технический Центр

Аннотация. Цель: Исследование работы каталитического нейтрализатора, с целью снижения выбросов вредных веществ двигателей внутреннего сгорания.

Данная статья посвящается исследованию работы каталитического нейтрализатора в составе двигателя внутреннего сгорания, использующего в качестве моторного топлива природный газ. Рассматриваются вопросы повышения эффективности обработки отработавших газов каталитическим нейтрализатором, с помощью добавочного воздуха.

Ключевые слова: *каталитический нейтрализатор, выбросы вредных веществ, двигатель внутреннего сгорания.*

CATALYTIC CONVERTER'S USE WITH THE ADDITIONAL AIR SUPPLY TO REDUCE EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES

A.V. Verzhikovskiy R.T. Zamaltdinov, R.P. Yakimova

KAMAZ Publicly Traded Company

Science and Technology Center

Annotation. Goal: Catalytic converter research, reduce emission of harmful substances of internal combustion engines.

This article explores the work of a catalytic converter in an internal combustion engine that uses natural gas as a motor fuel. The article discusses the issues of increasing the efficiency of processing exhaust gases with a catalytic converter, using additional air.

Keywords: *catalytic converter, emissions of harmful substances, internal combustion engine.*

В настоящее время к двигателям использующим в качестве моторного топлива природный газ постоянно ужесточаются требования в части увеличения ресурса, мощностных показателей, улучшения топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов. Для достижения экологического класса автомобиля и двигателя до уровня Евро-4 и Евро-5, необходимо обеспечивать эффективную обработку отработавших газов. Для выполнения этих условий в газомоторной технике производства ПАО КАМАЗ находят применение каталитические нейтрализаторы различных типов[1]. Принцип их работы основан на химических реакциях окисления углеводородов (СН), угарного газа (СО) и восстановления оксидов азота (NO_x), что обеспечивается содержанием в нем активных веществ - драгоценных металлов Платины, Палладия, Родия. Важным фактором, влияющим на работу каталитического нейтрализатора также является температура внутри каталитического блока при которой протекают окислительно-восстановительные реакции, она не должна быть ниже или выше установленных пределов.

В НТЦ ПАО КАМАЗ изготовлена и испытана опытная установка, позволяющая проводить исследовательские работы связанные с увеличением эффективности работы каталитических нейтрализаторов[2].

Установка включала в себя два последовательно соединенных каталитических нейтрализатора (7, 8) (рис. 1) содержащих восстановительный и окислительный блоки (9, 10), датчики температуры и оксидов азота на входе (11) в установку (1, 2), после первого нейтрализатора устанавливался пробоотборник газоаналитической установки, и датчик температуры (3, 4), на выходе (12) также устанавливался пробоотборник газоаналитической установки и датчик температуры (5, 6), установленная измерительная аппаратура позволяет рассмотреть процесс работы каталитических блоков на различных режимах работы двигателя.

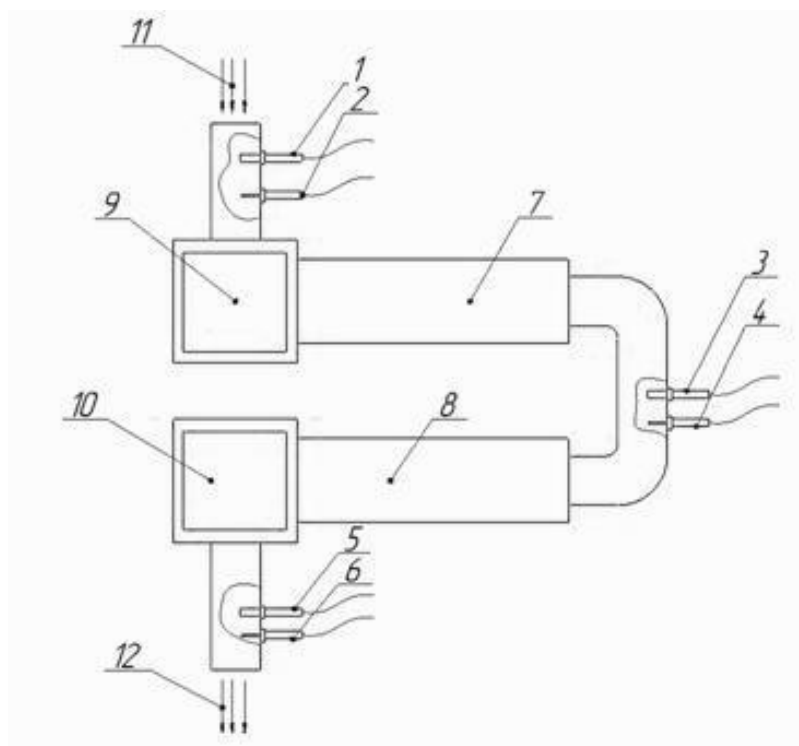


Рис. 1. Установка для проведения исследовательских работ

В результате проведенных работ, выяснилось, что после реакции восстановления в первом каталитическом блоке остается некоторое количество углеводородов и угарного газа, а для проведения реакции окисления во втором каталитическом блоке недостаточно кислорода. Для решения проблемы к окислительному каталитическому блоку был подведен воздух из системы наддува двигателя, такое решение позволило только частично устранить проблему, так как при подводе дополнительного воздуха снижается температура отработавших газов и окислительная реакция не происходит в полном объеме.

Чтобы решить данную задачу было разработано устройство - каталитический нейтрализатор с подводом дополнительного воздуха. Устройство работает следующим образом. Отработавшие газы из двигателя по выпускной системе через патрубок 4 подвода отработавших газов попадают в каталитический блок 6 первичной обработки, где происходит окислительно-восстановительная реакция направленная на снижение оксидов азота для предварительного снижения токсичности отработавших газов. Далее отработавшие газы попадают в смеситель 8 для изменения параметров потока и смешивания с подогретым во внутренних полостях каталитического нейтрализатора воздухом, поступающего через подводящий штуцер 9. Источником воздуха может быть любое внешнее устройство позволяющее получать его под давлением. Необходимым условием работы каталитического блока 7 вторичной обработки является наличие окислителя, при этом самым доступным является кислород атмосферного воздуха. После смесителя 8 смешанный поток попадает в каталитический блок 7 вторичной обработки, где происходит реакция окисления углеводородов для последующего снижения токсичности отработавших газов. Для оптимального

протекания реакции необходимо чтобы подводимый в устройство воздух имел температуру близкую к температуре отработавших газов, т.е. воздух должен быть предварительно подготовлен перед подводом в смеситель 8. С этой целью воздух после направления в каталитический нейтрализатор через подводящий штуцер 9 проходит через специально организованные внутренние полости между каталитическими блоками и внешним корпусом 1 каталитического нейтрализатора[3]. После взаимодействия смеси отработавших газов с воздухом в каталитическом блоке 7 вторичной обработки, нейтрализованные отработавшие газы удаляются через отводящий патрубок 5 в систему выпуска автомобиля. Датчик 10 обратной связи позволяет поддерживать оптимальность процесса нейтрализации в каталитическом блоке 7 вторичной обработки отработавших газов (рис. 2).

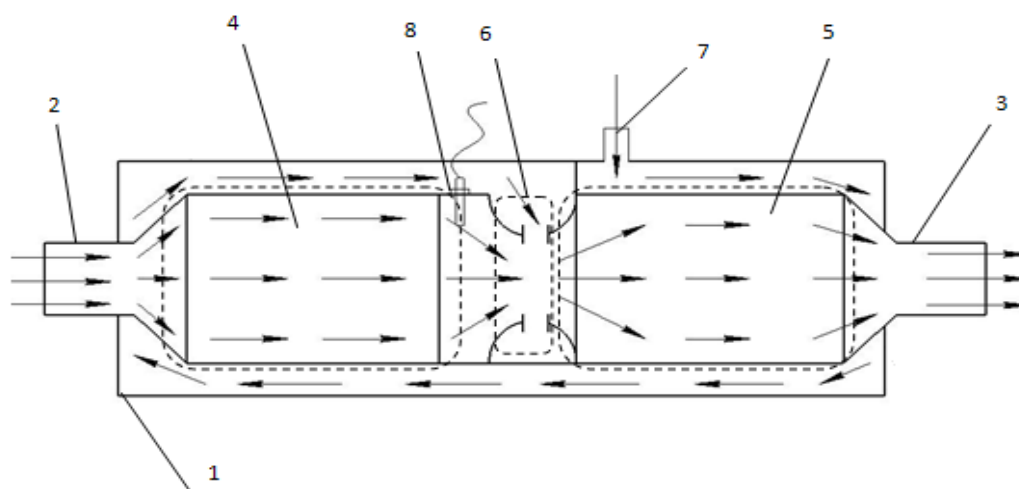


Рис. 2. Состав и принципиальная схема каталитического нейтрализатора с подводом дополнительного воздуха:

1 - корпус, 2 - входной патрубок, 3 - выходной патрубок, 4 - каталитический блок первичной обработки, 5 - каталитический блок вторичной обработки, 6 - смеситель, 7 - подводящий штуцер дополнительного воздуха для воздействия на отработавшие газы, 8 - датчик кислорода после каталитического блока первичной обработки, связанный с системой управления двигателем.

Использование каталитического нейтрализатора с подводом дополнительного воздуха позволяет достичь экологического класса автомобиля и двигателя до уровня Евро-5 и Евро-6, без внесения изменений в конструкцию двигателя. Помимо этого наличие дополнительного внешнего корпуса двух каталитических блоков и воздушной прослойки между ними способствует повышению пожарной безопасности узла нейтрализации отработавших газов.

В настоящее время подана заявка на полезную модель разработанного устройства и готовятся его испытания.

Список литературы

1. Кучев С.М. Повышение экологических показателей качества двигателей КАМАЗ путём исследований выбросов вредных веществ с отработавшими газами / И.Ф. Гумеров, Р.Х. Хафизов, Е.Р. Борисенков, С.М. Кучев, В.В. Румянцев // Журнал ААИ. – 2013. - №1(78). - С.13 – 15.

2. Кучев С.М. Результаты исследовательских работ по выбору способа нейтрализации отработавших газов и по созданию системы нейтрализации отработавших газов двигателя КАМАЗ Евро – 5 / И.Ф. Гумеров, Д.Х. Валеев, Р.Х. Хафизов, С.М. Кучев, Р.Д. Гарипов, Н.А. Гатауллин // Материалы VI международной научно – практической конференции «Автомобиль и техносфера», 15 – 17 июня 2011г. Казань: ЗАО «Мир без границ», 2011. - 342 с.

3. Кучев С.М. Исследование возможности снижения выбросов вредных веществ с отработавшими газами на базе двигателя КАМАЗ размерности D/S = 120/130 мм / Н.А. Гатауллин, Р.Х. Хафизов, Н.М. Исхаков, С.М. Кучев // Материалы научно - технической конференции, посвящённой 30 -летию ОАО ЯЗДА, 6 - 7 февраля 2002. - С. 34 - 36.

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВОГО ШЛАМА

А.С. Власов, К.Г. Пугин

*Пермский Национальный Исследовательский Политехнический Университет
Пермский Государственный Аграрно-Технологический Университет имени
академика Д.Н. Прянишникова*

Аннотация. В статье описывается одна из мировых экологических проблем – размещение бурового шлама в окружающей среде. Показано вредное воздействие на окружающую среду в результате взаимодействия бурового шлама с природными экосистемами. Представлены методы обращения с буровыми шламами.

Ключевые слова: буровой шлам, вредное воздействие, окружающая среда, утилизация, переработка, минимизация, обезвреживание.

THE PROBLEMS OF UTILIZATION OF DRILL CUTTINGS

A.S. Vlasov, K.G. Pugin

*Perm National Research Polytechnic University
Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov*

Abstract. The article describes one of the world's environmental problems - placement of drill cuttings in the environment. The harmful effects on the environment as a result of the interaction of drill cuttings with natural ecosystems are shown. Presents methods for handling drill cuttings.

Keywords: drill cuttings, harmful effects, environment, utilization, processing, minimization, neutralization.

Актуальность проблемы. При бурении скважин образуется большое количество бурового шлама, который в настоящее время является источником значительного загрязнения не только в нашей стране, но и во всем мире, поскольку вместе с увеличением потребностей человека постоянно разведываются новые месторождения газа и нефти.

Бурение эксплуатационных и разведочных скважин приводит к наиболее интенсивным изменениям природных экосистем в районе месторождения. При

разработке скважин нередко происходит активизация опасных природных геодинамических явлений [1]. Ежегодно образуется около 300 тысяч тонн [2].

Буровой шлам представляет собой водную суспензию, твёрдая часть которой состоит из продуктов разрушения горных пород забоя и стенок скважины, продуктов истирания бурового снаряда и обсадных труб, глинистых минералов (при промывке глинистым раствором). Минералогический состав бурового шлама зависит от литологического состава разбуриваемых пород и может существенно изменяться по мере углубления скважины. Гранулометрический состав бурового шлама определяется типом и диаметром породоразрушающего инструмента, механическими свойствами породы, режимом бурения, свойствами промывочной жидкости и изменяется в широких пределах. Брутто-состав бурового шлама: выбуренная порода - 75-85%; органические вещества - 5-10%; водорастворимые соли - 5-10%; утяжелители и бентониты - 5-10%.

На примере объектов ПАО «Оренбургнефть» были исследованы минеральные и химические свойства бурового шлама [3]. Химический и минералогический составы минеральной составляющей исследуемого бурового шлама приведены в табл.1, 2:

Таблица 1

Химический состав проб минеральной составляющей бурового шлама

Наименование	Химический состав, сухого вещества, %								
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	Al ₂ O ₃	п.п.п	Σ
Буровой шлам месторождений ПАО «Оренбургнефть»	23,8 4	10,8	21,28	2,28	1,81	10,83	3,72	29,24	100,0

Таблица 2

Минералогический состав минеральной части бурового шлама

Наименование	Минеральный состав, содержание, % масс.				
	Кварц	Кальцит	Доломит	Полевой шпат	Гидрослюда
Буровой шлам месторождений ПАО «Оренбургнефть»	24,3	17,39	6,86	25,32	18,56

Буровые шламы относятся к IV классу опасности. Опасность представляют токсичные вещества, добавляемые в буровой раствор в виде разных химических реагентов. Реагенты нужны, чтобы понизить водоотдачу пласта, снизить вязкость раствора, обеспечить способность термостабилизации. Также добавляют пеногасители, ингибиторы, поглотители сероводорода, стабилизаторы. Таким образом, совокупность этих веществ представляет большую опасность для окружающей среды.

Одной из основных проблем является высокая стоимость установок, замедляющая ход развития утилизации буровых шламов.

В настоящее время ответственность за утилизацией буровых шламов лежит на самих нефтегазодобывающих компаниях. Также существуют специализированные предприятия, занимающиеся утилизацией буровых шламов. У добывающих компаний имеются собственные нормативные документы, регулирующие обращение с буровыми шламами, которые представляются в виде стандартов организации, нормативов образования, собственных технологических решениях утилизации отходов производства при бурении. При этом суть основной проблемы, касающейся утилизации отходов бурения в России, заключается в том, что директора подавляющего числа компаний, занимающихся добычей полезных ископаемых, не хотят тратить денежные средства на осуществление безопасной утилизации шламов. В результате не обезвреженные буровые отходы отправляются на хранение в амбары, после чего из них откачивается водная смесь углеводородных соединений. Оставшиеся шламы заливаются бетоном и засыпаются грунтом. В результате образуется большое количество захоронений, в составе которых содержатся углеводороды нефти, токсичные соединения, металлы и т.д. С ростом числа установок бурения осуществляется постоянное загрязнение масштабных земельных участков, что негативно влияет на состояние окружающей среды.

Воздействие на окружающую среду. Буровые шламы оказывают комплексное негативное влияние на человека и природные экосистемы, связанное по большей мере с их токсичностью [4,5].

Негативное воздействие буровых шламов приводит к целому ряду последствий:

- токсикологическое воздействие на человека и природные экосистемы;
- нарушение продукционных и деструкционных процессов в экосистемах;
- уменьшение продолжительности жизни и гибели особей;
- полное исчезновение некоторых видов;
- появление различных патологий в организмах рыб и беспозвоночных;
- накопление нефтяных углеводородов в органах животных и тканях растений;
- снижение репродуктивности;
- изменение физико-химических параметров воды – кислотности, солёности, электропроводности, окисляемости;
- загрязнение водоемов тяжелыми металлами: ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, цинк и др.;
- накопление в воде нефти, низкомолекулярных углеводородов, высокотоксичных, мутагенных и канцерогенных полиароматических углеводородов и органических кислот;
- физическое воздействия на донные организмы;
- нарушение экологического равновесия в почвах;
- нарушение температурного режима вод;
- деградация растительного покрова;
- деструкция почв;

– повышение мутности воды и ухудшение водной среды обитания.

Нефть и ее фракции считаются главным токсическим агентом в составе буровых шламов, которые собираются в процессе бурения при контакте с сырой нефтью.

При попадании нефтепродуктов в водоем, происходит нарушение азотного баланса донных почв, и затем нарушается питание корневой системы водяных растений. Это влияет на жизнь всех живых существ и микроорганизмов местной экосистемы.

В нашей стране ситуация осложняется еще и сложными географическими условиями: из-за большого количества болот и плохих дорог качество проведения природоохранных мероприятий снижается. На разных месторождениях у каждого предприятия наблюдается свой состав буровых отходов, часто в буровой шламовый амбар попадают посторонние отходы: древесина, металлолом, различные химические жидкости, а так же нефть. Поэтому приходится подстраивать технологию и подготавливать буровой шлам к переработке в индивидуальном порядке, что может быть сложно для некоторых компаний. Кроме того, предпочтение отдается более дешевым технологиям с низкими удельными затратами на единицу веса бурового отхода.

Пути решения. В общих чертах решения данной проблемы базируется на внедрении технологий использования ресурсного потенциала и снижения опасности шлама.

При решении проблемы по утилизации бурового шлама, немаловажное значение имеет их разделение по классам в соответствии, с количественными и качественными характеристиками.

Со стороны государственной поддержки возможно принятие нормативно-правовых актов в виде комплекса мер:

1. Ужесточение санкций за нарушения безопасной технологии утилизации отходов бурения.

2. Ввод различных экономических стимулов, льгот на внедрение в работу добывающих предприятий модернизированных технологичных решений для переработки и обезвреживания бурового шлама и последующего применения в качестве сырья в различных отраслях промышленности.

Возможно получить экономическую выгоду от переработки буровых отходов как перерабатывающим компаниям, так и добывающим. Перерабатывающие компании могут производить новые материалы на основе буровых шламов с целью их дальнейшей продажи. Для добывающих компаний экономическая выгода от переработки шлама заключается в том, что не нужно размещать буровой шлам в амбарах и платить штрафы в больших размерах за нанесенный ущерб окружающей среде.

Как показывает мировой опыт, методы обращения с буровыми шламами заключаются в трех основных направлениях: **захоронение, обезвреживание и утилизация буровых шламов.**

Чаще всего на практике используется **метод захоронения** буровых шламов в специальные шламовые амбары. Чтобы захоронить буровые шламы, необхо-

димо строительство шламового амбара, при котором вырубаются деревья, кустарники, разрушается надпочвенный покров. Активно нарушается целостность местной природной экосистемы, поэтому нужны другие альтернативные методы утилизации для обеспечения экологической безопасности.

К захоронению можно отнести известный способ закачки отходов в подземные пласты [6]. Закачка отходов в пласт – это экономически-выгодный, надежный и безопасный метод утилизации отходов бурения. Метод позволяет минимизировать затраты и выбросы с высоким содержанием углерод. Закачивая отход в пласт, заполняется пустота недр, таким образом усиливается стабильность структуры земной поверхности.

Метод заключается в сборе отходов бурения, таких как буровой шлам, отработанные буровые растворы и буровые сточные воды. Происходит перемешивание отходов в однородную пульпу, и затем готовая смесь закачивается под давлением, путем создания гидравлических трещин, в предварительно выбранный пласт для безопасного размещения отходов.

Также известны способы **обезвреживания** буровых шламов. Перед непосредственной утилизацией буровых отработок необходимо их обезвредить. В промышленной экологии освещены несколько способов обезвреживания бурового шлама [7]:

1. Термический способ. Процесс происходит в специальных установках – печах (или в амбарах) в условиях высоких температурных значений. В результате горения образуется продукт, который может быть использован в дальнейшем для изготовления битума.

2. Физический способ. Методами центрифугирования и флокуляции производят разделение жидкости от твердой части отходов, после чего каждая из выделенных фракций отдельно друг от друга утилизируется.

3. Химический способ. Основан на проведении экстракции из отходов чистых пород путем добавления в шлам растворителей, а затем отвердителей, в состав которых могут входить глина, цемент, смолы, полиуретан и т.д.

4. Физико-химический способ. Заключается в обработке отходов химическими веществами, которые вызывают изменения их свойств, и последующей переработке шламов с использованием определенных установок.

5. Биологический способ. Суть способа состоит в разложении отходов специальными микроорганизмами, которые производят обезвреживание отработок путем извлечения из них веществ для поддержания собственной жизнедеятельности. Обезвреживание таким способом производится на непосредственных местах загрязнения буровыми отработками.

После процесса обезвреживания буровые шламы могут направляться на захоронение или переработку.

При утилизации и переработке возможно комбинирование разных способов обезвреживания буровых отходов.

Эффективной технологией утилизации буровых отработок является их солидификация. Метод заключается в смешивании очищенного бурового шлама со специальными сорбентами и цементом. Сорбент связывает токсичные со-

единения, которые после добавления цементной массы переходят в форму, нерастворимую при любых погодных условиях. Таким образом обезвреженный продукт применим в изготовлении материалов для строительства.

Жидкая фаза раствора, после дополнительной обработки повторно применяется при бурении.

Утилизация шлама может вестись в нескольких направлениях. Отечественными и зарубежными учеными были проведены многие опыты по возможности переработки шлама. Исходя из научных работ, посвященных данной проблеме можно заключить, что из отходов бурения возможно получить:

- тротуарную плитку;
- бордюрные ограждения;
- бетонные смеси;
- компоненты для автодорожного покрытия;
- шлакоблоки, использующиеся в строительстве подсобных помещений;
- органоминеральные смеси, использующиеся в строительстве;
- почвенно-аграрные смеси для применения в сельскохозяйственных целях;
- керамический кирпич и др.

Заключение.

Таким образом возникновение бурового шлама является общенациональной экологической проблемой, требующей комплексного подхода в решении. Основной проблемой считается нежелание добывающих компаний тратить денежные средства на правильное обращение с буровыми шламами, а также отсутствие нормативно-правовых актов по стимулированию и регулированию обращения с такими отходами.

Разработаны и практикуются различные способы захоронения, обезвреживания и утилизации бурового шлама. Но вместе с тем не существует единого унифицированного способа обращения с буровыми шламами.

Прогрессивным и экономически выгодным способом утилизации буровых шламов является получение на их основе экологически чистой вторичной продукции, которая может применяться для различных сфер производства.

Список литературы

1. Хаустов А.П. Охрана окружающей среды при добыче нефти / А.П. Хаустов, М.М. Редина. М.: Дело, 2006. 552 с.
2. Семенова И.В. Промышленная экология / И.В. Семенова. М.: Академия, 2009. 528 с.
3. Дубинецкий В.В. Буровой шлам как источник сырья для производства строительной керамики пластического формования / В.В. Дубинецкий // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4.
4. Васильев А.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке / А.В. Васильев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. № 5. С. 308-313.

5. Kujawska J. Potential influence of drill cuttings landfill on groundwater quality-comparison of leaching tests results and groundwater composition / J. Kujawska // Desalination and Water Treatment. Volume 2015. P. 1409-1419.

6. Хамидуллина Г.А. Применение технологии инъекции при утилизации буровых отходов с учетом геомеханической модели пласта / Г.А. Хамидуллина // Вестник молодого ученого УГНТУ. 2016. № 1. С. 10-14.

7. Мустаева А.И. Утилизация буровых отходов / А.И. Мустаева // World Science: Problems and Innovations. С. 107-110.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ НА ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ Г. НОВОСИБИРСКА

А.П. Высоких

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Аннотация. Современный город – это сложная, динамичная система, особенностью которой является то, что она становится ощутимым фактором воздействия на экологию. В данной статье рассмотрены экологические проблемы города Новосибирск и способы их разрешения путём восстановления озелененных пространств.

Ключевые слова: экология, озелененные пространства, воздействия, загрязнения, восстановление.

PROBLEMS OF ECOLOGICAL EQUILIBRIUM AT THE STAGE OF DE- VELOPMENT IN NOVOSIBIRSK

A.P. Visokikh

*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering
(Sibstrin)*

Abstract. The modern city is a complex, dynamic system, a feature of which is that it becomes a tangible effect on the environment. This article discusses the environmental problems of the city and their resolution by restoring green spaces.

Keywords: ecology, green spaces, impacts, pollution, restoration.

Новосибирск – динамично развивающийся мегаполис, но в условиях плотной застройки наблюдается снижение экологических показателей, что в первую очередь связано с уменьшением озеленения на территории города. Для решения проблем с недостатком озеленения необходимо найти способы восстановления природных ландшафтов и их внедрение в планировку города.

Рост городского населения и уплотнение застройки возводит проблему экологии, а в следствии проблему озеленения в ранг важнейших. Развитие города приводит к сокращению количества зеленых насаждений, чистого воздуха, воды и других природных ресурсов.

Состояние экологии в Новосибирске неоднозначно. С одной стороны, в самом Новосибирске и пригородах сохранились естественные лесные массивы, плюс к этому такие рекреационные ресурсы как Обское водохранилище, Обь, множество малых рек и озер. С другой стороны, город – крупный промышлен-

ный центр с развитой химической промышленностью, мегаполис, в котором проживает порядка 1,5 млн. жителей, что негативным образом сказывается на экологической ситуации [1].

Водные ресурсы Новосибирска оставляют желать лучшего. В настоящее время малые реки города Новосибирска используются для сбора поверхностных стоков без их соответствующей очистки, отвода сточных вод предприятий и населения, а также рекреации. Существуют несанкционированные свалки бытовых отходов, крупногабаритного мусора возле водных объектов. Основными источниками загрязнения также являются продукты эрозии берегов, повреждение береговой растительности вследствие градостроительства. Как следствие, малые реки подвергаются загрязнению.

Воздух в Новосибирске так же подвергается опасным воздействиям. В городе в настоящий момент действует большое количество предприятий, выбрасывающих в воздух опасные вещества, вот небольшой список самых крупных:

1. НАЗ. (Авиационный завод им. В.П. Чкалова, входит в состав корпорации «Сухой», занимается выпуском боевых самолетов Су-34 и деталей к гражданскому Superjet 100);

2. НЗХК (Новосибирский завод химических концентратов осуществляет выпуск ТВС – ядерного топлива для атомных электростанций);

3. Электроэнергетика Новосибирска представлена ГЭС, ТЭЦ 5, ТЭЦ 4, ТЭЦ 3 и ТЭЦ 2.

4. Металлургический комбинат им. Кузьмина (широкий ассортимент металлопроката);

5. Приборостроительный завод (крупнейшее в России предприятие по производству переносных комплексов наблюдения и разведки);

6. ЭЛСИБ (гидро-, турбогенераторы, электродвигатели);

7. Экран (предприятие – крупнейший производитель стеклотары в регионе);

8. Норинга (самое крупное в государствах СНГ предприятие по разливу бутылированной воды);

Так же немалую роль в загрязнении воздушных масс играет автомобильный транспорт. В среднем, обычный легковой автомобиль ежедневно сжигает около 15 литров топлива. Расходуя эти 15 литров, каждая машина ежедневно выпускает около 9 кг диоксида углерода, а проще говоря, углекислого газа [3]. К слову в Новосибирске количество автомобилей давно превысило 600 тысяч.

Загрязнения почвы в Новосибирске состоит в излишнем радоновом излучении, наблюдается превышение предельно допустимого ПДК взвешенных веществ в Центральном, Железнодорожном, Заельцовском и Калининском районах. Также частично во влияние радонового излучения попадают Ленинский, Октябрьский и Кировский районы. Дополнительно почва страдает от радиационного загрязнения, как например в Пашино, там находится хранилище Химконцентратов. Стоит вопрос о рекультивации земель, в прошлом принадлежавших Оловокомбинату, там в почве находится мышьяк.

Не стоит забывать о автомобилях, в местах образования движения с высокой плотностью происходит серьёзное загрязнение почв бензопиреном, формальдегидом и сажей, что в будущем приводит к заболеваниям раком и инсультам.

Борьба с вышеперечисленными проблемами возможна при восстановлении в городе озеленённых пространств, которых в последнее время всё меньше из-за непонимания их значимости, а также из-за недостаточного контроля застройки территорий.

Значение зелёных насаждений велико и определяется их влиянием на микроклимат окружающей среды. В зонах зеленых насаждений температура зимой повышается, а летом соответственно снижается, так же снижается скорость ветра и увеличивается влажность воздуха, соответственно увеличивается подвижность воздуха, что способствует его движению и очищению. Одной из важнейших функций древесных растений является газообмен и выработка кислорода. Так же одной из важных функций озелененных пространств является рекреационная или по-другому оздоровительная.

Большая часть горожан проводит время на улице, будь то разезды по городу, поход до работы и с неё или просто прогулка. Исходя из этого можно определить, что восстановление зелёных массивов городу пойдет только на пользу.

В пример возьмем удивительный Хай-Лайн парк, разбитый прямо на заброшенной эстакаде старой железнодорожной ветки в районе Челси на Манхэттене.

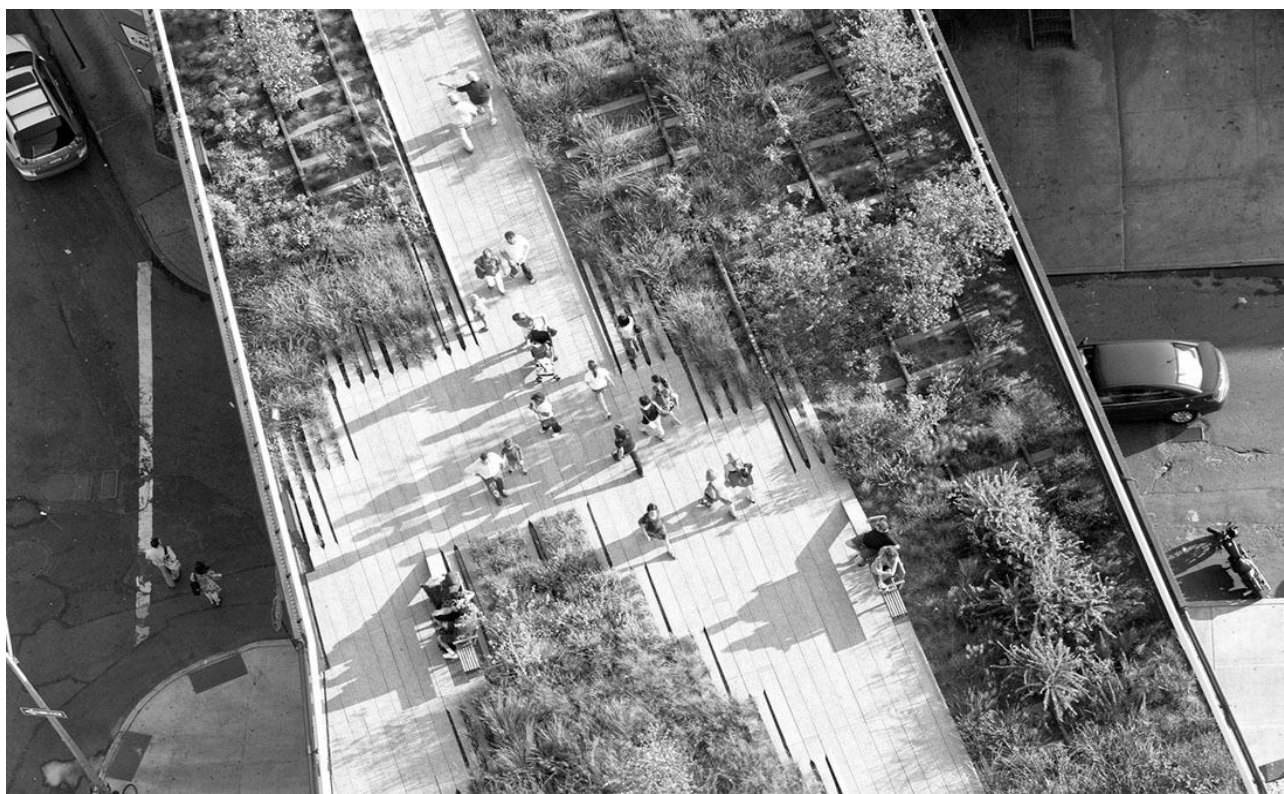


Рис. 1. Парк Хай-Лайн [3]

Там, где находится парк, раньше была железнодорожная ветка, а ещё раньше эта ветка проходила прямо по улице. Из-за этого было зафиксировано множество несчастных случаев с пешеходами, которые не всегда были внимательны. Поэтому было принято решение разделить пешеходный и транспортный потоки и поднять железнодорожные пути на эстакаду.

Но в ходе развития Манхеттена необходимость в рельсовом транспорте на данной территории отпала, и она была на долгие годы заброшена. Идея создать парк на месте железной дороги отнюдь не нова, так, идея переделать Хай-Лайн под общественное пространство появилась благодаря парижскому парку *Coulée Verte* в Париже, который вдохновил американскую общественность. Вся растительность, что сейчас есть в парке, держится на 45 см слое почвы. Рельсовый путь оставили как дань прошлому и как часть ландшафта парка. На данный момент парк ещё не достроен до конца, но перспективы поражают воображение.

Как показывает мировой опыт зеленые насаждения являются органической частью планировочной структуры современного города и выполняют санитарно-гигиенические и декоративно-планировочные функции. С помощью элементов озеленения можно собрать воедино и создать композиционно целое из отдельных зданий. При правильном подборе ассортимента деревьев и кустарников, вьющихся растений, цветов и газона возможно создание различных цветочных гамм, выразительных сочетаний зеленых насаждений по их формам, очертанию, структуре, объему.

Список литературы

1. Государственная программа Новосибирской области «Охрана окружающей среды» на 2015-2020 годы (в ред. постановления Правительства Новосибирской области от 15.10.2015 № 377-п, от 30.12.2015 № 477-п, от 27.09.2016 № 297-п, от 27.12.2016 № 439-п)
2. «Сколько углекислого газа выпускает ежедневно легковой автомобиль?» [Электрон. ресурс]. – URL: <https://ria.ru/eco/20081116/155272524.html>
3. «Как сделать из старой эстакады лучший в мире парк» [Электрон. ресурс]. – URL: <https://varlamov.ru/1206229.html>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В РОССИИ

А.А. Гаспарян

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Аннотация. Данная работа посвящается анализу острых проблем экологии окружающей среды и поискам эффективных путей их решения.

Ключевые слова: экология, законодательство, загрязнение, среда, охрана, контроль.

ECOLOGICAL PROBLEMS IN RUSSIAN

A.A. Gasparyan

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Annotation. This article is devoted to the analysis of the acute ecological problems of the environment. Effective solutions of ecological problems were researched.

Keywords: *ecology, legislation, pollution, environment, protection, control.*

Несмотря на сокращение производства и реализацию нескольких программ охраны окружающей среды, экологическая ситуация в России остается серьезной, в то время как уровень загрязнения окружающей среды по-прежнему высок.

В десятках городов России средний уровень годового загрязнения превышает санитарные нормы. В большинстве водохранилищ качество питьевой воды не соответствует нормативным требованиям. Производительность почвы падает, а эрозия почв растет по всей стране. Лесные полосы, которые защищают поля и потоки, уменьшаются, а редкие виды животных вымирают.

Недостаточная регламентация использования природных ресурсов ведет к деградации целых природных парков и святынь. Экологические проблемы в городских районах также ухудшаются. Растущее обезлесение вызвано лесными пожарами и промышленным загрязнением.

В результате Чернобыльской катастрофы и других утечек радиоактивных материалов многочисленные российские районы страдают от опасного уровня загрязнения. Выведенные из эксплуатации атомные подводные лодки, ракетные системы и ракетное топливо, химические арсеналы и объекты по производству химического оружия представляют собой неприемлемый риск для людей и экологических систем.

Проблема обращения с отходами остается нерешенной. Известны факты импорта опасных отходов из-за рубежа в Россию (включая расщепляющиеся материалы).

С 1986 года ожидаемая продолжительность жизни в России снижается, и по меньшей мере 30% этого снижения можно объяснить экологическими причинами. Россия платит дорогостоящую цену за свои экологические проблемы: ежегодно сотни тысяч россиян умирают от ранней смерти (по оценкам специалистов, ежегодно погибает 350 тысяч человек). Тысячи и тысячи россиян страдают от рака и астмы и других заболеваний, в то время как дети рождаются с врожденными дефектами и диагностируются с нарушением интеллектуального развития и другими заболеваниями, связанными с воздействием загрязнения окружающей среды.

Начиная с 1995 года в России наблюдаются некоторые тенденции в области управления, которые только угрожают охране природных ресурсов. Вот следующие факты:

- государственная атомная инспекция потеряла большую часть своего мандата;

- министерство охраны окружающей среды было понижено до уровня государственного комитета;
- государственная санитарно-эпидемическая инспекция была понижена до статуса департамента в Министерстве здравоохранения;
- официальное упразднение Департамента по охране окружающей среды и использованию природных ресурсов в администрации;
- межведомственная комиссия Совета Безопасности по экологической безопасности практически отсутствует;
- правительственная комиссия по разрешению проблемы радиоактивных отходов была официально упразднена
- правительственная комиссия по охране окружающей среды была распущена.

Финансирование охраны окружающей среды постоянно сокращается, в настоящее время на него приходится лишь 0,8% государственного бюджета. Другие страны тратят 3-4% своих бюджетов, чтобы поддерживать приемлемый уровень качества окружающей среды.

В статье 71 Конституции России говорится, что «создание системы ... создания федеральных органов управления, создания основ для федеральной политики ... в области экологического развития Российской Федерации» входит в компетенцию Российской Федерации, то есть президента.

Однако в статье 72 Конституции России говорится: «Вопросы владения, использования и управления земельными, минеральными, водными и другими видами ресурсов»; также «использование природы, охрана окружающей среды и обеспечение безопасной окружающей среды и существование природных парков» входят в совместное управление и управление Российской Федерацией и ее регионами.

Несмотря на свою серьезную неэффективность, прежняя система государственного управления и управления была основана на современном принципе разделения функции государственного контроля и функции использования и управления природными ресурсами.

Государственный комитет по охране окружающей среды реализовывал четыре государственные природоохранные функции, выходящие за рамки функций агентства:

- экологический контроль;
- экологическая экспертиза;
- мониторинг окружающей среды;
- экологические стандарты, правила и положения.

Упразднение Государственного комитета по охране окружающей среды только создает риск ухудшения экологической ситуации. Экологический контроль, который никогда не был слишком строгим, становится слабым, и это создает больше возможностей для процветания новых опасных «проектов века», которые приносят пользу только небольшим группам предпринимателей.

Когда Россия официально отменила свои природоохранные агентства, новость была встречена с резкой критикой во всем мире (это событие стало на

первой полосе новостей, опубликованное многими ведущими газетами), однако это решение также имеет экономические последствия. В июньском номере журнала «Экономист», одного из ведущих экономических журналов, была опубликована статья, отражающая отмену Государственного комитета по охране окружающей среды. Подобные статьи негативно сказываются на привлечении инвесторов.

Существует острая необходимость бороться с опасной тенденцией к снижению экономических проблем в правительственной администрации и управлении и поддерживать тенденцию, которая больше ориентирована на экологические проблемы. Для этого необходимо разработать и принять основополагающие принципы федеральной экологической политики.

Основными аспектами этой политики должны быть следующие:

- обеспечение экологической безопасности России при принятии решений, связанных с внутренней и внешней политикой;
- конструктивный диалог между властями и всеми секторами общества по вопросам обеспечения экологической безопасности России и защиты прав граждан на здоровую окружающую среду;
- совершенствование структуры государственного управления и управления на принципах разделения государственного контроля на функции использования и управления природными ресурсами; четкое разделение полномочий между федеральными, региональными и местными органами власти;
- правительственная поддержка тех предприятий, которые являются экологически чистыми и эффективными, и способствуют эффективному использованию энергии и других ресурсов.

Для реализации этой политики и защиты окружающей среды в России необходимо независимое федеральное агентство по охране окружающей среды, которое не связано с использованием и управлением природными ресурсами.

Росгидромет (Росгидромет) мог бы осуществлять функцию мониторинга окружающей среды, поскольку он уже участвует в мониторинге загрязнения окружающей среды.

Функция государственного экологического контроля подразделяется на федеральный и региональный контроль. Поскольку экологическая безопасность является одним из важнейших компонентов национальной безопасности, федеральная контрольная функция могла бы осуществляться Государственной экологической инспекцией, которая еще предстоит установить.

На региональном уровне экологический контроль осуществляется экологическими инспекциями. В дополнение к экологическим инспекциям в регионах также проводятся инспекции лесного хозяйства, рыболовство и охота, инспекции земель и инспекции водных ресурсов.

Необходимо, чтобы функции государственной экологической экспертизы направлялись в Совет экспертов, входящий в состав правительства.

Наконец, функция выдачи экологических правил и правил. Эта функция может быть назначена Комитету по государственному стандарту.

Помимо вышеизложенного предлагаются следующие нововведения:

- создание правительственной комиссии по использованию природных ресурсов и охране окружающей среды с участием научно-исследовательских организаций и природоохранных НПО для координации деятельности многочисленных учреждений, занимающихся природопользованием и охраной окружающей среды;

- создание Совета по устойчивому развитию и охране окружающей среды, действующего при Президенте, с широким представительством всех ветвей власти и слоев общества для информирования президента о всех важных вопросах в этой очень важной области.

После внедрения всех вышеизложенных предложений, можно предположить, что экологические проблемы в России перестанут быть глобальными, а уровень загрязнения окружающей среды снизится.

Список литературы

1. Бродский, А.К. Общая экология / А.К.Бродский. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. - 256 с.

2. Гредел, Т.Е. Промышленная экология / Т.Е.Гредел, Б.Р.Алленби /Пер.с англ. Под ред. Э.В. Гирусова (Серия «Зарубежный учебник»). – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2014.

3. Ерофеев, Б.В. Экологическое право России. Учебник для высших юридических заведений / Б.В.Ерофеев. – М.:ООО Профобразование, 2014. – 508с.

4. Лукьянчиков, Н.Н. Природная рента и охрана окружающей среды: Учебник / Н.Н.Лукьянчиков. – М.: Из-во ЮНИТИ, 2014. – 176 с.

5. Юшин, В.В. Техника и технология защиты воздушной среды / В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин, Н.И. Сердюк, Д.А. Кривошеин, Н.Л. Пономарев, Ю.П. Ковалев. – М.: Высш. шк., 2015. – 391 с.

6. Красный список МСОП под угрозой исчезновения [Электронный ресурс] // [iucnredlist.org](https://www.iucnredlist.org/) - URL : <https://www.iucnredlist.org/> . – (09.11.18)

СПОСОБ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОСНОВАНИИ ПЛОТИНЫ НА ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОРОДАХ

С.К. Давлатшоев, М.М. Сафаров

Таджикский технический университет им. М.С. Осими, г. Душанбе, РТ

Филиал МГУ им. Ломоносова М.В., г. Душанбе, РТ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования изменения гидрогеохимического режима в створе основания плотины Рогунской ГЭС методом кондуктометрического анализа в зависимости от изменения уровня воды в реке Вахш. Полученные результаты подтверждает явления конвективно-диффузионного отжатия подземных минерализованных вод пресными фильтрационными потоками и перенос солевой составляющей по пути фильтрации в следствием гидростатического давления. А также в статье рассматривается создание системы мониторинга изменения гидрогеохимического режима в основании плотины позволяющий в реальном масштабе времени следит за явления конвективно-диффузионного отжатия подземных минерализованных вод.

Ключевые слова: мониторинг, гидрогеохимический режим, основания плотины, фильтрация пьезометрическая скважина, кондуктометр, отжатия, конвекция, диффузия, минерализация, гидростатическое давления.

METHOD AND DEVICES FOR GEOCHEMICAL MONITORING BASED ON DAM ON WATER-SOLUBLE BREEDS

S.K. Davlatshoev, M.M. Safarov

Tajik Technical University. M.S. Osimi, Dushanbe, RT

Branch of Moscow State University. Lomonosova M.V., Dushanbe, RT

Abstract. The article discusses the results of a study of changes in the hydrogeochemical regime at the site of the Rogun dam hydroelectric station using the method of conductometric analysis depending on changes in the water level in the Vakhsh River. The obtained results confirm the phenomena of convective - diffusion squeezing of ground mineralized water by fresh filtration flows and the transfer of the salt component along the filtration path as a result of hydrostatic pressure. The article also discusses the creation of a monitoring system for changes in the hydrogeochemical regime at the base of the dam, which allows real-time monitoring of the phenomena of convective-diffusion release of ground mineralized water.

Keywords: *monitoring, hydrogeochemical regime, dam foundation, piezometric well filtration, conductometer, depressions, convection, diffusion, mineralization, hydrostatic pressure.*

С целью осуществления оперативного контроля за гидрогеохимическим режимом основания плотины Рогунской ГЭС сотрудниками ООО "NELT" и ООО "Гидроспецпроект" разработана и изготовлена опытный вариант экспресс – кондуктометра «КАЛЬМАР» (рис. 1).

Кондуктометр эксплуатировался для мониторинга изменения минерализации грунтовых вод в основание плотины Рогунской ГЭС. Кондуктометр состоит из двух частей: погружного зонда и регистратора, служащего для отображения и сохранения результатов измерений. Погружной зонд связан с регистратором кабелем и может быть удален о регистратора на расстояние 100 м.



Рис. 1. Кондуктометр – концентратомер «КАЛЬМАР»

Кондуктометр «КАЛЬМАР» использует тороидальный сенсор, который не имеет электродов. Измерение электропроводности происходит следующим образом (Рис. 2). В возбуждающем тороиде генерируется переменный синусоидальный магнитный поток с помощью высокостабильного генератора синуса и усилителя мощности. Если внутрь тороида попадает замкнутая проводящая среда (раствор NaCl), то в этой среде индуцируется (наводится) переменный ток. Этот ток охватывает оба тороида – и возбуждающий и чувствительный. Чувствительный тороид работает в режиме трансформатора тока. Его выход пропорционален току, текущему в жидкостном витке. В общем случае имеется общий фазовый сдвиг ϕ между возбужденным и принятым сигналом. Квадратурный детектор выделяет сигнал пропорциональный проводимости $\sin \phi$ и $\cos \phi$, и выводит их на экран регистратора.

Для получения концентрации в граммах на литр, сигнал $\cos \phi$, вместе с текущей температурой подставляется в таблицу концентрации, размещенной в ПЗУ (постоянном запоминающем устройстве) регистратора. Истинное значение концентрации вместе с температурой отображаются на дисплее регистратора.

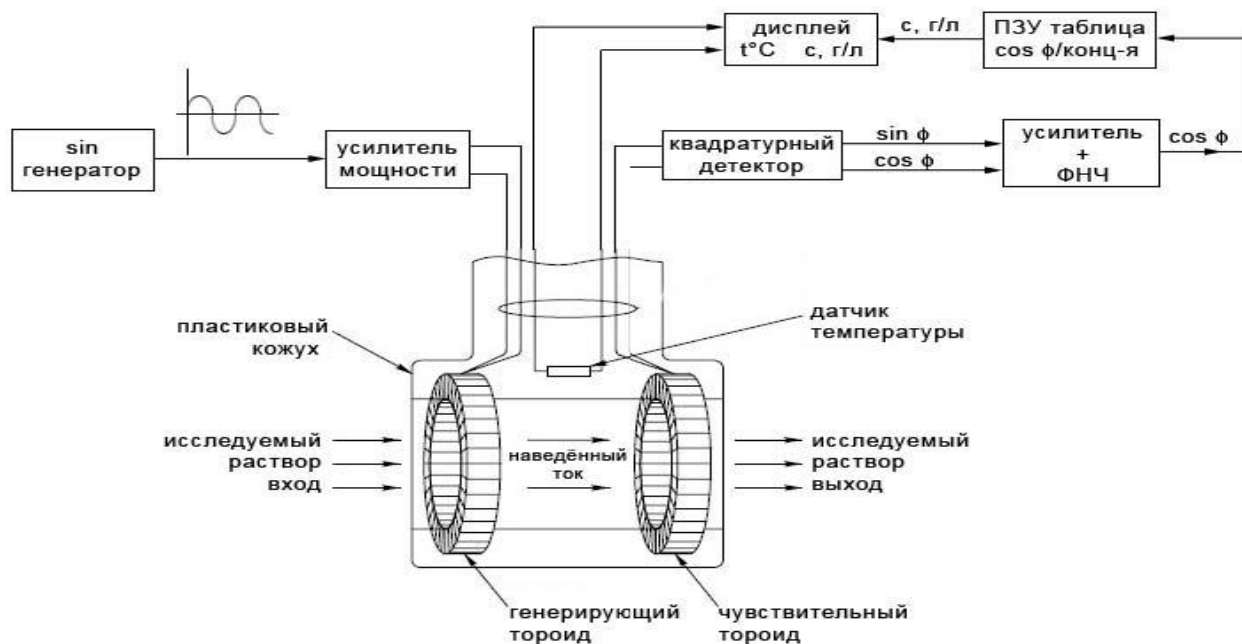


Рис. 2. Принципиальная схема работы кондуктометр «КАЛЬМАР»

При рассмотрении и сравнении кондуктометра «КАЛЬМАР» с ведущими зарубежными аналогами производителей ABB, Nash Lange, Endress Hauser, нужно иметь в виду следующее:

- комплекты приборов данных компаний для измерения электропроводности состоят из сенсоров (самых датчиков) и преобразователей (трансмисмиттеров), которые отображают результаты. Длина соединительного кабеля у этих приборов менее 30 м, поскольку аналоговые сигналы, идущие по этому кабелю, чувствительны к наводкам и помехам,

- погружной зонд кондуктометра «КАЛЬМАР» является цифровым сенсором и допускает удаление от регистратора на расстояние более 100 м по интерфейсу цифровой токовой петли. Питание зонда и выдача информации от него к регистратору осуществляется двухжильным телефонным проводом ТП 724, который к тому же служит и силовым тросом,

- питание приборов вышеуказанных компаний обычно осуществляется напряжением 220 или 36 В, при потребляемой мощности 10 Вт,

- кондуктометр «NELT» питается напряжением 12 В при потребляемой мощности менее 1 Вт.

Результаты исследования отжатия подземных минерализованных вод пресными фильтрационными потоками в основание плотины могут использоваться при решении различных инженерно – гидрогеологических, гидрогеохимических и геоэкологических задач.

Задачи этих исследований заключаются в следующем:

- анализ влияния колебаний уровня реки Вахш на изменение уровня минерализации подземных вод в пьезометрических скважинах,

- изучения гидрохимической обстановки подземных вод на левобережном участке Ионахшского разлома до перекрытия русла реки Вахш (в естественных условиях),

- изучения изменения степени минерализации подземных вод в дол пласта соли.

Кондуктометрия является надежным и относительно дешевым электрохимическим средством измерения с небольшим энергопотреблением, которая позволяет применять ее для контроля концентрации электролитов и водно-солевых растворов по величине их удельной электропроводности[1].

В 2011 году, в ноябре и декабре месяцах проведены два цикла измерений кондуктометрическим методом. Измерения минерализации проведены в 16 пьезометрических скважинах расположенных на левобережном участке Ионахшского разлома через каждый 1 метр глубины. Всего за два месяца произведено 839 определений. В качестве примера проанализируем изменения уровня минерализации подземных вод в пьезометре №29^а (Рис. 3).

В графике указано глубина расположения оголовки соли на глубине 39 м (Д). В измерениях проведенное в ноябре 2011 г. глубина фильтрации пресных вод достигает глубину 24 м (С). В измерениях проведенное в декабре 2011 г. глубина фильтрации пресных вод уменьшается до глубины 20 м.

Результаты исследования доказывает, что в обоих измерениях начиная с глубины 24 м (С) и 20 м (А) до глубины 40 м (Б) в измерениях проведенных в декабре 2011 г. и глубже в измерениях проведенных в ноябре 2011 г. происходит конвективно-диффузионное отжатие подземных минерализованных вод, перенос раствора соли по пути фильтрации подземных вод и дальнейшего отложения солевой составляющей дальше от пласта соли под действием гравитационной (плотностной) конвекцией.

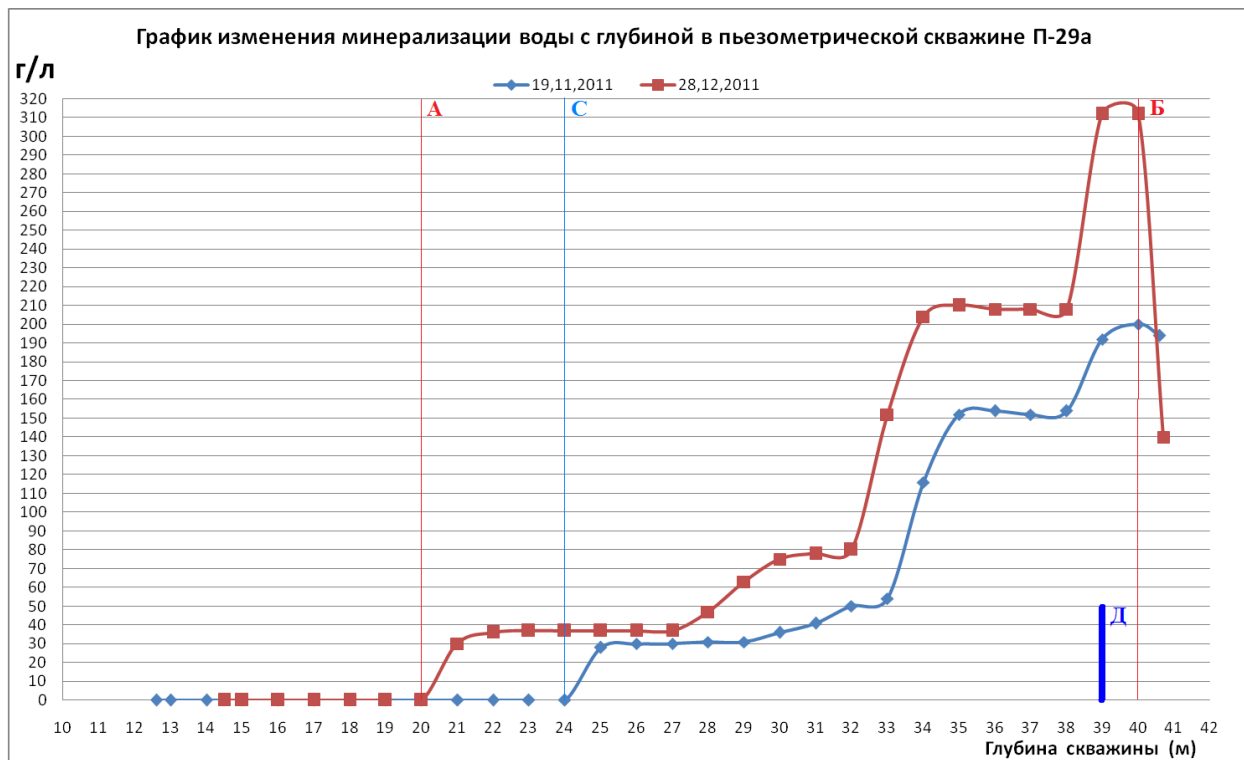


Рис. 3. График изменения минерализации в пьезометре П-29^а

В примере отчетливо видно, что скорости фильтрации пресных вод V_{ϕ} больше скорости конвективно-диффузионное отжатие подземных минерализованных вод $V_{\kappa\text{до}}$.

По результатам анализа выполненных работ было выявлено взаимосвязь изменения границ минерализованных вод по площади и по вертикали от колебания уровня воды в реке Вахш (табл. 1). Исследования показали, что при понижении уровня воды в реке Вахш на 0,26 – 0,40 метров, минерализация подземных вод в пьезометрах увеличивается в пределах от 16 до 130 г/л [2,3].

Учитывая инженерно-геологические особенности (гидрогеохимические условия вокруг солевого пласта, физико-механические и фильтрационные характеристики пород, отжатие минерализованных вод фильтрационными потоками пресных вод) предлагается следующая схема размещения кондуктометрических измерений за пластом соли из солевой штольни (Рис. 4), позволяющий в реальном масштабе времени следить за изменением гидрогеохимического режима основания.

Проектом Рогунской ГЭС на все длине защищаемого пласта соли (1100 м) для всех видов наблюдения предусмотрено 12 наблюдательных створов. Исходя из этого в предложенной схеме предусмотрено 12 створов кондуктометрических измерителей, совмещённых с наблюдательными створами, утверждённым проектом.

Таблица 1

Сопоставление изменения минерализации воды в пьезометрических скважинах от колебания уровня воды в реке Вахш

№ п/п	№ Скв	Глубина скв. (м)	Абс. отм. уст. скв. (м)	Отм. измер-я минер-п (м)	Уровень минерализации С (г/л)		Отм. ур. Воды в реке Вахш (м)		Разница минерализации ΔC (г/л)	Разница отметки уровня реки (м)
					18-21.11.2011	27-28.12.2011	18-21.11.2011	27-28.12.2011		
					1	П-26	31	1004.78		
2	П-27	35	1005.62	970.62	205	310	986.92	986.64	+105	-0.28
3	П-29	41	999.21	958.21	130	175	986.92	986.66	+45	-0.26
4	П-29 ^а	40	999.78	959.78	200	315	987.06	986.66	+115	-0.40
5	П-30	45	998.08	953.08	180	310	987.06	986.66	+130	-0.40
6	П-31	44	998.12	954.12	180	310	987.06	986.66	+130	-0.40
7	П-31 ^а	46	998.82	952.82	150	210	987.06	986.66	+60	-0.40
8	П-32	48	999.12	951.12	210	310	986.94	986.66	+100	-0.28
9	П-33	38	996.14	958.14	38	54	987.06	986.66	+16	-0.40

По каждому створу по глубине в схеме предусматривается на четырёх уровнях размещения кондуктометрических измерителей:

1-й уровень на отметке 965,0 м, где на этом уровне находится оголовок солевого пласта;

2-й, 3-й и 4-й уровень на отметке 910,0, 850,0 м и 760,0 м, для определения скорости, глубины отжатия минерализованных вод и изменения границы уровня слабо и сильноминерализованных вод в зависимости от действующего напора на верхнем бьефе.

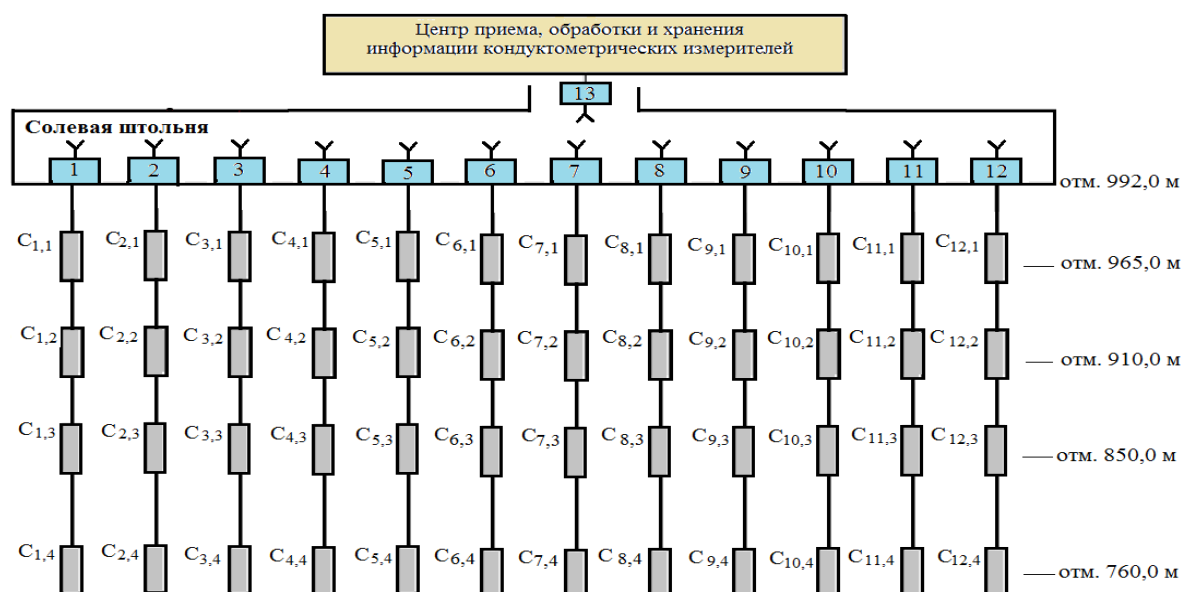


Рис. 4. Схема расположения кондуктометрических измерителей за пластом соли из солевой штольни

Информация с автоматических измерительных устройств ($C_{i,j}$, где $i = 1 - 12$, $j = 1 - 4$), установленных на пункте измерения, по телеметрическим каналам (блок 1 - 12) поступает в центр мониторинга (через блок 13), который осуществляет накопление, классификацию, оценку информации и обеспечивает подачу предупредительных сигналов на пульт управления системой защиты соли. Такая организация мониторинга даёт возможность осуществлять всесторонний контроль накопленных данных и проводить перспективное планирование мероприятий, направленных на сохранение заданного режима эксплуатации системы.

При поднятие уровня воды в водохранилище происходит изменения гидрогеохимического режима в основание плотины в следствием гидростатического давления. Под действием фильтрационных потоков граница слабо- и сильноминерализованных подземных вод опускается вниз [1,2]. В этих условиях приборы, установленные для измерения концентрации рассола в пределах солевого экрана, должны иметь показания, удовлетворяющие условию: $C_э = C_н$, где $C_э$ – концентрация рассола в экранирующем слое; $C_н$ – насыщенная концентрация рассола, подаваемого в скважины солевого экрана.

Возрастание $C_э$ до величин, значительно превышающих $C_н$, свидетельствует о наличие в этом месте очага растворения соляной толщи, а снижение $C_э$ до значений $C_э < C_н$ говорит об отсутствии сплошности солевого экрана и просачивании пресных вод в сторону пласта соли.

При повышении уровня воды в водохранилище происходит увеличение фильтрационных потоков в основании плотины. Пресная вода в зависимости от действующего напора проникает по имеющим трещинам, достигая высокоминерализованных вод защищающих пласт соли. Пресная вода, проникая в слой минерализованных вод под действием гидростатического давления способствует конвективно-диффузионному отжатию подземных минерализованных вод. Дальше под действием фильтрационных потоков отжатая часть минерализованных вод переносится дальше от солевого пласта и происходит отложения солевой составляющей под действием гравитационной (плотностной) конвекции.

На основании результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1. Главным техническим преимуществом кондуктометра является индуктивный принцип сенсорного датчика, который защищен от прямого контакта с исследуемой агрессивной средой, точности и оперативности съема информации и калибровка кондуктометра осуществляющий в автоматическом режиме и эта позволяет оперативно настраивать кондуктометра на другие виды солевых растворов.

2. Кондуктометрический метод измерения гидрогеохимического режима в основании плотины показало достоверные результаты и является самым эффективным методом исследования в реальном масштабе времени.

3. Исследование гидрогеохимического режима в основании плотины позволило выявить явление конвективно-диффузионное отжатие подземных мине-

рализованных вод в зависимости от уровня гидростатического давления воды в реке Вахш (повышения уровня воды) с течением времени.

4. Предложенная система мониторинга на основании матрица расположения кондуктометрических измерителей позволяет определить концентрации диффундирующего вещества в заданной точке в любой момент времени.

Список литературы

1. Давлатшоев С.К., Сафаров М.М. Кондуктометрический способ и аппаратура измерения уровня минерализации в пьезометрических сетях. Вестник технологического университета, Казань, №18, Т. 20, 2017, С. 45-52.

2. Давлатшоев С.К. Оценка взаимодействия фильтрационного потока на гидрогеохимический режим основания плотины кондуктометрическим методом. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, Душанбе, "Сино", №1/3, 2017, С. 129 - 134

3. Давлатшоев С.К., Сафаров М.М. Гидрогеохимический мониторинг в основании плотины Рогунской ГЭС. 1-ое изд. Душанбе, Ирфон, 1917, 236 с.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ В ГОРОДАХ РОССИИ

М.Н. Зверев, С.Г. Артёмова

«Институт архитектуры и строительства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы и последствия автомобилизации на примере города Москва.

Ключевые слова: *автомобилизация, социально-экологические проблемы.*

SOCIO-ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF MOTORIZATION IN THE CITIES OF RUSSIA

M.N. Zverev, S.G. Artemova

"Institute of architecture and construction of" federal state-funded educational institution of the higher education "Volgograd state technical university"

Abstract. The article discusses the problems and consequences of motorization on the example of the city of Moscow.

Keywords: *motorization, social and environmental problems.*

Современная жизнь в крупном городе требует большого количества быстрых перемещений на значительные расстояния, а, следовательно, приводит к необходимости пользоваться транспортными средствами. Наиболее привлекательным и востребованным средством передвижения по любому городу является личный автомобиль, так как он имеет повышенный уровень комфорта по сравнению с общественным транспортом [2].

Социально-экологические перемены в обществе при переизбытке автопарка с каждым годом всё сильнее усложняют и ухудшают жизнь в крупных городах. Отсутствие оптимального количества машиномест, пробки на дорогах, дорожно-транспортные происшествия (ДТП), вредные выхлопные газы и шум наносят вред физическому и психологическому здоровью человека.

На примере Москвы рассмотрим отрицательные стороны автомобилизации более подробно. Согласно данным аналитического агентства «Автостат», обеспеченность легковыми автомобилями на 1 января 2018 года по Москве составила 297 единиц на тысячу жителей. Этот результат является выше общероссийского (средний результат по тем же данным 293 единицы на тысячу жителей).

Несмотря на то, что столица не является лидером в данном рейтинге, она занимает второе место в мире по образованию автомобильных пробок (рис. 1).

По подсчетам экспертов INRIX, в 2017 году водитель простоял в столичных пробках в среднем 91 час, или примерно 26% всего времени, которое он провел за рулем. В час пик рабочих дней москвичи стоят в пробках уже 34% всего проведенного за рулем времени, а по выходным — 15% [4].

Высокая нагрузка транспортных сетей говорит о затруднительном перемещении по городу и сомнительном комфорте в процессе передвижения. Истоки данной проблемы при наличии крупного автопарка исходят от низких показателей протяженности и плотности улично-дорожной сети (рис. 2 и рис.3), так как ранее формируя градостроительную структуру люди не могли даже представить как сильно изменится мир в будущем [5].



Рис. 1. Города с самыми большими автомобильными пробками

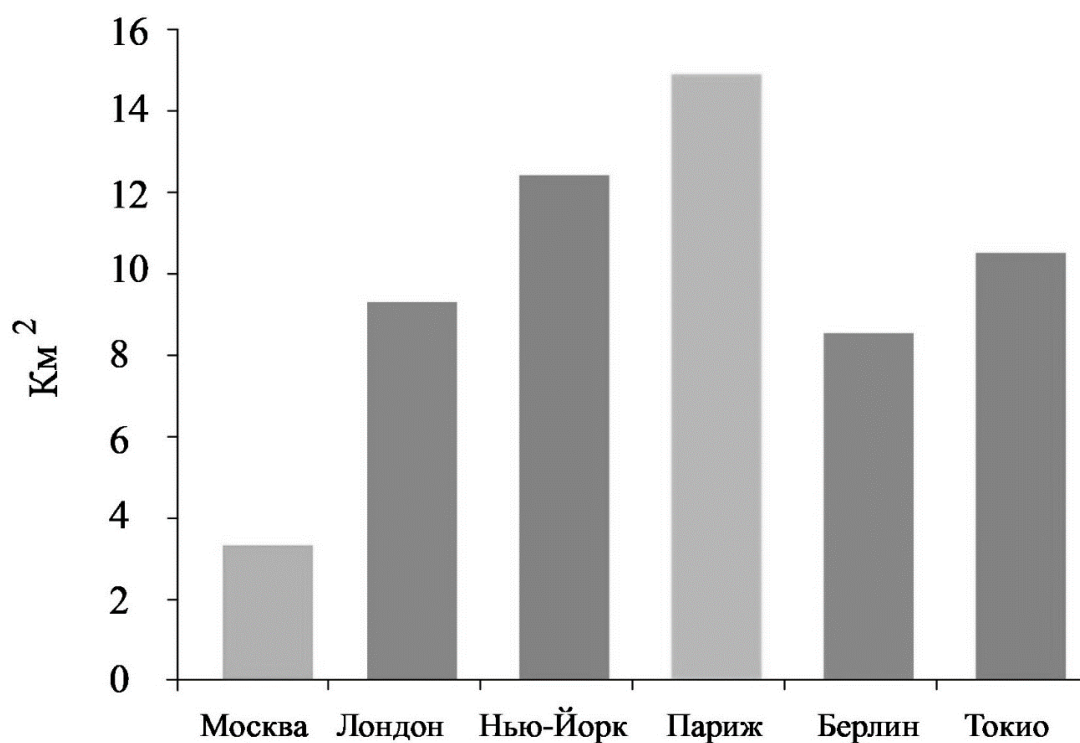


Рис. 2. Плотность улично-дорожной сети в крупнейших городах мира

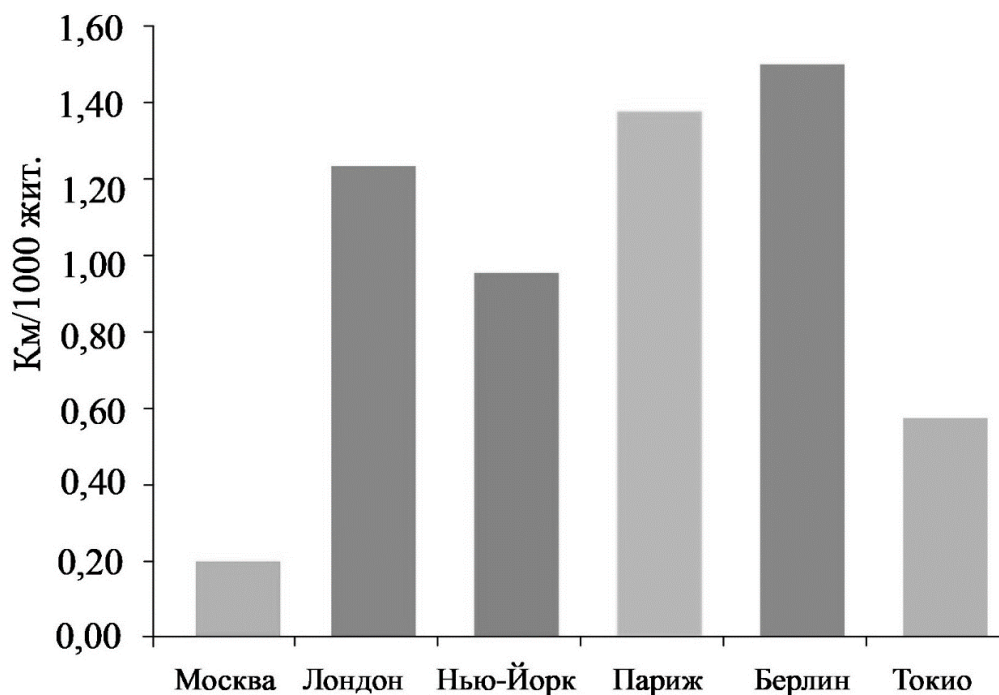


Рис. 3. Относительная протяжённость улично-дорожной сети в крупнейших городах мира

Когда-то уютные московские дворы заставлены автомобилями так, что создают препятствия для пешеходов, уничтожают озеленение и благоустройство. Зоны для игр детей и отдыха взрослых превращаются в парковки. В итоге дво-

ровые пространства теряют эстетический вид совместно с функциональным назначением. Блокируя дворовые проезды для проницаемости спецтехники (пожарной, скорой помощи, полицейской), автолюбители ставят под сомнение не только свою безопасность, но и окружающих [3].

Припаркованные вдоль дорог машины снижают пропускную способность городских транспортных путей и скоростной режим. Автомобили припаркованные вдоль тротуаров загромождают людей, повышая угрозу для их жизни и здоровья даже на пешеходных переходах. Пешеход как участник движения в данной ситуации находится вне зоны видимости для водителей [1]. Это приводит к увеличению количества ДТП. По данным ГИБДД за январь-ноябрь с 2015 по 2017 год количество происшествий на дорогах по г. Москва увеличилось на 498 случаев (с 7538 до 8036).

Активные выбросы отработанных газов ухудшают экологию окружающей среды и пагубно влияют на здоровье городского жителя. Увеличивается количество сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Для Москвы данный фактор является очень актуальным по сравнению с другими городами России (рис. 4).

Подобное положение дел приводит к увеличению уровня смертности и уменьшению общего регионального жизненного периода (табл.1).

Также одной из проблем является негативное шумовое воздействие на человека и окружающую среду, где источником шума является автомобиль. В этом вопросе он лишает человека комфортной жизнедеятельности в городском пространстве. По экспертным оценкам уже в 2010 году, до 70 % территории столицы России были подвержены сверхнормативному шумовому загрязнению.

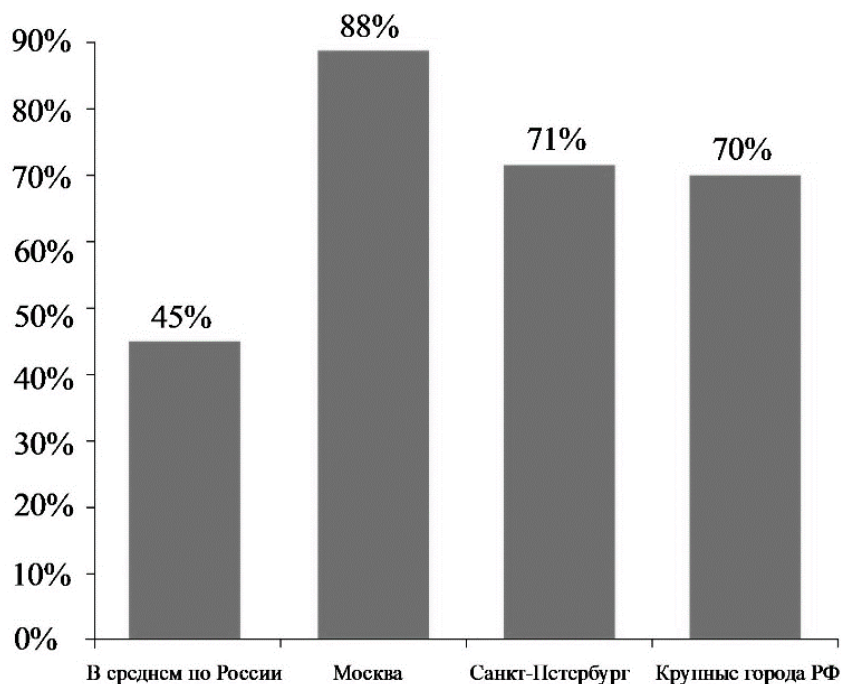


Рис. 4. Доля выбросов вредных веществ с отработавшими газами автомобилей

Таблица 1

Данные естественного прироста населения по г. Москва в период с 1970 по 2010г.г.

	Всего человек			На 1000 чел населения		
	родившихся	умерших	Естественный прирост	родившихся	умерших	Естественный прирост
Г. Москва						
1970	84491	67849	16642	11,8	9,5	2,3
1980	110859	95452	15407	13,4	11,5	1,9
1990	94462	114943	-20481	10,6	12,8	-2,2
1995	69168	146666	-77498	7,5	16,0	-8,5
2000	73142	130950	-57808	7,3	13,1	-5,8
2005	92188	128634	-36446	8,9	12,3	-3,4
2006	94271	127278	-33007	9,0	12,2	-3,2
2007	100955	124099	-23144	9,7	11,9	-2,2
2008	107781	120077	-3996	10,3	11,8	-1,5
2009	116081	120077	-3996	11,0	11,4	-0,4
2010	122962	126032	-3070	10,7	10,9	-0,2

Данный отрицательный фактор представляет превышение городского уровня шумового фона, вызывая у людей раздражение, агрессию и повышение артериального давления. С учётом роста автомобилизации на сегодняшний день, засорение шумом Москвы изрядно выросло.

Приведённые факты и статистика убеждают в том, что переизбыток личного автотранспорта является современной остроактуальной проблемой. При решении данной задачи необходимо использовать обширные практические знания в сфере городских транспортных систем и транспортной политики:

- Внедрение отдельных полос движения общественного транспорта.
- Создание сети специальных маршрутов и велодорожек, позволяющих добраться в любую точку города.
- Придание современного дизайна транспорту общего пользования.
- Оснащение салона машин удобной техникой и мебелью (сиденья) увеличивающих комфорт во время транспортировки.

В совокупности эти приёмы делают более востребованным общественный транспорт среди людей, заставляя реже использовать личный автомобиль. На примере Москвы можно сделать вывод, какие социально-экологические неприятности ожидают и другие развивающиеся города России в будущем, если не уделять автомобилизации особого внимания.

Список литературы

1. Аксенов И. Я. Единая транспортная система: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 383 с.
2. Терехнев Л.В. Транспортная политика: угрозы и риски настоящего и будущего: LAP Lambert Academic Publishing, 2014.

3. Павлова, Е.И. Экология транспорта: учебник и практикум / Е. И. Павлова, В. К. Новиков. — 5-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2014. — 479 с.

4. [<https://www.itpgrad.ru/node/1919>].

О ВЛИЯНИИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СНИЖЕНИЕ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТА ВДОЛЬ ГОРОДСКИХ МАГИСТАЛЕЙ

Ю.П. Иванова, В.С. Маркин

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация. В статье рассмотрены влияние зеленых насаждений на снижение негативного воздействия автотранспорта на окружающую природную среду.

Ключевые слова: шум, загазованность, автотранспорт.

ABOUT INFLUENCE OF GREEN PLANTINGS ON DECREASE IN HARMFUL EFFECTS OF MOTOR TRANSPORT ALONG CITY HIGHWAYS

J.P. Ivanova, V.S. Markin

Volgograd state technical university

Abstract. In article influence of green plantings on decrease in negative impact of transport on the surrounding environment is considered.

Keywords: noise, pollution with gasses, motor transport.

В крупных городах основным источником химического и физического загрязнения окружающей среды являются транспортные потоки. Рост парка автотранспортных средств, увеличение грузопотока в крупных городах – мегаполисах привело окружающую природную среду в плачевное состояние. В настоящее время в России ежегодный прирост интенсивности движения в крупных городах достиг 8 %. На долю автотранспорта в России приходилось 15% выбросов свинца, 55% оксида углерода, 17% оксидов азота и других загрязняющих веществ. Выбросы от мобильных транспортных средств составляют порядка 12 млн. тонн в год. Образование пыли, дыма, различных вредных дисперсных частиц при износе узлов и агрегатов транспортных средств, а также при их движении оказывает существенное влияние на окружающую среду. Наиболее вредными дисперсными частицами являются сажа, масла, аэрозоли и несгоревшее топливо [1].

Транспортные средства так же создают большую величину шумового воздействия. Транспортные потоки создают в основном низко - и среднечастотный спектр шума. Шум от городского транспорта составляет 70-90 дБА со спектром частот на максимуме энергии 400-800 Гц [2]. Транспортные средства создают около 80 % всех шумов, проникающих в места пребывания людей. Наиболее высокие уровни шума зафиксированы на городских транспортных магистралях и в зоне их пересечений. Шум негативным образом сказывается на здоровье человека. С действием шума связаны рост нервных, сердечно-

сосудистых заболеваний, язвенной болезни, развитие тугоухости у городского населения. Шум оказывает вредное воздействие на центральную нервную систему, вызывая переутомление и истощение клеток коры головного мозга. Вредное шумовое влияние транспорта сопровождает человека всю его жизнь и усиливается под воздействием вибрации, загазованности и других видов воздействия.

Зеленые насаждения улучшают микроклимат городской территории, очищают воздух городов. При озеленении городских территорий необходимо учитывать породный состав древесной растительности, а также рядность посадки. Наиболее распространенными приемами озеленения Волгограда стали: рядовые посадки древесно-кустарниковой растительности вдоль тротуаров проезжей части, разделительные и санитарно-защитные полосы при незначительном количестве парков [3]. Распределение площадей садово-парковых объектов по районам Волгограда, в га представлены на рис. 1.

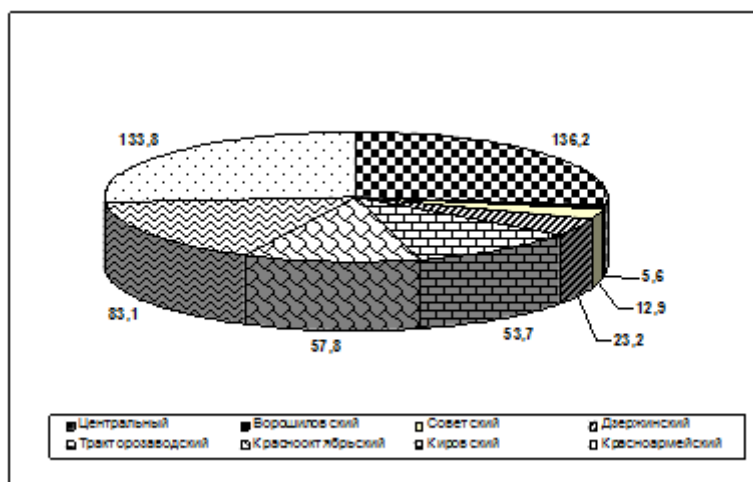


Рис.1. Распределение площадей садово-парковых объектов по районам Волгограда, в га

Зеленые насаждения должны выполнять защиту территории жилой застройки от транспортного шума и выбросов автотранспорта, но в Волгограде выполняют ее лишь частично, в основном где имеет место многорядная посадка деревьев с занятием подкровных пространств кустарником. В городах при озеленении территории необходимо учитывать не только рядность посадки, но также породный состав древесно-кустарниковой растительности. В настоящий момент в Волгограде имеется достаточно скудный породный состав, при наличии в отдельных районах сухостоя.

Известно, что ассортимент растений, применяемых в озеленении Волгоград невелик и содержит порядка 10-12 наименований деревьев и не более 30 наименований кустарников. Породный состав газозащитных зеленых зон Волгограда в основном представлен вязом, акацией, тополем пирамидальным, тополем канадским, тополем Болле, каштаном Конским, ясенем, дубом черешча-

тый, крушиной ломкой, бузиной красной, сиренью, бирючиной обыкновенной. Дендрологические сады города в настоящий момент предлагают свыше 400 наименований деревьев и кустарников, которые являются наиболее подходящими для третьей климатической зоны и являющимися наиболее устойчивыми к выхлопам автотранспорта [4].

При использовании правильно подобранного дендрологического состава деревьев и кустарников в газозащитных зеленых зонах вдоль городских магистралей, дорог и улиц можно снизить уровень СО в три раза, значительно снизить экологическую напряженность, создав эстетический вид и архитектурный облик Волгограда [5].

Список литературы

1. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) / В.Н. Азаров, В.Ю. Юркьян, Н.М. Сергина, А.В. Ковалева // Законодательная и прикладная метрология. – Москва, 2004 - № 1 – с.46-48.
2. ГОСТ 19358-85 «Внешний и внутренний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни шума и методы измерений».
3. Волияние дендрологического состава зеленых насаждений на оптимизацию городской среды/ Ю.П. Иванова, Л.С. Полковникова// Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит.2009. Вып.15(34) – с.206-209.
4. Растяпина О.В. Совершенствование методов проектирования городских газозащитных зеленых зон от выбросов автотранспорта. Канд. дисс. – Волгоград: ВолгГАСА, 2003.165с.
5. Азаров, В.Н. Зеленые насаждения как экологическая доминанта социального пространства города Волгограда / В.Н. Азаров, К.Д. Янин // Вклад молодого специалиста в развитие строительной отрасли Волгоградской области: матер. регион. науч.-практ. конф., Волгоград, 17 мая 2013 г. / ВолгГАСУ. - Волгоград, 2013. - С. 251-254.

ОБЗОР ФАКТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В КИТАЕ И СПОСОБОВ ИХ СНИЖЕНИЯ

А.В. Иконникова, М.А. Григорьева, Хунфэн Чжу

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Аннотация. Статья посвящена проблеме защиты водных ресурсов Китая в ходе строительных работ. В работе предлагаются конкретные меры по очистке сточных вод на строительной площадке.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, водные ресурсы, грунтовые воды, строительная площадка, Китай.

REVIEW OF FACTORS OF WATER RESOURCES POLLUTION UNDER CONSTRUCTION IN CHINA AND METHODS TO REDUCE THEM

A.V. Ikonnikova, M.A. Grigorieva, Hongfeng Zhu

Annotation: The article is devoted to the problem of protection of water resources in China during construction works. The paper proposes specific measures for wastewater treatment at the construction site.

Keywords: *environmental protection, water resources, groundwater, construction site, China.*

В настоящее время с развитием науки и техники сохранение окружающей среды в Китае является важной проблемой, стоящей перед обществом. Уровень осведомлённости населения об охране окружающей среды в Китае растёт и споры о загрязнении при строительстве зданий и сооружений стали обычным явлением.

Сегодня в Китае принимаются профилактические меры по защите окружающей среды в ходе строительства, чтобы свести к минимуму её загрязнение.

Число строительных проектов в Китае растёт в связи с быстрым развитием общества и экономики, с необходимостью удовлетворения спроса людей на высокий уровень жилья и высоким сроком службы строительных объектов. Однако, как мы все знаем, строительные проекты, как правило, имеют относительно длительный период строительства. Поэтому вопросы охраны окружающей среды играют ключевую роль во всем процессе строительства.

Строительный проект с начала нового строительства до расширения и реконструкции всего процесса строительства приводит к ряду шумовых загрязнений, загрязнению пылью, запахом окружающей среды и жилых помещений, а ещё больше к созданию ряда климатических и экологических условий загрязнения окружающей среды. В процессе использования строительной техники наблюдается производство большого количества фиксированных отходов. Как эффективно использовать и утилизировать эти отходы? Это является неизбежной серьёзной проблемой, также связанной с загрязнением окружающей среды.

Одной из важных проблем в ходе строительства в Китае является проблема загрязнения воды. Использование водных ресурсов неизбежно при строительстве здания. Во время строительства жилых зданий всегда производится большое количество сточных вод, которые, несомненно, вызовут загрязнение почвы. Некоторые строительные организации Китая сбрасывают отходы, образующиеся в процессе строительства в местные источники воды, чтобы сэкономить деньги, что вызывает значительное загрязнение окружающей среды. Это влияет на качество почвы и вызывает загрязнение подземных вод, что привлекает всё большее внимание людей, которые заботятся об охране окружающей среды.

Загрязнение воды возникает из-за присутствия определенных веществ, что сказывается на её качестве. В результате наносится химический, физический, биологический, радиоактивный вред здоровью человека или ущерб окружающей среде.

За последние годы загрязнение грунтовых вод стало все более серьёзным. Только в 2017 году около 24,28% мелководных подземных вод в равнинной

местности страны было загрязнено в разной степени, площадь около 50×104 км², из которых слегка загрязнённые участки (класс IV) составляли 11,95%, сильно загрязнённые районы (V) составили 12,33%. Среди них наибольшее загрязнение имеет бассейн озера Тайху, река Хуайхэ, река Ляохэ и река Хайхэ, а их площадь загрязнения составляет 45% территории национального загрязнения, что составляет 90,14%, 52,11%, 46,1% и 43,75% площади оценки мелко-водных подземных вод в равнинной местности соответственно.

Прежде всего, загрязнение воды в период строительства в основном происходит за счет очистки дождевой воды и попадания пыли в реку, что увеличивает концентрацию взвешенных твёрдых веществ в воде и загрязняет качество поверхностных вод. Количество загрязнителей поверхностных вод, образующихся при строительстве, связано с интенсивностью, частотой и продолжительностью осадков. Из-за незакрытых строительных материалов количество загрязняющих веществ, уносимых поверхностным стоком во время ливней, даже больше, чем в период эксплуатации объектов.

Основными загрязняющими веществами являются взвешенные твердые вещества, масла и кислородсодержащие вещества. Во время строительства выкапывается большое количество ила и бурового шлама. Если он непосредственно выгружается в водоём или складывается на поле, замутнение водного объекта будет увеличиваться.

Масляное загрязнение водоёма во время строительства в основном происходит из-за некачественной работы строительных машин и оборудования: перелив масла, перекачивание накопленного масла, заливки остаточного масла в контейнер, заливки отработанного масла и моющего масла в процессе ремонта и механической работы. Если эти вещества попадают непосредственно в водоёмы, они образуют «загрязнение нефтью в водной среде».

В строительной зоне присутствуют и токсичные вещества и материалы, такие как асфальт, масло, химикаты и т. д. Если их неправильно утилизировать, то дождевая вода смывает их в водоёмы, что вызывает еще большее загрязнение.

Во время укладки тротуаров в воду попадают различные асфальтосодержащие вещества. В сточные воды проникает также и поверхностный сток дорожного покрытия, что оказывает определённое влияние на грунтовые воды.

Кроме того, концентрация персонала в строительной зоне генерирует большое количество внутренних сточных вод. Если эти бытовые сточные воды впоследствии будут сброшены в ближайший водовод без обработки или проникнут в подземную зону, то это будет иметь большее влияние на чистоту источника воды.

Если охране и мониторингу ресурсов подземных вод не уделяется должного внимания во время строительства, ресурсы подземных вод будут страдать от серьезных потерь и загрязнения, что окажет огромное негативное воздействие на экономическое развитие и условия жизни. Например, для крупномасштабных проектов, поскольку глубина фундамента достаточно большая, увеличение глубины отрыва котлована неизбежно столкнется с подземными водами. По-

сколькo капиллярное действие, эрозия почвы, грунтовые воды оказывают определённое влияние на качество проекта, то во время строительства необходимо принять меры для решения этих проблем.

Существует две проблемы при возведении подземной части объекта – это осадки и существующие грунтовые воды. Влияние осадков на уровень грунтовых вод обычно достаточно сильное. Дренаж заключается в насильственном снижении уровня грунтовых вод ниже дна конструкции, так что строительство осуществляется над уровнем грунтовых вод для устранения негативного воздействия грунтовых вод на проект. Такой метод строительства не только приводит к большой потере подземных вод, но и приводит к уменьшению их уровня.

Более серьёзным является то, что осадки образуют форму воронки, которая изменяет напряжённое состояние окружающей почвы, что может привести к неравномерной усадке зданий в зоне, подверженной воздействию осадков, а это может повлиять или даже разрушить окружающие здания или подземные трубопроводы, угрожая людям, их безопасности. Кроме того, из-за изменений в динамическом поле и химической области подземных вод некоторые физические и химические компоненты и микробное содержание в грунтовых водах будут меняться, что приведёт к потере баланса в подземных водах и увеличению их загрязнения. Химическая затирка, используемая в конструкции для повышения прочности и непроницаемости грунта, создаваемых конструкцией, отработанная суспензия и механическая утечка масла могут так же повлиять на качество грунтовых вод

Строительные компании в Китае приняли определённые меры по очистке сточных вод на строительной площадке, а именно:

1. Участки сброса сточных вод должны доверять квалифицированным подразделениям для проведения контроля качества воды в сточных водах и предоставлять соответствующие отчёты инспекциям.

2. Принята технология поддержки наклона с хорошей водоизоляцией. В районах, где уровень нехватки воды или уровень грунтовых вод продолжает снижаться, обезвоживание котлованов в подземных водах должно быть как можно меньше при извлечении подземных вод, а если количество выкапывания выемки превышает 500000 м³, то необходимо обеспечить подпитку подземных вод во избежание загрязнения грунтовых вод.

3. Сточные воды туалета строительной площадки должны быть оборудованы трехступенчатым безвредным септическим резервуаром, не подключённым к очистным сооружениям канализационной сети, использование мобильных туалетов должно осуществляться соответствующей компанией.

4. В сточных водах строительной площадки содержится большое количество животного и растительного масла, а животные и растительные масла должны быть удалены до того, как они могут попасть в воду. В противном случае биохимическая потребность в кислороде в водоёме увеличится, так что водный объект будет эвтрофицирован. Это оказывает большое отрицательное

воздействие, так как животные и растительные масла затвердевают, что может привести к блокированию и повреждению общей системы дренажа.

Общая канализация сточных вод должна использовать трехступенчатую ловушку для отделения смазки. Общая консистентная ловушка имеет два отсека и несколько перегородок. Когда сточные воды вводятся в консистентную ловушку, скорость потока воды замедляется, так что более лёгкая твердая и жидкая смазка и другие более лёгкие отходы в сточных водах плавают на верхнем слое. Смазка блокируется и остаётся в консистентной ловушке, а сточные воды выгружаются из нижней части перегородки.

Западные развитые страны приняли технологию очистки микробных сточных вод, снижая потребность в химическом кислороде и биохимическую потребность в кислороде сточных вод, которая всё ещё находится в зачаточном состоянии в Китае.

5. При проведении смешивания с водой на строительной площадке на передней части смесителя должен быть установлен осадительный резервуар. После того, как сточные воды проходят через осадочный резервуар, их можно использовать дважды. Для строительных сточных вод, которые нельзя использовать дважды, они могут быть сброшены в муниципальный канализационный трубопровод после осаждения осадочным резервуаром.

Строительные сточные воды включают подземные воды, буровые воды и т.д., и содержат большое количество осадка. Как правило, для естественного осадка можно использовать трехступенчатый отстойник: сточные воды естественно сбрасываются, а большое количество осадка необходимо вручную удалить, чтобы получить определённый эффект. В развитых странах принято использовать осадитель и кислотную основу для нейтрализации сточных вод со строительного участка.

6. Для хранения токсичных материалов и масел, таких как химикаты, должна быть предусмотрена строгая конструкция водяного барьера. Жидкость следует собирать и обрабатывать. Нефтедержущие сточные воды для ремонта оборудования не должны непосредственно сливаться в водоёмы. После концентрирования их обрабатывают сепаратором масло-вода. Концентрация минерального масла в стоке должна составлять менее 5 мг / л, а очищенная сточная вода полностью использоваться.

Какие существуют контрольные показатели воды и меры профилактики её загрязнения?

На загрязнение воды влияет:

1. Временная станция очистки сточных вод. Временная станция, как правило, находится далеко от городской территории. Сточные воды в основном являются бытовыми сточными водами и не могут быть сброшены в городскую систему очистки. На временной станции должен осуществляться надзор за окружающей средой, контроль скорости очистки сточных вод строительной компании. Строительная компания должна создать простое очистное сооружение для очистки сточных вод на строительной площадке, обычно это фильтр-пресс. Сброс после обработки должен осуществляться в соответствии со стан-

дартом для защиты водных ресурсов вдоль линии строительства. Количество временных станций очистки сточных вод равно: ежедневная очистная мощность очистных сооружений / суточная производительность производственных мощностей строительных организаций $\times 100\%$.

2. Скорость очистки сточных вод. Строительные сточные воды в основном поступают из смесительной станции, сборных станций для промывки гравийных материалов сточных вод и со строительной площадки. Твердые взвешенные вещества являются загрязнены щелочными материалами с высоким РН. Поэтому сточные воды для строительства должны быть очищены. Надзор за окружающей средой должен строго контролировать скорость обработки строительных сточных вод в качестве важного показателя для мер по охране окружающей среды. Степень очистки сточных вод считается по формуле: стоимость сброса сточных вод в строительстве / производство сточных вод $\times 100\%$.

3. Параметры качества воды необходимы в основном для оценки и контроля качества водной среды, экологического надзора на основе результатов отбора проб и результатов мониторинга окружающей среды в соответствии с соответствующими стандартами оценки.

В Китае разработаны меры контроля строительных организаций по загрязнению окружающей среды. Если сточные воды в ходе строительстве здания не обрабатываются очистной установкой и выгружаются непосредственно в канализационные сети или реки, загрязнение окружающей среды трудно избежать. Поэтому необходимо построить очистную установку или резервуар для сбора сточных вод на строительной площадке. Очищенные сточные воды должны обрабатываться сборным резервуаром, а затем верхний слой чистой воды можно дополнительно обрабатывать, что не только уменьшит загрязнение сточных вод для окружающей среды, но также поможет решить вопрос по их утилизации. В то же время транспортные средства и строительное оборудование, которые производят жирные сточные воды на строительной площадке, должны строго контролироваться соответствующим персоналом. Отработанное масло, производимое оборудованием, должно обрабатываться централизованно, чтобы предотвратить попадание этих загрязняющих веществ в канализацию и реки.

Предупреждение и контроль за загрязнением строительной воды должен основываться на «Руководстве по экологическому строительству» и на основе «Закона о предотвращении загрязнения воды».

Для нынешней ситуации загрязнения воды в строительстве в современном Китае мы предлагаем следующие конкретные профилактические меры:

1. Сброс сточных вод на строительной площадке должен отвечать требованиям национального стандарта «Стандарт сброса сточных вод» (GB 8978-1996) (далее – стандарт). То есть нормы выбросов загрязняющих веществ должны соответствовать соответствующим положениям стандарта.

2. Необходимо проделать работу по мониторингу подземных вод во время строительства, чтобы следить за изменением подземных вод. На строительной площадке должно быть подключение к муниципальной трубопроводной сети. Строительная сточная вода, которая не может использоваться дважды, может

быть сброшена в муниципальный канализационный трубопровод после осаждения осадочным резервуаром.

3. Сброс сточных вод должен быть поручен квалифицированным подразделениям для проведения контроля качества воды в сточных водах и предоставления соответствующих отчетов об инспекции по сточным водам. Метод определения загрязняющих веществ должен соответствовать стандартам.

4. Должна быть принята технология поддержки наклона с хорошей водоизоляцией. В районах, где дефицит воды или уровень грунтовых вод продолжает снижаться, обезвоживание подземных вод должно быть как можно меньше, а когда объём выемки превышает 500 000 м³, следует проводить дренаж подземных вод, избегая их загрязнения.

5. Для хранения токсичных материалов и масел, таких как химикаты, должна быть предусмотрена строгая конструкция водоотталкивающего слоя, и все жидкости следует собирать и обрабатывать.

6. Важно выполнять гидрогеологические и инженерные геологоразведочные работы до начала строительства и проводить необходимые эксперименты по дренажу и расчёты для правильной оценки возможного притока воды, глубины воронки и дальности удара.

7. Сточные воды, сгенерированные на строительной площадке, не могут быть сброшены по желанию самой строительной организации.

В современном Китае в настоящее время предпринимаются строгие меры в соответствии с законом для тех неправомερных действий строительных организаций, которые загрязняют реки. Китайские власти постоянно информируют строительные организации о мерах по защите окружающей среды.

Список литературы

1. Ван, Эрлян Проблемы загрязнения окружающей среды и профилактические меры в ходе строительства / Эрлян Ван// China Building Metal Structure, 2013, 95 с.

2. Ли, Гуй. Обсуждение проблем и решений строительства / Гуй Ли // China Building Metal Structure, 2013, 133 с.

3. Чжан, Вэньчже. О зеленом управлении строительством строительной площадки / Вэньчже Чжан // Управление и технология МСП, 2014, 151 с.

4. Китай: экология по городам. – <http://fb.ru/article/321034/kitay-ekologiya-po-gorodam>

СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ

А.В. Калайдо

Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко

Аннотация. Современный человек 80% времени проводит в помещениях, где и получает большую часть дозы радиоактивного облучения от радона и его дочерних продуктов распада. Проблема повышенного облучения естественными источниками ионизирующего излучения давно известна для потенциально радоноопасных территорий, таких как Алтай

или Северный Кавказ, однако в последнее время превышение установленных уровней радона все чаще отмечается в зданиях на равнинных нерадоноопасных территориях. В статье проанализированы основные факторы формирования радоновой обстановки в зданиях и предложены пути обеспечения приемлемых уровней радона в помещениях.

Ключевые слова: *радон, облучение, внутренняя среда, грунт, дочерние продукты распада.*

STRATEGY FOR INSURING THE RADIATION AND ECOLOGICAL SAFETY OF INDOOR AIR

A.V. Kalaydo

Luhansk Taras Shevchenko national university

Annotation. Currently, a human spends 80% of the time in apartments and receives there the most part of the radiation dose from radon and its progeny. The problem of increased exposure to natural sources of ionizing radiation has traditionally been considered for potentially radon-hazardous areas, such as Altai or the North Caucasus. However, recently the excess of the established radon levels has been increasingly observed in flat radon-non-hazardous areas. The article analyzes the main factors of the radon conditions formation in buildings and constructions and suggested the ways to ensure the acceptable levels of indoor radon.

Keywords: *radon, irradiation, indoor air, soil, progeny.*

Обеспечение экологической безопасности зданий и сооружений является важнейшей научно-практической задачей, поскольку в помещениях современный человек проводит около 7 000 часов в год. Степень экологической безопасности внутренней среды определяется ее микроклиматом, световым режимом, уровнем шумов и вибраций, а также интенсивностью ионизирующих и неионизирующих излучений. В современных зданиях присутствует значительное число вредных факторов физической и химической природы, однако наибольший вред здоровью наносит действие радиоактивных излучений.

В настоящее время экспериментально установлено, что большую часть дозы человек получает в помещениях зданий от естественной радиации, тогда как вклад техногенных источников ионизирующего излучения в годовую дозу не превышает 10% [1; 2]. Радон со своими дочерними продуктами распада (ДПР) формирует порядка 60-75% годовой дозы, еще больший вклад отмечен в Республиках Алтай и Тыва, Ставропольском крае и Еврейском автономном округе [3; 4].

Более тридцати лет назад радон по воздействию на человека был отнесен Всемирной организацией здравоохранения к классу легочных канцерогенов [5], убедительные доказательства других негативных проявлений его влияния на человека на данный момент не представлены. Однако для современного общества характерно недопонимание радоновой проблемы, а среди населения бытует убеждение, что главную угрозу здоровью могут представлять только радиационные аварии и утечки радиоактивных отходов [6].

Термин «облучение радоном» является достаточно условным, поскольку более 95% дозы облучения легких формирует не сам радон, а его дочерние продукты распада, адсорбированные на частицах пыли, содержащихся в воздухе

помещений. Эти продукты распада попадают в легкие вместе со вдыхаемым воздухом, осаждаются в дыхательных путях, где и испытывают распад не успевая вывестись из-за малого периода полураспада $T_{1/2}$. Значимый вклад во внутреннее облучение человека имеют ДПР двух природных изотопов – радона-222 и радона-220 (торона).

Радон – химический элемент с порядковым номером 86 нулевой группы периодической системы, благородный радиоактивный одноатомный газ без цвета и запаха, не имеющий стабильных изотопов и образующийся в семействах урана, тория и актиния. Его основной радионуклид ^{222}Rn имеет 10 ДПР (рис. 1, а), из которых опасность для здоровья представляют лишь короткоживущие излучатели ^{218}Po (RaA), ^{214}Pb (RaB) и ^{214}Bi (RaC).

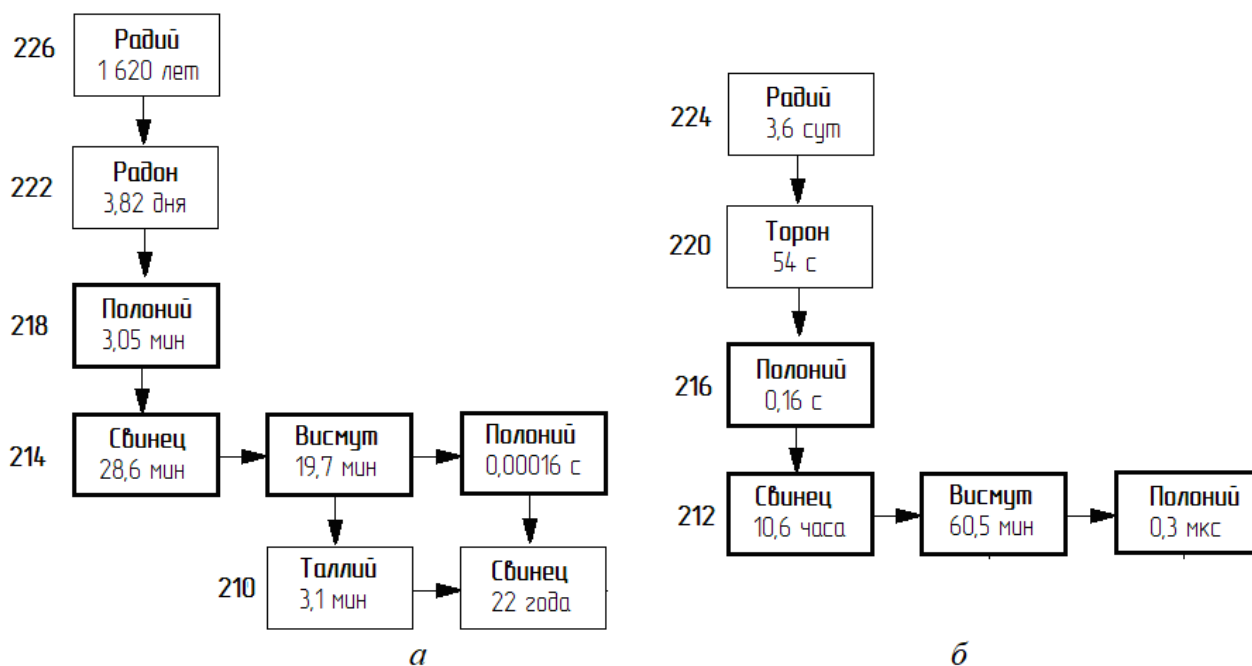


Рис. 1. Схема образования изотопов радона и их дочерних продуктов распада

Изотоп ^{220}Rn (торон) – продукт превращений семейства тория, имеющий период полураспада $T_{1/2} = 54,5$ с, из-за чего он не успевает далеко мигрировать от источника образования. Дозу облучения тороном также формируют короткоживущие альфа-излучатели ^{216}Po (ThA), ^{212}Pb (ThB), ^{212}Bi (ThC), ^{212}Po (ThC') и ^{208}Tl (ThC''), схема образования которых показана на рис. 1, б. Вклад в суммарную дозу внутреннего облучения ДПР торона не превышает 10% от дозы облучения ДПР радона-222.

Радон достаточно быстро приходит в равновесие со своими дочерними продуктами, поэтому его содержание может быть выражено эквивалентной равновесной объемной активностью (ЭРОА) – объемной активностью газообразного радона в равновесии с его короткоживущими ДПР, имеющей такую же удельную потенциальную энергию альфа-излучения, как и данная неравновесная смесь. ЭРОА каждого из изотопов определяется соотношениями

$$\begin{aligned} \text{ЭРОА}_{\text{Rn}} &= 0,105 \cdot \text{RaA} + 0,515 \cdot \text{RaB} + 0,380 \cdot \text{RaC}, \\ \text{ЭРОА}_{\text{Tn}} &= 0,913 \cdot \text{ThB} + 0,087 \cdot \text{ThC}, \end{aligned}$$

а суммарная активность всех изотопов в воздухе помещений

$$\text{ЭРОА} = \text{ЭРОА}_{Rn} + 4,6 \cdot \text{ЭРОА}_{Tn}.$$

Единицей активности радона является беккерель на метр кубический ($\text{Бк}/\text{м}^3$) – активность, при которой за 1 с в 1 м^3 воздуха имеет место один акт распада.

Облучение радоном относится к техногенно-измененному естественному облучению, поскольку его источником являются естественные радионуклиды в природных и строительных материалах, а деятельность человека только создает условия для накопления радона в опасных концентрациях. На открытой местности радон безопасен независимо от содержания радионуклидов в подстилающем грунте, его среднемировая активность в атмосферном воздухе не превышает $10 \text{ Бк}/\text{м}^3$.

Во всем мире реализуется единый подход к защите населения от радона в зданиях, в рамках которого устанавливаются уровни действия по объемной активности (ОА) радона или эквивалентной равновесной объемной активности дочерних продуктов радона в помещении. Данные величины связаны между собой безразмерным коэффициентом радиоактивного равновесия F

$$\text{ЭРОА} = \text{ОА} \cdot F,$$

который может принимать значения в диапазоне $0 < F < 1$. При этом близкие к нулю значения соответствуют условиям постоянного воздухообмена высокой кратности, а близкие к единице – «закрытым» (то есть не вентилируемым и не открывавшимся не менее 24 ч) помещениям.

В Российской Федерации нормирование содержания радона в воздухе помещений производится в единицах ЭРОА, при этом законодательно установлен двухуровневый норматив: не более $200 \text{ Бк}/\text{м}^3$ – в эксплуатируемых зданиях и не более $100 \text{ Бк}/\text{м}^3$ в новых (построенных по современным технологиям) и реконструируемых зданиях [7]. Для таких уровней теоретически обоснована крайне малая вероятность возникновения рака легкого у человека на протяжении всей жизни при отсутствии действия сопутствующих синергетических факторов (для радона основным таким фактором выступает курение).

Высокие уровни радона в воздухе помещений возможны только при одновременном присутствии в окрестности здания источника радона, путей и движущих сил его переноса к подземным ограждающим конструкциям, а также путей поступления непосредственно в здание. Грунт под зданием является единственным источником поступления радона, способным обеспечить превышение установленных контрольных уровней. Вклад второго по мощности источника поступления – выделения радона из материалов ограждающих конструкций зданий – крайне редко превышает 10% в условиях радиационного контроля сырья в строительном производстве. В таких условиях повышенное облучение радоном чаще всего имеет место в помещениях нижнего этажа, непосредственно контактирующего с грунтовым основанием. Исключения составляют случаи, когда в здании существуют условия для интенсивного переноса воздушных масс на верхние этажи.

Поскольку до 90% радона в воздухе помещений нижнего этажа поступает из грунтового основания, то понимание механизма переноса радона из грунта в здание имеет первостепенное значение при разработке эффективного подхода к созданию радиационно-безопасного строительного объекта. Поступление радона в здания и сооружения происходит посредством конвективного и диффузионного механизмов

$$S_{Rn} t = S_D \Delta C_{Rn} + S_A t, \Delta P, \quad (3)$$

где $S_D (\Delta C)$ – диффузионное поступление радона; $S_A (t, \Delta P)$ – конвективное поступление радона.

Движущей силой диффузионного поступления является огромная разность концентраций радона в почвенном воздухе и воздухе помещения, а для реализации конвективного переноса необходима разность давлений внутри/снаружи здания и неплотности в подземной части его оболочки. Чаще всего один из этих механизмов является доминирующим, а вкладом второго можно пренебречь. В домах без монолитного фундамента или с дефектами плит основания доминирует конвекция, тогда как для зданий, построенных по современным технологиям с герметичной конструкцией пола из материалов с высоким сопротивлением радонопроницанию, диффузия остается единственным механизмом поступления.

Радоновая обстановка в здании определяется целой группой факторов различной природы:

- метеорологических – температура атмосферного воздуха формирует ту самую разность давлений, которая является движущей силой конвективного поступления радона;
- геофизических – содержание материнского радия в грунтовом основании определяет радоновую нагрузку (разность концентраций) на подземные ограждающие конструкции;
- архитектурных – конструкция и исполнение подземной части здания определяют объем поступающего почвенного воздуха;
- эксплуатационных – на уровни радона в помещениях существенное влияние оказывают условия воздухообмена.

Современную точку зрения на обеспечение радонобезопасности здания можно сформулировать следующим образом: конструкция здания сама по себе должна обеспечивать поступление радона в объемах, не превышающих допустимые. Необходимость же использования систем вентиляции для удаления избыточного радона указывает на ошибки в проектировании конструкции пола.

Исследования степени радоноопасности городского хозяйства, проводимые в последние годы в Луганске, позволяют нам утверждать, что именно конструкция основания здания оказывает решающее влияние на радоновую ситуацию в помещениях нижнего этажа.

На рис. 2 представлены средние за период измерений (весна-осень) значения ЭРОА радона в зданиях без монолитного фундамента – в частном жилье (рис. 1, а) и одном из детских садов (рис. 1, б) наиболее радоноопасного Каменнобродского района Луганска. Превышение установленных уровней отме-

чены практически для всех объектов исследования в этом районе, имевших сходную конструкцию пола.

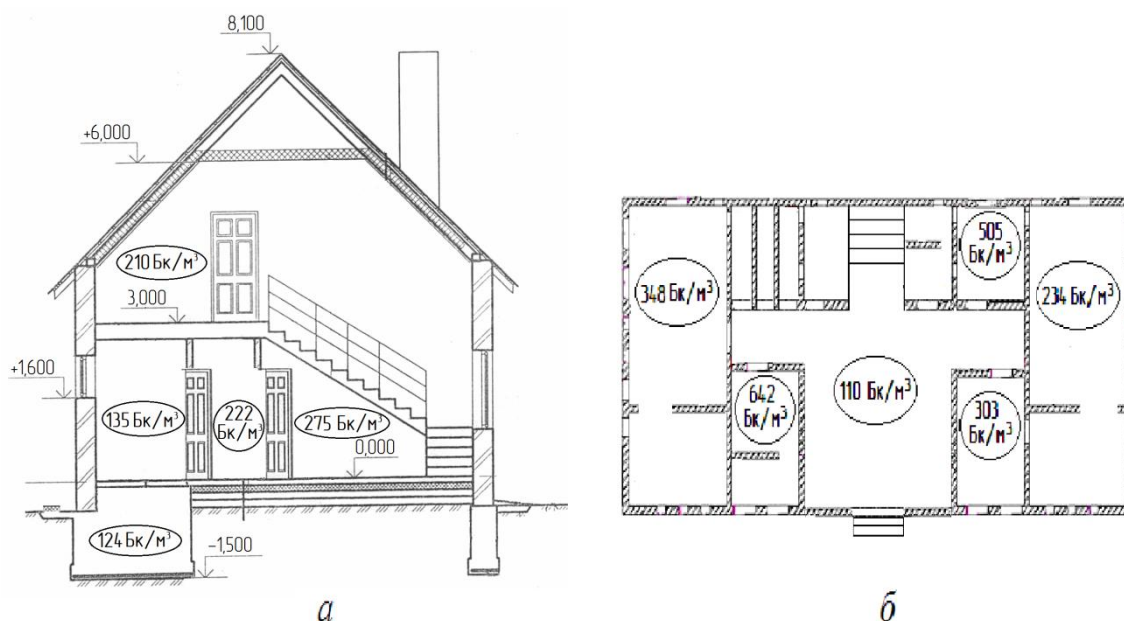


Рис.2. Средние уровни радона в объектах исследования:
a – частный жилой дом;
б – первый этаж детского ясли-сада № 57 (без подвала)

В то же время, не превышали 50 Бк/м^3 уровни радона в помещениях цокольного этажа двух школ, имеющих в основании бетонную плиту, опирающуюся на ростверк, и расположенных в непосредственной близости от объектов, показанных на рис. 2.

Выполненный в НИИ Строительной физики РААСН гамма-спектрометрический анализ грунта, отобранного на глубине закладки фундамента в данном дошкольном учреждении, показал обычное содержание радия в нем

$$C_{Ra} = 35,0 \pm 6,8 \text{ Бк/кг},$$

при удельной эффективной активности естественных радионуклидов

$$A_{эфф} = 104,5 \pm 22,9 \text{ Бк/кг}.$$

Близкие значения C_{Ra} и $A_{эфф}$ были получены и для пробы грунта с территории частного домостроения. Таким образом, по геофизическим характеристикам данный грунт характеризуется средним содержанием радия, а это значит, что проблема облучения радоном актуальна и для территорий, не относящихся к потенциально радоноопасным.

Описанные выше результаты исследований и позволяют нам предполагать доминирующую роль конструкции основания в формировании радоновой обстановки в здании. В таких условиях подземные ограждающие конструкции должны делать невозможным конвективное поступление радона и сводить к минимуму диффузионное, которое является постоянно действующим. Страте-

гия обеспечения радоновой безопасности здания при его проектировании может выглядеть следующим образом:

1. Определение радоновой нагрузки ΔA на подземные ограждающие конструкции здания. Ее можно принять равной радоновому потенциалу грунта Π_{Rn} – максимальной активности радона в грунте, которая достигается на глубине от 3 до 10 м (в зависимости от его проницаемости)

$$\Delta A \approx C_{Ra} \rho k_{эм},$$

где C_{Ra} – удельная активность радия в грунте, Бк/кг; ρ – плотность грунта, кг/м³; $k_{эм}$ – коэффициент эманирования радона.

Удельная активность радия определяется гамма-спектрометрическим методом, ним же может быть определен и коэффициент эманирования. Методика определения $k_{эм}$ состоит в измерении разности удельных активностей пробы сразу после отбора и после ее герметизации на время установления радиоактивного равновесия.

2. Определение предельной допустимой плотности потока радона из грунта через граничащую с ним конструкцию пола q_n , Бк/(м²·с) из уравнения радонового баланса помещения

$$\text{ЭРОА} = \frac{1,1 \cdot q_n S_n}{V(\lambda + \lambda_B)}, \quad (1)$$

где S_n – площадь граничащей с грунтом конструкции пола; λ – постоянная распада радона, с⁻¹; λ_B – воздухообмен в помещении, с⁻¹.

В формуле (1) ЭРОА представляет собой запланированное значение объемной активности в процессе эксплуатации здания. Вклад выделения радона из материалов ограждающих конструкций в (1) принят постоянным и равным 10% от его поступления через конструкцию пола.

3. Расчет требуемого сопротивления радонопроницанию конструкции пола R , с/м по формуле

$$q_n = \frac{\Delta A}{R}.$$

4. Разработка конструкции заглубленной части здания. Чаще всего радонозащитные свойства здания определяются двумя наименее радонопроницаемыми слоями конструкции пола (бетон и гидрогазоизоляция). В этом случае из уравнения сопротивления радонопроницанию двухслойной конструкции при известных характеристиках бетона и гидрогазоизоляции можно определить минимальную необходимую толщину бетонной плиты

$$R = \frac{1}{\sqrt{\lambda D_2}} \cdot ch\left(h_1 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_1}}\right) sh\left(h_2 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_2}}\right) + \frac{1}{\sqrt{\lambda D_1}} sh\left(h_1 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_1}}\right) ch\left(h_2 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_2}}\right), \quad (2)$$

где h_1 и h_2 – толщина бетона и гидрогазоизоляции, соответственно, м; D_1 и D_2 – коэффициент диффузии радона в этих материалах, м²/с

Если же гидрогазоизоляция не используется в проектируемой конструкции, то формула (2) существенно упрощается и принимает вид

$$R_{mp} = \frac{1}{\sqrt{\lambda D}} \cdot sh\left(H \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D}}\right), \quad (3)$$

где H – толщина слоя бетона, м; D – коэффициент диффузии радона в бетоне, $\text{м}^2/\text{с}$.

Определение толщины бетонной плиты при известном коэффициенте диффузии радона в бетоне по формуле (3) не составит труда. Таким образом, проведенные исследования позволяют нам сделать следующие выводы:

1. Облучение радоном в помещениях наносит значительный социальный ущерб, ухудшая генофонд населения РФ.

2. Государственная стратегия в сфере радоновой безопасности должна быть направлена на максимально достижимое снижение числа случаев возникновения рака легкого от радоновой экспозиции, то есть на уменьшение число лиц, подвергающихся облучению сверх предельно допустимого.

3. Эффективное ограничение уровней радона в помещениях возможно реализовать исключительно посредством строительных технологий. Радонобезопасность здания может быть обеспечена практически на любой территории при условии рационального проектирования подземных ограждающих конструкций и использования при их производстве материалов с высоким сопротивлением радонопроницанию.

Список литературы

1. Гулабянц, Л.А. Роль радона в сфере жизнедеятельности человека / Л.А. Гулабянц // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2013. № 4. С. 78-82.

2. Тихонов, М.Н. Радоновая опасность: источники, дозы и нерешенные вопросы / М.Н. Тихонов. М.: ВИНТИ, 2008. Вып.3. С. 29-51.

3. Мирончик, А.Ф. Естественные радиоактивные вещества в атмосфере и воздухе жилых помещений Республики Беларусь / А.Ф. Мирончик // Вестник Белорусско-Российского университета. 2007. № 4 (17). С. 162-171.

4. Кормановская, Т.А. Дозы природного облучения населения Сибирского Федерального Округа / Т.А. Кормановская // Вести МАНЭБ в Омской области. 2013. № 3. С. 13-16.

5. Принципы нормирования облучения населения от естественных источников ионизирующих излучений. Публикация 39 МКРЗ. М.: Энергоатомиздат, 1986. 129 с.

6. Яблоков, А.В. Миф о безопасности малых доз радиации: Атомная мифология / А.В. Яблоков. М.: Центр экологической политики России, ООО «Проект-Ф», 2002. 145 с.

7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы СП 2.6.1.758-99. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. 116 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ХРОМАТО-ДЕСОРБЦИОННЫМ СПОСОБОМ

Р.С. Гусейнова, А.С. Карсункина

Научный руководитель – И.Н. Колесниченко, к.х.н., доцент

Самарский национальный исследовательский университет

им. академика С.П. Королева

Аннотация. В данной работе изучена возможность применения наноструктурированных сорбентов для получения газовых смесей ароматических углеводородов хромато-десорбционным способом. Были разработаны хромато-десорбционные микросистемы инъекционного типа на основе модифицированных инертных и наноструктурированных сорбентов. Установлено, что хромато-десорбционные микросистемы на основе углеродных нанотрубок являются наиболее эффективной конфигурацией для получения газовых смесей бензола.

Ключевые слова: *газовая хроматография, газовые смеси, хромато-десорбционный способ, хромато-десорбционные микросистемы, ароматические углеводороды, наноструктурированные сорбенты.*

APPLICATION OF NANOSTRUCTURED SORBENTS FOR OBTAINING GAS MIXTURES OF AROMATIC HYDROCARBONS IN CHROMATO-DESORPTION METHOD

R.S. Guseynova, A.S. Karsunkina, 1st year master students

Scientific adviser - I.N. Kolesnichenko, Ph.D., associate professor

Samara National Research University named after academician S.P. Korolev

Abstract. In this work, we studied the possibility of using nanostructured sorbents for producing gas mixtures of aromatic hydrocarbons in a chromato-desorption method. Chromato-desorption microsystems of the injection type were developed on the basis of modified inert and nanostructured sorbents. It has been established that chromato-desorption microsystems based on carbon nanotubes are the most efficient configuration for producing benzene gas mixtures.

Keywords: *gas chromatography, gas mixtures, chromato-desorption method, chromato-desorption microsystems, aromatic hydrocarbons, nanostructured sorbents.*

На сегодняшний день остро стоит вопрос о защите окружающей среды. Главный вклад в загрязнение воздушного бассейна вносит промышленность (тепловые электростанции, металлургические заводы, нефтеперерабатывающие предприятия, мусоросжигательные заводы и т.д.). В атмосфере может постоянно находиться более 300 потенциальных загрязнителей, причем их число растет. Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха являются: диоксид серы, оксиды азота, диоксид углерода, ртуть, свинец, монооксид углерода, фториды, асбест, мышьяк, ароматические углеводороды. Летучие органические соединения (ЛОС) именно в силу своей летучести чаще всего попадают в атмосферный воздух [1].

Анализ органических соединений в образцах, характеризующихся разным составом матрицы, очень важен во многих областях. Подавляющее большинство определений органических соединений проводят с использованием методов газовой или жидкостной хроматографии. Хроматографические методы более экологичны на всех этапах анализа: от сбора проб и подготовки до разделения и окончательного определения и соответствуют требованиям «зеленой химии», «чистой химии», «доброкачественной химии» и т. д. – т.е., используют подходы, которые минимизируют использование сырья, потребления реагентов и энергии, а также образования отходов в химической промышленности [2].

Требования к качеству газовых смесей непрерывно растут в связи с увеличением методов контроля и мониторинга газовой среды и, соответственно, количества газоаналитических приборов, т.к. проверка газоанализаторов осуществляется с помощью газовых смесей с заданными метрологическими характеристиками [3].

Целью данной работы является применение наноструктурированных сорбентов для получения газовых смесей ароматических углеводородов хромато-десорбционным способом.

Исходя из цели работы, были поставлены следующие задачи:

1) изучить современные сорбенты, пригодные для изготовления хромато-десорбционных систем;

2) изготовить хромато-десорбционные микросистемы (ХДМС) инъекционного типа на основе модифицированных инертных и наноструктурированных сорбентов.

3) экспериментально определить оптимальные условия получения газовых смесей ароматических углеводородов хромато-десорбционным способом с использованием микросистем инъекционного типа на основе модифицированных инертных и наноструктурированных сорбентов.

4) провести оценку сорбционно-десорбционных и метрологических характеристик разработанных микроконцентрационных систем на основе модифицированных инертных и наноструктурированных сорбентов.

В качестве проточного трубчатого контейнера известного объема были использованы медицинские иглы диаметром 0,7 мм и длиной 40 мм. Выходное отверстие игл было завальцовано для предотвращения высыпания сорбента.

В качестве сорбентов применялись: углеродные нанотрубки (УНТ), хроматон N-AW-DMCS (хроматон N, отмытый соляной кислотой и силанизированный диметилдихлорсиланом) с нанесенной неподвижной жидкой фазой (НЖФ) OV-17 (фенилметилсиликоновое масло) и порапак Q (неполярный пористый полимер универсального назначения, особенно эффективен для алифатических углеводородов).

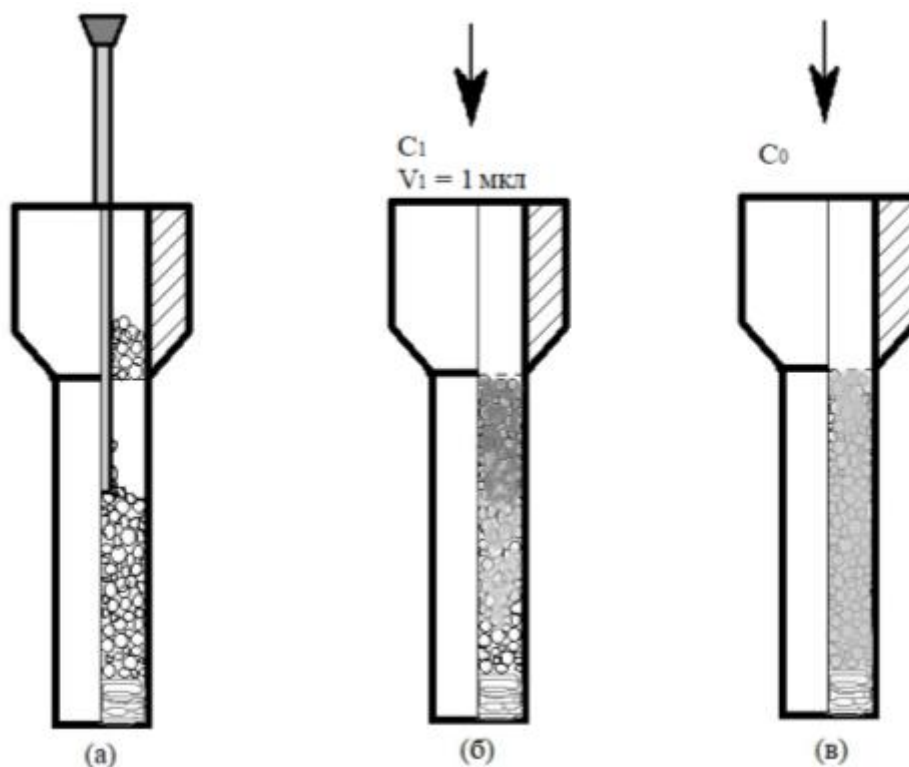
В качестве целевого компонента для насыщения микросистем использовался бензол.

В данной работе осуществлялось создание газовой смеси 2-го разряда.

Процесс приготовления хромато-десорбционной микросистемы проводился в несколько этапов (см.рис. 1). На первом этапе – трубчатый контейнер (ме-

дицинская игла длиной 40 мм с внутренним диаметром 0,6 мм) равномерно заполнялся одним из сорбентов. Второй этап, предподготовка, заключался в насыщении системы целевым компонентом капельным методом (1 мкл бензола). Затем для равномерного распределения компонента через систему продувались 5 мл воздуха. Перечисленные этапы проводились при комнатной температуре.

Для изучения сорбционно-десорбционных и метрологических характеристик 0,5 мл пробы вводились в газовый хроматограф. Время выхода интересующего компонента составляло 5,5 мин. Десорбция проводилась при температурах 100 и 150 °С.



а – первый этап, заполнение сорбентом
 б – второй этап, насыщение целевым компонентом
 в – третий этап, равномерное распределение компонента

Рис.1. Этапы приготовления ХДМС

Для построения градуировочной зависимости были использованы газовые смеси, приготовленные статическим объеметрическим методом. В качестве ёмкости использовался тедларовый пакет (объемом 1 л). Затем методом статического разбавления исходной смеси (0,9 мг/дм³) в 10 и 100 раз приготавливались газовые смеси меньшей концентрации.

На рис.2-4 представлены зависимости сигнала детектора от количества дискретных вводов, полученные при использовании изготовленных хромато-десорбционных микросистем. Как видно из представленных данных получен-

ные зависимости имеют характеристический профиль полинома, т.е. имеет место чередование экспоненциальных и квазилинейных участков.

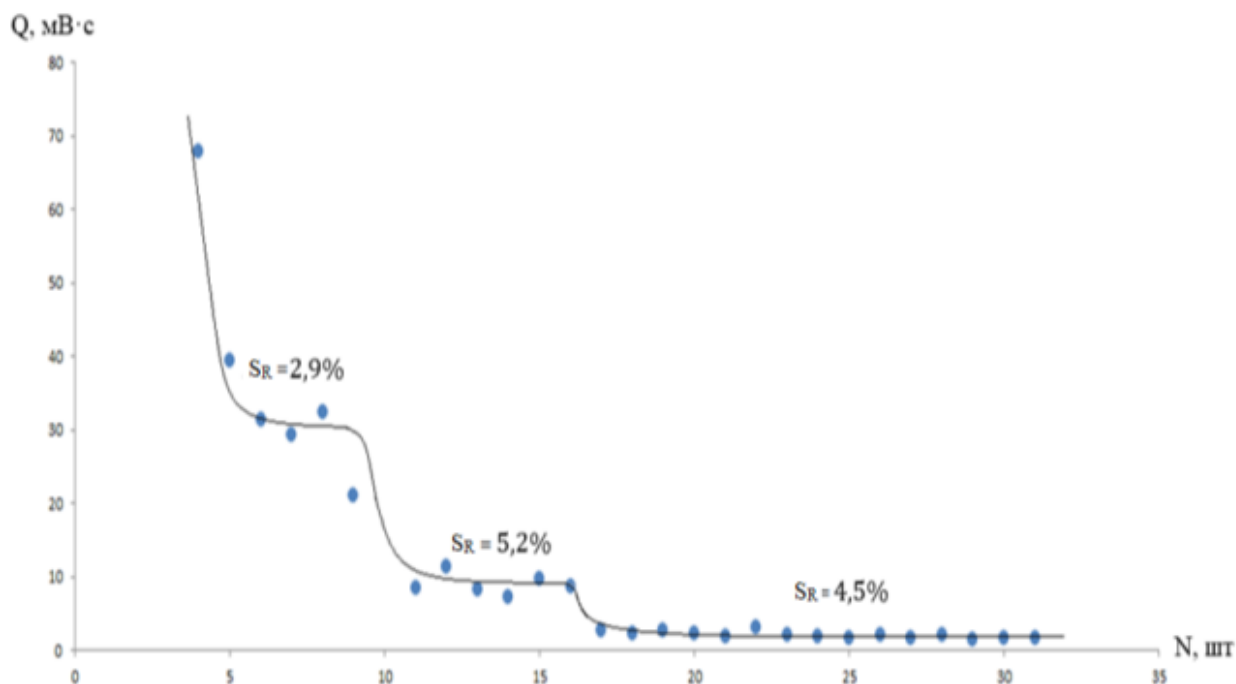


Рис.2. Зависимость сигнала детектора от количества дискретных вводов, полученная при использовании изготовленной ХДМС, заполненной хроматом N-AW-DMCS с НЖФ 25%

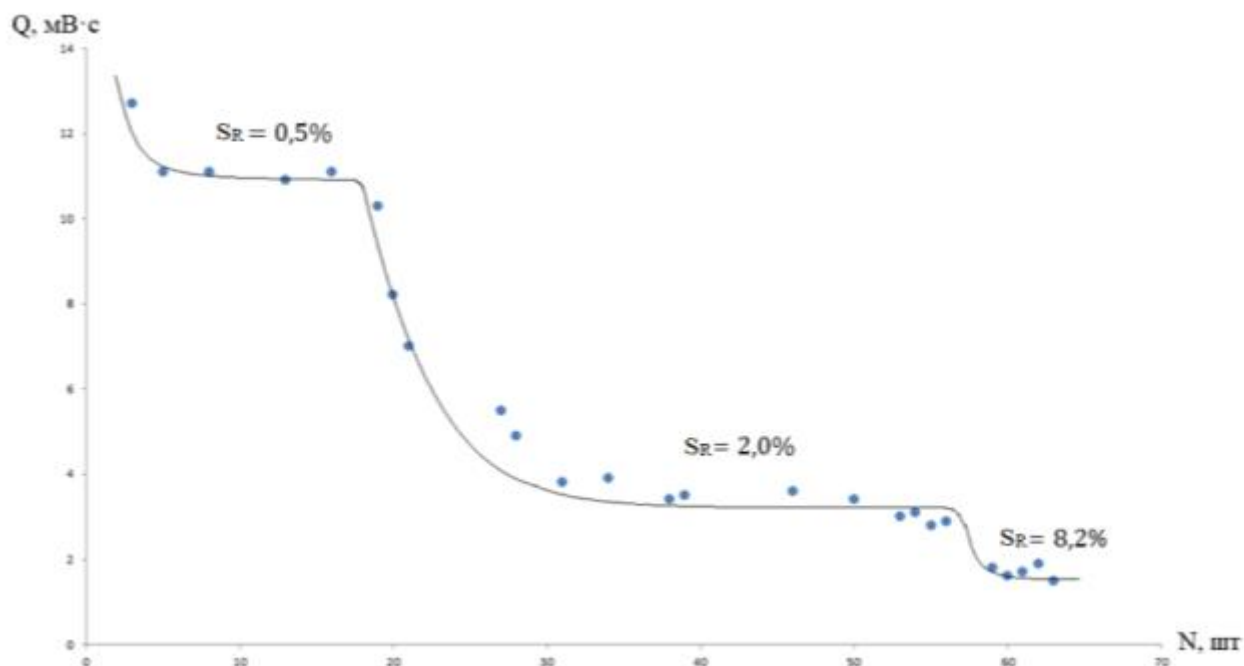


Рис.3. Зависимость сигнала детектора от количества дискретных вводов, полученная при использовании изготовленной ХДМС, заполненной УНТ

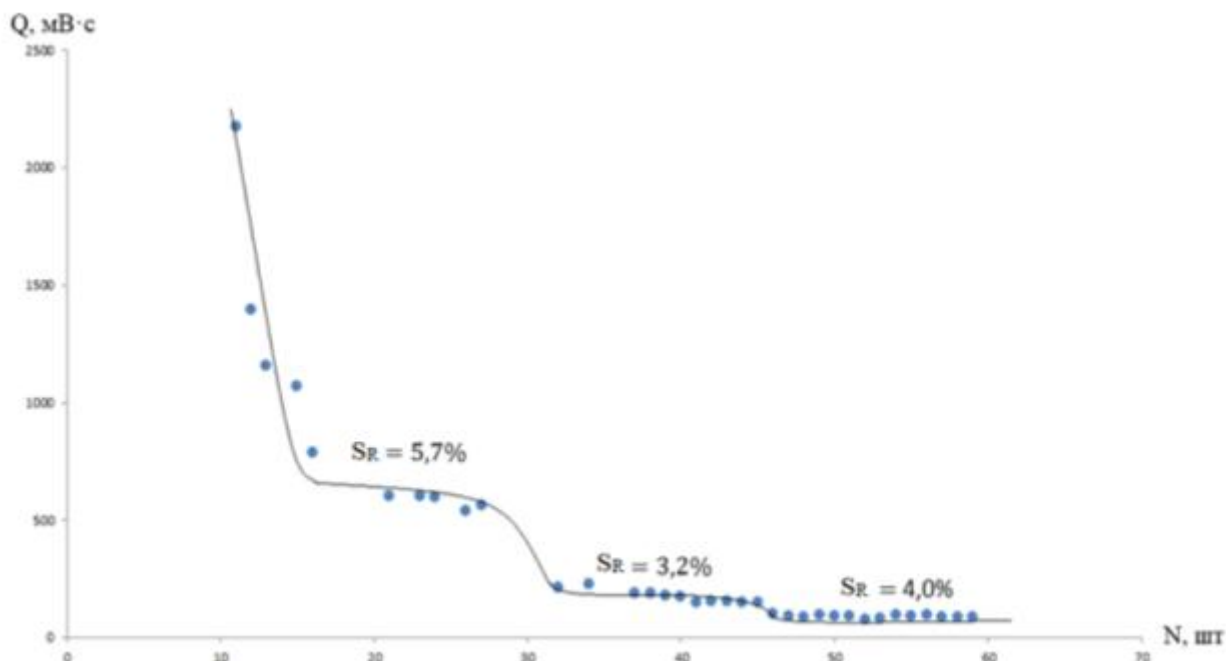


Рисунок 4 – Зависимость сигнала детектора от количества дискретных вводов, полученная при использовании изготовленной ХДМС, заполненной порпаком Q

При анализе полученной зависимости для хромато-десорбционной микро-системы можно выделить 3 горизонтальные «ступени». Продолжительность каждой ступени от 3 до 15 дискретных вводов. Каждая ступень соответствует получению газовой смеси с определенной концентрацией. В табл.1 представлены результаты расчета концентрации бензола в газовой смеси, получаемой хромато-десорбционным способом, на каждой из предполагаемых ступеней.

Таблица 1
Концентрации аналита в газовых смесях, полученных с использованием хромато-десорбционных микросистем

№	Сорбент	Ступень	Средняя концентрация бензола, мг/дм ³	S_R , %
1	Хроматон N-AW-DMCS с НЖФ 25%	1	0,066	2,9
		2	0,017	5,2
		3	0,004	4,5
2	Углеродные нанотрубки	1	0,023	0,5
		2	0,008	2,0
		3	0,004	8,2
3	Порапак Q	1	1,196	5,7
		2	0,397	3,2
		3	0,185	4,0

Как видно из представленных данных, системы с УНТ позволяют получать газовые смеси с большей стабильностью поддержания состава. Так по сравне-

нию с порпаком Q, стабильность на первой и второй ступенях больше на 5,2% и 1,2% соответственно. Системы с хроматоном N-AW-DMCS позволяют получать не менее 3 газовых смесей различной концентрации, однако стабильность поддержания состава на каждой ступени составляет 2,9%, 5,2% и 4,5% соответственно. При этом, чем меньше концентрация, тем больше стабильность состава, что обусловлено установлением динамического равновесия в системе и реализацией буферного эффекта в гетерогенных системах «газ-жидкость» или «газ-адсорбент».

Таким образом, в данной работе были изготовлены хромато-десорбционные микросистемы инъекционного типа на основе модифицированных инертных и наноструктурированных сорбентов (хроматон N-AW-DMCS с OV-17, 25%, УНТ, порпак Q), пригодные для получения калибровочных газовых смесей, содержащих бензол.

Экспериментально определены оптимальные температурные условия получения газовых смесей. Показано, что система, заполненная углеродными нанотрубками, является наиболее эффективной для хромато-десорбционного получения газовых смесей бензола. Использование таких систем позволяет получать не менее трех газовых смесей с различной концентрацией бензола (0,004-0,023 мг/дм³), при этом стабильность поддержания состава в течение 4-10 дискретных вводов составляет 0,5-8,2%.

Следует отметить то, что подобные микросистемы отвечают принципу миниатюризации, что позволяет минимизировать использование сырья, потребления реагентов и энергии, а также образования отходов в химической промышленности.

Список литературы

1. Другов, Ю.С. Мониторинг органических загрязнителей природной среды. 500 методик: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. М.:Бином, 2009. 893 с.
2. Płotka, J. Green chromatography / J. Płotka // Journal of Chromatography A. 2013. V. 1307. P. 1-20.
3. Słomińska, M. New Technique of Preparation of Standard Gaseous Mixtures Needed for Validation of Analytical Procedures Used in Environmental Studies / M. Słomińska, P. Konieczka, J.Namieśnik // 5th International Conference on Environmental Science and Technology, IPCBEE. 2014. V. 69, № 7. P. 1-5.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

А.С. Клёнов, Е.С. Воропай

Луганский национальный университет имени Т. Шевченко

Аннотация. Безопасность может быть обеспечена только с учетом устойчивого развития. Чтобы это произошло, приоритеты государства должны быть изменены с экономической на экологическую направленность. В статье, определяется место и роль безопасности в национальной безопасности страны, обсуждаются некоторые вопросы экологической безопасности в государстве, предлагается механизм для обеспечения экологической безопасно-

сти. Кроме того, объясняется необходимость экологического образования для обеспечения экологической безопасности с точки зрения устойчивого развития.

Ключевые слова: экологический кризис, экологическая безопасность, устойчивое развитие, экологическая культура, экологическое образование.

ENVIRONMENTAL SAFETY

A.S. Klenov, E.S. Voropay

Lugansk national university named after T. Shevchenko

Abstract. Safety can be ensured only with regard to sustainable development. For this to happen, the priorities of the state must be changed from an economic one to an environmental one. The article defines the place and role of security in the national security of the country, discusses some issues of environmental safety in the state, proposes a mechanism for ensuring environmental safety. In addition, due to the need for environmental education to ensure environmental safety in terms of sustainable development.

Keywords: *ecological crisis, environmental security, sustainable development, environmental culture, environmental education.*

Проблемы экологической безопасности как составляющей общей системы национальной безопасности, определяет состояние защищенности личности, общества, государства от неблагоприятного воздействия окружающей среды, обусловленного природными и антропогенными факторами, чрезвычайно высокой техногенной нагрузкой на территорию. Проявления опасности для здоровья и жизни людей в разных регионах, вследствие негативного влияния техногенной деятельности и опасных природных процессов в последнее время приобретают тенденцию к росту. Лишь на отдельных территориях экологическая ситуация стабилизировалась и постепенно приобретает тенденцию к улучшению, что обусловлено спадом промышленного производства. Значительное сокращение объемов производства, которое произошло в течение последнего десятилетия, хотя и уменьшило антропогенное воздействие на окружающую среду, но и имело негативные социальные и демографические последствия – привело к расширению масштабов бедности населения страны и сокращение его численности. Основными причинами нынешней неудовлетворительной экологической ситуации следует считать:

- предпочтение развитию сырье-добывающих экологически опасных отраслей;
- высокий уровень концентрации опасных предприятий;
- устаревшие технологии;
- износ основных фондов предприятий;
- низкий уровень культуры производства и нарушение проектных технологических режимов;
- значительные объемы накопленных в течение десятилетий отходов, которые могут привести к опасным экологическим ситуациям;
- финансовые трудности предприятий, которые ограничивают возможности предприятий внедрять природоохранные мероприятия.

На сегодня износ основных производственных фондов большинства отраслей народного хозяйства составляет в среднем 50%, к тому же темпы обновления фондов не соответствуют темпам их износа [1]. Экономике присущ высокий удельный вес ресурсоемких и энергоемких технологий, внедрение и наращивание которых осуществлялось самым дешевым способом – без строительства соответствующих очистных сооружений. Это стало возможным при отсутствии эффективно действующих правовых, административных и экономических механизмов природопользования. На сегодняшний день до сих пор не существует экономических стимулов внедрения экологически безопасных технологий, низким остается уровень применения инновационных, ресурсосберегающих и природоохранных технологий, включая и технологии переработки, утилизации и уничтожения отходов. Ситуация, которая сложилась в сфере обращения с отходами в результате образования крупных их объемов и отсутствии в течение длительного времени адекватной реакции на создаваемую ими опасность, остается кризисной. Ограничение объемов образования отходов, расширения сферы, связанной с их утилизацией, обезвреживание и экологически безопасное удаление, и последовательное уменьшение их накоплений, должно стать одной из важнейших задач [2, с. 17].

Основную нагрузку на окружающую среду в промышленном секторе производят предприятия химической, металлургической, горнодобывающей отраслей и электроэнергетики. На их долю приходится почти треть объема продукции. Немалая часть территории находится в неудовлетворительном состоянии из-за перенасыщения почв различными токсичными соединениями. Основные источники их загрязнения – сельское хозяйство, промышленность и транспорт. Они представляют собой непосредственную угрозу здоровью человека – широкое применение в хозяйстве государства вредных химических соединений, контроль над использованием которых в значительной степени сейчас потеряно, выбросы газообразных отходов в атмосферу городов, плохо очищенные водные стоки тому подобное. В сельском хозяйстве, как известно, минеральные удобрения всегда использовались в значительно меньших размерах, чем в развитых государствах Запада [3, С. 15]. Отдельную проблему составляет крупномасштабное нефтехимическое загрязнение подземных вод и почв. Характерной чертой переходного этапа является наличие большого количества финансовых проблем, что влечет за собой крайне ограниченные инвестиции на восстановление и охрану окружающей среды, ограничения ассигнований на внедрение превентивных мер безопасности повышает уровень риска возникновения аварий с экологическими последствиями. Аварии на промышленных предприятиях и связанная с ними проблема предупреждения ухудшение экологической обстановки, главным образом, обусловленные низким уровнем безопасности производства, недостаточной подготовкой кадрового ресурса, устаревшими технологиями или недостаточным обеспечением выполнения технологических регламентов и тому подобное. Вследствие промышленных аварий возникают антропогенные изменения экосистемы, длительное воздействие влияет на здоровье и благосостояние людей, и состояние окружающей среды [1]. Совершенствова-

ние системы обеспечения экологической безопасности, должно стать одним из приоритетных направлений государственной политики на основе системного анализа с учетом процессов трансформации в экономике и государственном управлении, которые имеют место на нынешнем этапе развития государства. Основной задачей на ближайшую перспективу является минимизация повышения уровня антропогенного воздействия на окружающую среду, замена технологий и техническое переоснащение предприятий требует значительных капиталовложений, в связи со спадом производства и неблагоприятным инвестиционным климатом на ближайшую перспективу является малореальным. Сегодня нужно осуществлять самоокупающуюся модернизацию с применением системно-экологического подхода, который должен предусматривать комплекс технологических, управленческих и хозяйственных усовершенствований и нововведений, направленных на улучшение экологических характеристик производства. Система экологического управления на предприятиях должна стать неотъемлемой составляющей общей системы их управления. Решение по вопросам эко производства должны приниматься на основе выводов и рекомендаций экологического аудита. Первоочередного решения требуют следующие вопросы:

- обеспечение соблюдения требований экологической безопасности в энергетике;
- разработка комплекса технологий, методик и технических средств для оценки экологической безопасности автомобилей при их эксплуатации;
- достижение экологической безопасности при обращении с отходами;
- достижение стабильной и гарантированной экологической безопасности военной деятельности и конверсии военно-промышленного комплекса.

Центральные и местные органы исполнительной власти должны обеспечить решение вышеупомянутых вопросов в рамках отраслевых и региональных программ [2, с. 93]. К основным угрозам в экологической сфере относятся:

- значительное антропогенное нарушение и техногенная перегруженность территории, рост рисков возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характеров;
- ухудшение экологического состояния водных бассейнов;
- неконтролируемый ввоз экологически опасных технологий, веществ, материалов, возбудителей болезней, опасных для людей, животных, растений и организмов, экологически необоснованное использование генетически измененных растений, организмов, веществ и производных продуктов;
- устарелость и недостаточная эффективность комплексов по утилизации токсичных и экологически опасных отходов [1]. На сегодня целостная система регулирования экологической безопасности находится на стадии формирования. Правовые отношения в сфере обеспечения природно-техногенной безопасности регулируются многочисленными законодательными и подзаконными актами, которые определяют требования по экологической безопасности для различных видов деятельности. Однако эти нормативно-правовые акты, различные по уровням и назначению, не имеют сегодня надлежащего согласования и носят

преимущественно ведомственный характер. Существующая система имеет немало недоработок:

- ограничения и регулирования деятельности происходит на уровне подзаконных актов за лицензии и разрешения, нормы которых иногда противоречат друг другу, что, в свою очередь, приводит к многогранному пониманию самой сути экологической безопасности и препятствует эффективной реализации установленных норм субъектами права;

- отсутствуют также обоснованные критерии ранжирования по степени опасности и факторами негативного воздействия на окружающую среду потенциально опасных объектов, что не позволяет определять приоритеты в принятии управленческих решений и проводить инвентаризацию потенциально опасных производств [2, с. 105].

За основу ранжирования потенциально опасных производств и территорий по степени экологической опасности в международной практике введен принцип оценки риска.

Согласно мировой и европейской практики предполагается развитие уже существующих и внедрение новых механизмов регулирования экологической безопасности, в частности:

- идентификация опасных видов деятельности как основного критерия при оценке состояния экологической безопасности:

- лицензирование опасных видов деятельности как инструмента регулирования уровня безопасности во время деятельности с опасными веществами и процессами;

- страхование экологических рисков;

- осуществление экологического аудита как одного из возможных инструментов оценки уровня опасности.

Список литературы

1. Егорова Е.Л. Экологическая безопасность страны – условие выживания нации. // Внешкольная экология. URL: <http://www.eco.nw.ru/lib/data/10/04/010410.htm>, свободный

2. Мамедов Н.М. Основы социальной экологии. Учебное пособие. М.: СТУПЕНИ, 2003. 251 с.

3. Русин С.Н. Концептуальные проблемы экологической безопасности и государственная экологическая политика (правовой аспект) С.Н. Русин // Экологическое право. 2010. № 5. С. 12–18.

КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

С.О. Митюхин, О.А.Ковырялова, А.В. Волокитин, С.А. Дмитриев

Липецкий государственный технический университет

Аннотация. В статье были рассмотрены закономерности возникновения и влияния на результативность работы сотрудников предприятия. Рассмотрено, как режим труда и отдыха связан с основными принципами организации производственных процессов.

Ключевые слова: техносферная безопасность, здоровый образ жизни, охрана труда, энергия.

SAFETY CULTURE AT THE ENTERPRISE

S.O. Mityukhin, O.A. Kovyrialova, A.V. Volokitin, S.A. Dmitriev
Lipetsk State Technical University

Annotation. This article provides with the patterns of occurrence and impact on the performance of employees. It is considered how the mode of work and rest is connected with the basic principles of the organization of production processes.

Keywords: *technosphere safety, healthy lifestyle, labor protection, energy.*

Повышение эффективности системы управления безопасностью производством невозможно без высокого уровня культуры отношения к вопросам безопасности. Культура определяет поведенческую модель, которую принимают сотрудники. Культурная модель оказывает воздействие на работников таким образом, что повышает мотивацию к принятию самостоятельных решений соблюдать все требования безопасности без дополнительного контроля сверху.

Анализ статистики несчастных случаев и аварий позволяет утверждать, что в 84 % случаев причиной является человеческий фактор. Методики повышения надежности оборудования и систем за счет технических средств имеют известные технологические и экономические пределы. В ряде отраслей промышленности этот предел уже достигнут, и дальнейшее воздействие лишь на техническую систему не приносит положительного результата. Необходима модернизация систем обеспечения безопасности путем внедрения тотальной системы менеджмента, обеспечивающей контроль и управление человеком-оператором, эксплуатирующим техническую систему.

При невыполнении установленных на предприятии правил внутреннего трудового распорядка у работника снижается острота зрения, сужается поле зрения, значительно уменьшается концентрация внимания, нарушается точность и координация движений, увеличивается время реакций, снижается степень автоматизации навыков, учащается пульс, повышается кровяное давление, теряется чувство скорости, возникает апатия, вялость, нарушается готовность к действиям при неожиданном изменении производственной обстановки. Далее подобное состояние, в конечном счёте, приводит к безусловному неконтролируемому засыпанию на рабочем месте. Это может привести в производственной травме.

В соответствии со ст. 109 ТК РФ предусматривается предоставление работникам специальных перерывов на отдельных видах работ, обусловленных технологией и организацией производства и труда. Виды этих работ, продолжительность и порядок предоставления таких перерывов устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка.

Поступив на работу, новичок оказывается перед необходимым выбором принять ряд требований: режим работы и отдыха, положения, должностные инструкции, приказы, распоряжения администрации. Здоровье имеет смысл опре-

делить как гармоничное единство физических, психических и профессиональных функций человека, способствующее оптимальной реализации его возможностей в разнообразных видах трудовой и общественной жизни. Каждый претендент обязан пройти медосмотр. Список врачей, у которых надо пройти обследование и получить заключение, может отличаться. Все зависит от рода деятельности, от того, что именно предстоит выполнять на рабочем месте.

Под вредными условиями понимают такие условия обстановки в процессе трудовой деятельности, которые постоянно воздействуют на работника и могут вызвать:

- снижение работоспособности
- заболевания профессионального характера
- нарушение здоровья человека
- заболевания, передающиеся потомкам.

Все преимущества и выплаты таким работникам должны быть зафиксированы в трудовом договоре. В нем также отмечается продолжительность рабочих часов. Согласно Трудовому кодексу РФ, не должно быть больше 36 рабочих часов в неделю для занятых на вредных или опасных условиях труда.

Многие работы или условия труда приводят к негативным последствиям для организма. Проблему профессиональных заболеваний практически невозможно решить лишь медицинскими и социальными мероприятиями. Наиболее оправданным является путь усиления адаптационных возможностей организма, сохранение здоровья, гармоничного развития личности посредством регулярных занятий физической культурой и спортом. На предприятиях Липецкой Экономической зоны проводят ряд изменений приводящих к повышению работоспособности персонала путем введения ежедневной утренней зарядки. Форма организации занятий физической культурой обусловлена, как правило, материально-техническими условиями.

Здоровый человек быстрее развивает образовательный и профессиональный уровень, что позволяет успешнее распоряжаться своими физическими и психологическими возможностями. В организациях необходим системный подход к сохранению и укреплению здоровья: формирование и мониторинг здорового образа жизни, регулярное проведение профилактических медосмотров, определение путей оптимального использования резервов организма (биохимических, физиологических, двигательных-технических, психологических), использование передовых медицинских технологий, методов и средств лечения больных, учет биоритмологических принципов при организации трудового режима. Создание на предприятиях комнат отдыха (психологической разгрузки), использование рациональных режимов труда и отдыха, администрациям предприятий больше внимания уделять мероприятиям, связанным с сохранением здоровья работников.

Список литературы

1. Кунделеков А.Г. Соотношение тяжести и напряженности трудового процесса с показателями качества жизни работающих // Современные пробле-

мы науки и образования. 2012. № 2. 6 с. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_17689086_62192971.pdf (дата обращения: 04.04.2018)

2. Добрынин А. И., Дятлов С. А., Коннов В. А. Производительные силы человека: структура и формы проявления. – СПб. : СПбУЭФ, 1993. – 164 с.

3. Каргин Н. Н., Диденко В. Д., Сигида Е. А. Системный подход к разработке бизнесберегающей концепции здоровья // Сервис plus. – 2008. – № 4. – С. 31–35.

4. Чубарова Т. Система здравоохранения в России: экономические проблемы теории и практики // Вопросы экономики. – 2009. – № 4. – С. 129–144.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЫЛИ ОТ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

А.А. Копейкина, Н.В. Грачева, И.В. Тертишников

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация. В статье раскрывается вопрос влияния пыли от химических веществ на здоровье человека, степень воздействия на организм человека, а также приводятся основные параметры, определяющие вредность пыли. Лабораторные исследования одного из параметров – дисперсности – проводились для янтарной кислоты и натриевой соли нафталин-2-сульфокислоты.

Ключевые слова: *дисперсный состав, пыль от химических веществ, мелкодисперсная пыль.*

IMPACT ASSESSMENT THE DUST OF CHEMICALS ON HUMAN HEALTH

A.A. Kopeikina, N.V. Gracheva, I.V. Tertishnikov

Volgograd state technical university

Annotation. The article reveals the question of the influence of dust from chemicals on human health, the degree of exposure to the human body, and also presents the main parameters that determine the harmfulness of dust. Laboratory investigations of one of the parameters - dispersity - were conducted for succinic acid and sodium naphthalene-2-sulfonic acid.

Keywords: *particle size distribution, dust from chemicals, fine dust.*

В процессе производственной деятельности сотрудники промышленных предприятий сталкиваются с факторами, оказывающими негативное влияние на их здоровье. Это может быть шумовое, радиационное воздействие, пылевые загрязнения и т.п. Зачастую работникам не обеспечивают высокие условия охраны труда, не снабжают средствами индивидуальной защиты, не ремонтируют очистные сооружения, что приводит к развитию профессиональных заболеваний.

Наличие пыли в воздухе рабочей зоны является одним из скрытых источников воздействия. Фактором причинения вреда здоровью от нахождения пылевидных частичек в воздухе на предприятиях пренебрегают и оставляют без внимания при незначительном количестве загрязнений. Не учитывается и влия-

ние пыли веществ 4 класса опасности, которая может обладать кумулятивным действием.

Наиболее важной характеристикой пыли от химических веществ является ее дисперсность, т.е. размер частиц пыли, поскольку с размером пылевых частиц связаны длительность пребывания их во взвешенном состоянии в воздухе, глубина проникновения в дыхательные пути, физико-химическая активность и другие свойства [1].

Благодаря сравнительно быстрому оседанию крупных пылевых частиц от 10 мкм и более, обычно в воздухе производственных помещений преобладают пылевые частицы до 10 мкм, причем 70-90% из них составляют частицы размером до 5 мкм. Известно, что около 50% пыли, попадающей в организм, задерживается в легких. Как правило, это пылинки размером менее 5 мкм, причем более 95% - пылинки размером менее 3 мкм [2]. Это может вызвать травмирование и раздражение слизистой, которое при дальнейшем развитии снижает фильтрующую способность носовой полости или вовсе исчезает. Постепенно под влиянием длительного воздействия различных видов пылей развиваются хронические воспалительные процессы и на других участках дыхательных путей (риниты, фарингиты, трахеиты, бронхиты) [3]. Пылинки также могут проникать в поры потовых и сальных желез, закупоривая их и тем самым затрудняя их функции. Это приводит к сухости кожного покрова, иногда появляются трещины, сыпи [4]. Вне зависимости от физико-химических свойств все виды пылевых частиц вначале оказывают на легочную ткань механическое действие.

Даже нетоксичные пыли при длительном нахождении в легких, постепенно вызывают разрастание вокруг частиц пыли соединительной ткани, которая не способна воспринимать кислород из вдыхаемого воздуха, насыщать им кровь и выделять при выдохе углекислоту. Процесс разрастания соединительной ткани протекает медленно, однако при длительном стаже работы в условиях высокой запыленности разросшаяся соединительная ткань постепенно замещает легочную, снижая, таким образом, основную функцию легких - усвоение кислорода и отдачу углекислоты. Вследствие воздействия нетоксической пыли на органы дыхания развиваются специфические заболевания, называемые пневмокониозами [5].

Объектом исследования в рамках изучения токсических свойств пыли была исследована стадия фасовки на предприятии химической промышленности. Фасуемые вещества: янтарная кислота и натриевая соль нафталин-2-сульфо кислоты относятся к 5 и 3 классу опасности соответственно засыпаются в аппарат через верхний бункер.

Исследования фракционного состава частиц пыли проводились с помощью методики, описанной в ГОСТ Р56929-2016. Полученные результаты дисперсного анализа пыли представлены в табл.1.

Таблица 1

Результаты дисперсного анализа пыли янтарной кислоты и натриевой соли
нафталин-2-сульфокислоты

Номер пробы	Размер частиц, мкм	<5	5-10	10-20	20-40	40-50	>50
Натриевая соль нафталин-2-сульфокислоты							
1	Содержание, %	0,21	1,09	8,5	70,2	19	1
2	Содержание, %	0,18	0,72	14,1	83	1,96	0,04
3	Содержание, %	0,23	1,07	16,7	82	0	0
Янтарная кислота							
1	Содержание, %	6	24,5	59,5	10	0	0
2	Содержание, %	10	40,4	49,6	0	0	0
3	Содержание, %	6,4	54,6	39	0	0	0

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что наиболее опасными для здоровья человека может являться пыль янтарной кислоты, поскольку для нее характерен средний размер частиц менее 10 мкм.

Недостаточная изученность воздействия на организм человека пыли исследуемых химических веществ не позволяет сделать вывод об их степени воздействия. Но ориентируясь на данные дисперсного анализа можно предположить негативное воздействие на человека и необходимость обеспечения средствами индивидуальной защиты работников предприятия.

Список литературы

1. Залаева, С. Ш. Производственная санитария и гигиена труда. Часть 2. Вредные вещества. Производственный шум / С. Ш. Залаева, Е. А. Носатова, О. А. Рыбка. – Белгород :БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. - 310 с.
2. Иванов, А. В. Снижение аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха от производственных объектов ОАО «Ковдорский ГОК». Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Санкт-Петербург, 2015. – 206 с.
3. Новые конструкции фильтров-пылегазоуловителей для очистки и обезвреживания выбросов перерабатывающих предприятий [Электронный ресурс]. Режим доступа :<https://neftegaz.ru/science/view/907-Novye-konstruktsii-filtrov-pylegazouloviteley-dlya-ochistki-i-obezvrezhivaniya-vybrosov-pererabatyvayuschih-predpriyatij>
4. Томаков, М. В. Характеристика пылеобразования при обработке древесины и негативные свойства древесной пыли / Известия Юго-западного государственного университета // М.В.Томаков, В.И.Томаков, Л.В. Шульга, Ю.М.Казакова, А.А.Кислинский. – Курск : Юго-западный государственный университет, 2014. - №3(54). – С. 49-57.
5. Колосов, Ю.В. Физиологические основы охраны труда : учебное пособие / Ю.В. Колосов, С.В. Красильщикова. - Санкт-Петербург: СПб ГУ ИТМО, 2006. - 56 с.

УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Ю.В. Копец

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет»

Аннотация. В статье рассмотрена возможность вторичного использования осадков сточных вод (ОСВ) в качестве добавки к цементным бетонам. Приведены результаты экспериментальных исследований технологических показателей качества тяжёлого бетона.

Ключевые слова: *экологическая безопасность, утилизация, цементный бетон, органоминеральные добавки, техногенные отходы, осадки сточных вод.*

DISPOSAL OF DRAINAGE OF SEWAGE DRAINS IN THE MANUFACTURE OF HEAVY CONCRETE

Y.V. Kopets

SEI LPR "Lugansk National Agrarian University"

Annotation. In the article the possibility of reuse of sewage sludge (WWS) as an additive to cement concrete. The results of experimental studies of technological indicators of the quality of heavy concrete are given.

Keywords: *environmental safety, recycling, cement concrete, organic additives, industrial waste, sewage sludge.*

Актуальность проблемы.

Одной из многочисленных экологических проблем современной цивилизации является утилизация отходов производства и потребления, в том числе осадки сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений. Действующее законодательство Европейского Союза в области утилизации ОСВ ужесточено в отношении содержания тяжелых металлов. Применяемые на сегодняшний день способы захоронения, складирования, сжигания, компостирования, использования ОСВ в сельском хозяйстве не будут допускаться законодательством ЕС. Поэтому поиск новых технологий утилизации ОСВ крайне актуален. Осадки городских очистных сооружений представляют собой органические (до 80%) и минеральные (около 20%) примеси, выделенные из воды в результате механической, биологической и физико-химической очистки.

Основная масса осадков складывается на иловых площадках и отвалах, создавая технологические проблемы в процессе очистки сточных вод. Условия их хранения, как правило, приводят к загрязнению поверхностных и подземных вод, почв, растительности. Уровень использования отходов городов и осадка сточных вод в сельском хозяйстве стран СНГ пока невысок. В почву вносятся не более 4 - 6 % осадка сточных вод с очистных сооружений крупных городов. Большая часть отходов вывозится на свалки, создающие опасные очаги загрязнения окружающей среды. При этом безвозвратно теряются содержащиеся в отходах полезные компоненты.

В последние 15-20 лет на большинстве очистных сооружений очистка карт иловых площадок не осуществлялось, и в настоящее время они переполнены. В

результате этого: а) некуда сбрасывать вновь образующиеся осадки; б) при паводке очень вероятно разрушение обваловки и поступление содержимого карт иловых площадок в реки.

Проблема обработки и использования (утилизации) осадков сточных вод приобретает особый смысл, так как имеет не только экологическое, но и экономическое значение, содействуя восполнению сырьевых и материальных ресурсов, а так же энергосбережению [8].

Цель работы – исследование свойств и разработка способов утилизации осадков сточных вод (ОСВ) в строительном производстве.

Материал исследований и их обсуждение.

В технологии бетона минеральные наполнители традиционно рассматривались как компоненты, вводимые для предотвращения перерасхода цемента в низкомарочных бетонах и растворах. В этом направлении накоплен значительный практический опыт применения золошлаковых, карбонатных материалов, кварцевого песка и др. [3-7].

Предметом нашего исследования служили ОСВ образовавшиеся при биологической очистке городских сточных вод на Октябрьской станции биологической очистки г. Луганска. Их химический состав представлен в табл.1.

Таблица 1

Химический состав ОСВ, %

Вид осадка	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	п.п.п.
ОСВ	46,4	10,1	9,1	0,4	1,94	6,1	1,8	0,94	0,8	1,6	21,1

Из химического состава видно, что основными компонентами ОСВ являются глинистые и песчаные вещества, оксиды алюминия, железа и пр. Как известно, эти компоненты широко используются в качестве минеральных пластифицирующих добавок в составе сложных строительных растворов и бетонов для улучшения их свойств.

Так же были определены физико-механические параметры ОСВ. Они представлены в табл.2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики ОСВ Луганска.

Наименование показателя	Значение
1. Влажность, %	
W	23,15-69,5
W ₁	66,67-97,37
W _p	51,67-77,3
2. Удельный вес, г/см ³	2,19-2,56
3. Насыпная плотность, г/см ³	0,74-0,91
4. Гранулометрический состав, %	>50 мм - 0,15-0,5 50-0,1 мм - 2,45-46,15 0,1-0,05 мм - 0,21-41,44 0,05-0,01 - 15,81-55,6 0,01-0,00 мм - 4,42-25,08
5. pH водной вытяжки, ед.	6,98-7,55

При проведении исследования тяжелых бетонов изготавливались серии образцов, содержащие комплексную добавку ОСВ + суперпластификатор С-3. В качестве вяжущего использовался портландцемент ПЦ500 Д0.

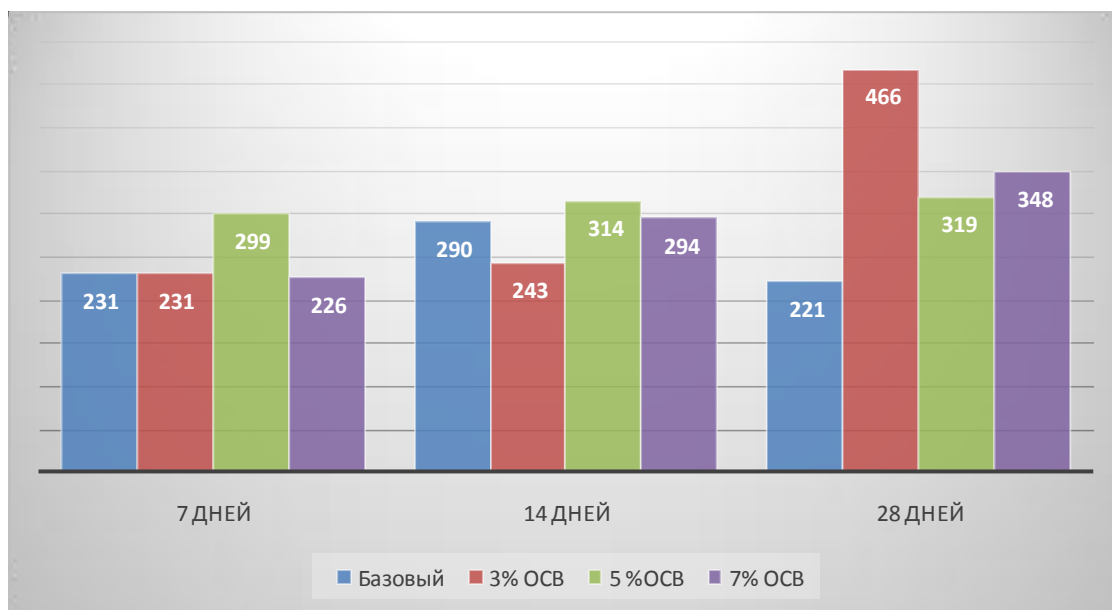


Рис. 1. Результаты экспериментальных исследований прочностных показателей качества тяжелого бетона с различным содержанием комплексной добавки ОСВ

Анализируя результаты экспериментов, можно отметить что добавка ОСВ (в количестве 3-7 %) + пластификатор С-3 увеличивает прочность бетона от 8 до 45%.

На основании экспериментальных данных было выполнено внедрение в производство. Выпущена партия железобетонных изделий с применением ОСВ в количестве 7% от массы цемента. По результатам проведенных испытаний образцы-кубы бетона тяжелого по прочности на сжатие в возрасте 28 суток превысили марочную прочность на 28%.

Выводы

1. Осадок сточных вод при использовании его в качестве мелкого заполнителя для бетонного раствора в количестве 3-7 % благоприятно влияет на физико-механические свойства тяжелого бетона.

2. В зависимости от содержания ОСВ в бетоне, последний по своим характеристикам (ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия» [1] и ДСТУ Б В.2.7-96-2000 «Смеси бетонные. Технические условия» [2]) может применяться для низкомарочных бетонных изделий.

3. Применение техногенного сырья – ОСВ позволит получить экономический эффект в сфере строительной индустрии и расширить сферу решения экологической проблемы.

Список литературы

1. ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия»
2. ДСТУ Б В.2.7-96-2000 «Смеси бетонные. Технические условия»
3. Белелюбский Н.А. Гидравлические вещества как добавки к извести и цементу // Строительная промышленность. - 1924. - № 5. - С.15-17.
4. Ласкорин Б.Н., Громов Б.В., Цыганков А.П., Сенин В.Н. Проблемы развития безотходных производств. - М.: Стройиздат, 1981. - 207с.
5. Юнг В.Н., Бутт Ю.М., Журавлев В.Ф., Огороков С.Н. Технология вяжущих веществ. - М.: Госстройиздат, 1952. - 248с.
6. Суханов М.А., Ефимов С.Н., Долгополов Н.Н., Жуков Н.Ю. Новые пути использования отходов металлургической промышленности в технологии вяжущих. // Строительные материалы, 1991. - № 7. - С.22-23
7. Pertanika J. Sci. & Technol. 23 (2): 193 - 205 (2015) «Incinerated Domestic Waste Sludge Powder as Sustainable Replacement Material for Concrete»
8. Долина Л.Ф., Машихина П.Б. Осадки сточных и питьевых вод: Проблемы и решение. – Днепропетровск.: Континент, 2014. – 212с.

СНИЖЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ЗОНЕ РЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА

Р.А. Кораблев, А.А. Штепа, В.Ю. Перегудов

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

Аннотация. Проведено исследование влияния транспортного шума на формирование акустической среды в зоне регулируемых пересечений городских транспортных магистралей и разработаны рекомендации по выбору мероприятий и достижению акустического комфорта территорий, находящихся в ареалах акустического загрязнения.

Ключевые слова: *автомобильный транспорт, регулируемый перекресток, акустическая нагрузка, шумовой режим, мероприятия.*

REDUCTION OF ACOUSTIC LOAD IN THE AREA OF CONTROLLED INTERSECTION

R.A. Korablev, A.A. Shtepa, V.U. Peregudov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov

Abstract. The study of the influence of road traffic noise on the formation of the acoustic environment in the area of intersections with traffic lights and developed recommendations for the selection of measures and the achievement of acoustic comfort in areas of acoustic pollution.

Keywords: *road transport, adjustable crossroads, acoustic load, the noise mode of the event.*

Накопившиеся в городах социальные, экономические и градостроительные проблемы усугубляются постоянно ухудшающейся экологической обстановкой, изучение которой связано с исследованием не только природных, но и физических факторов окружающей среды естественного и искусственного происхождения. Все чаще физические факторы определяются, как факторы ка для город-

ского населения, и относятся к группе антропогенных факторов. Одним из неблагоприятных физических факторов, ухудшающих состояние городской среды, является транспортный шум [4, 5].

Шум от городского транспорта составляет 70-90 дБА со спектром частот на максимуме энергии 400-800 Гц. Транспортные средства создают около 80 % всех шумов, проникающих в места пребывания людей. Анализ карт 30 крупных городов России [5] свидетельствует о том, что примерно 20-60 % их населения проживают в зонах акустического дискомфорта, обусловленного деятельностью транспортных систем, включая воздушный транспорт, причем шуму воздушного транспорта подвержено только примерно 5-7 % городского населения. Наиболее высокие уровни шума отмечаются на городских транспортных магистралях, в зоне их пересечений, которые являются узлами в структуре планировочных образований города и оказывают влияние на формирование акустической среды прилегающих территорий [3].

Создание оптимальной или комфортной внешней среды и, в частности, акустически благоустроенной, по-прежнему является важной актуальной проблемой.

Согласно государственным стандартам и существующим методикам изучение шума транспортных потоков и замеры его уровней проводятся на перегонах городских транспортных магистралей. Влияние транспортных пересечений и ряд факторов, влияющих на уровень шума примагистральной территории, предлагается учитывать с помощью соответствующих поправок. Наиболее высокие уровни шума отмечаются на городских транспортных магистралях, в зоне их пересечений.

На уровень шума на перекрестке оказывает влияние целая группа факторов, значимость которых необходимо определить и учесть на всех стадиях градостроительного проектирования: от разработки рабочего проекта до проведения мониторинга при эксплуатации и реконструкции транспортной системы.

Перекрестки, являясь участками территории, расположенными в границах межмагистральных территорий, рассматриваются в качестве базовой ячейки градостроительной организации территории, что соответствует детальным стадиям проектирования [1, 2].

На стадии проекта детальной планировки (ПДП) объектом рассмотрения являются конкретные здания или группа зданий, расположенных на небольших городских территориях, поэтому формирование стратегии регулирования шумового режима в зоне перекрестка для обеспечения акустической безопасности зависит от своевременного установления степени акустической нагрузки и получения представления о характере распределения шума на территории, прилегающей к зоне перекрестка [3, 7]. Разработка процесса регулирования шумового режима в зоне перекрестка складывается из следующих основных этапов:

- 1) проведение оценки акустической нагрузки в зоне регулируемого перекрестка;
- 2) анализ фактического состояния и уровня акустического загрязнения территории в зоне регулируемого перекрестка;

3) выбор шумозащитных мероприятий.

Проведение оценки акустической нагрузки проводится как для существующих объектов, так и на стадии проектирования. Последовательность оценки акустического режима территории представлена на рисунке 1.

Точность и достоверность результатов оценки шумового режима зависят от анализа полной информации о рассматриваемой территории и характеристике источника шума, которая включает в себя определение группы факторов, оказывающих влияние на уровень шума с применением методов системного анализа; определение эквивалентного уровня звука в исследуемых точках перекрестка экспериментальным или расчетным методом, построение карт зашумленности и сравнение значений эквивалентного уровня звука с величинами допустимых уровней шума, установленных санитарными нормами.

Информация о рассматриваемой территории представляет собой банк данных, включающий сведения о численности и плотности населения, типе магистрали и классификации перекрестка (узла), а также количественные и качественные характеристики факторов [4, 6].

Эффективность проведенной оценки определяется качеством и степенью достоверности информационного, математического и технического обеспечения.

Оценка фактического состояния и уровня акустического загрязнения территории в зоне перекрестка осуществляется путем:

- анализа ситуации на перекрестке - определения наиболее значимых факторов;
- выявления зон акустического дискомфорта, определение площади территории акустического дискомфорта и количества населения, проживающего на прилегающей к зоне перекрестка территории;
- построения карт шума и определение шумовых нагрузок рассматриваемых территорий в зоне перекрестка;
- ранжирования территории в зоне перекрестков по степени акустической опасности;
- прогноза и оценки изменения акустического режима территории в зоне регулируемого перекрестка с неблагоприятной или опасной ситуацией.

Выбор шумозащитных мероприятий определяется в соответствии с их акустической эффективностью и экономической целесообразностью, исходя из значений акустической нагрузки на соответствующей территории [1, 4, 6].

В настоящее время акустический комфорт, может быть, достигнут путем проведения различных мероприятий, влияющих на снижение уровня шума, которые подразделяются на организационно-административные, инженерно-технические и градостроительные.

Организационно-административные и инженерно-технические мероприятия предусматривают использование методов снижения шума непосредственно в источнике шума.

На пути распространения шума от источника до объекта защиты от шума применяют градостроительные и строительно-акустические мероприятия, а на

объектах - конструктивно-строительные и планировочные средства и методы.

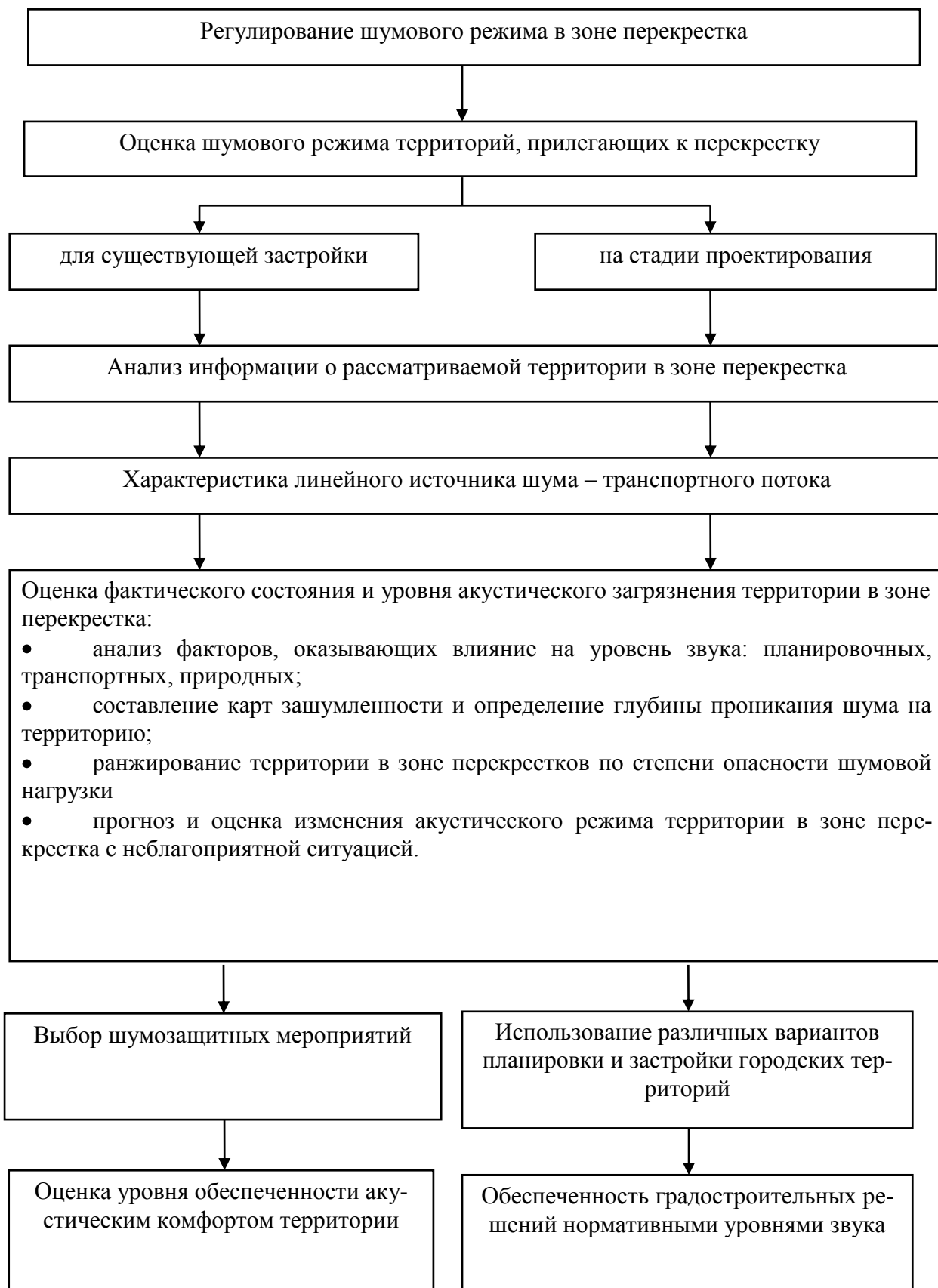


Рис. 1. Схема проведения оценки акустической нагрузки в зоне перекрестка

Защита от шума городских территорий, расположенных вблизи регулируемого перекрестка предусматривает выбор комплекса шумозащитных мероприятий как на пути распространения шума от источника до прилегающей застройки, так и непосредственно зданий.

Для решения задачи выбора шумозащитных мероприятий необходимо определение требуемого снижения шума.

Список литературы

1. Ганжа, О.А. Оценка шумового режима в зоне регулируемых городских транспортных пересечений в одном уровне / О.А. Ганжа // Вест. ВолгГАСУ. Серия Строительство и архитектура. - Волгоград, 2007. - Вып. 8 (27). - С. 193-198.

2. ГОСТ 20444-2014. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики; введ. 2017-01-01 - М.: Стандартиформ, 2017. - 22 с.

3. Оценка акустического воздействия автотранспортных потоков / Е. Е. Захаров, В. П. Белокуров, Р. А. Кораблев, В. А. Зеликов // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления: межвузовский сборник научных трудов. под редакцией В. С. Петровского; Федеральное агентство по образованию, ВГЛТА. – Воронеж, 2009. – С. 59-64.

4. Кораблев Р. А. Обеспечение экологической безопасности и ресурсосбережения транспортных процессов / Р. А. Кораблев, В. А. Зеликов, Э. Н. Бусарин; ВГЛТУ. - Воронеж, 2018. - 224 с. - ЭБС ВГЛТУ.

5. Миненко, Е. Оценка транспортного шума и методы его снижения / Е. Миненко, Д. Курамшин. - М: Изд-во «LAP Lambert Academic Publishing», 2014. – 88 с.

6. Щербина, Е. В. Оценка влияния автотранспортных потоков на шумовой режим городской среды / Е. В. Щербина, А. И. Ренц, А. С. Маршалкович. - М.: МГСУ, 2013. – 76 с.

7. Kirushina, N. Evaluation of the acoustic action of the transport systems of the cities), Transport Noise'94, Proc.2nd Int. Symp. «Trans. Noise and Vibration». St. Peterburg, Oct. 4-6, 1994. – pp. 287.

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОТРАВЛЯЮЩИХ ГАЗОВ ТРАКТОРНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ АГРЕГАТОВ НА ЕДИНИЦУ ПЕРЕВЕЗЕННОГО ГРУЗА

В.В. Краснокутский¹, Т.Ю. Краснокутская², А.В. Мартешева³

¹Южно-уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), филиал в г. Миассе

²Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №21»
г. Миасс. Учитель химии и биологии.

³Ильменский государственный заповедник, г. Миасс Челябинская область.

Аннотация. В данной работе показано количество вредных выбросов отравляющих газов выходящих с двигателей внутреннего сгорания. Пути экономии топлива, направленные на снижение выбросов отравляющих газов на выполненный объем работ.

Ключевые слова: *окружающая среда, загрязнение атмосферы, трактор, транспорт, токсичные вещества, двигатель, дым, сажа, тракторный транспортный агрегат, прицеп, топливо.*

DECREASE IN EMISSIONS OF POISON GAS OF TRACTOR TRANSPORT UNITS ON UNIT OF THE TRANSPORTED FREIGHT

V.V. Krasnokutsky, T.Y. Krasnokutskaya, A.V. Martesheva

¹*The southern Ural State University (the national research university), branch in Miass*

²*Municipal autonomous educational institution "High Comprehensive School No. 21" Miass. Teacher of chemistry and biology.*

³*Ilmen State Nature Reserve, Miass, Chelyabinsk region*

Summary. In this work the number of harmful emissions of the poison gas which are coming out from internal combustion engines is shown. The ways of economy of fuel directed to decrease in emissions of poison gas on the executed amount of works.

Keywords: *environment, pollution of the atmosphere, tractor, transport, toxic substances, engine, smoke, soot, tractor transport unit, trailer, fuel.*

Ежегодно мировое хозяйство выбрасывает в атмосферу 350 млн. т окиси углерода, более 50 млн. т различных углеводородов, 150 млн. т двуокиси серы. В атмосфере накапливается углекислый газ, уменьшается количество кислорода.

Поглощая столь необходимый для жизни кислород, он интенсивно «обогащает» воздушную среду токсичными компонентами, наносящими вред всей экосистеме.

Доля внесения вредных веществ транспорта в атмосферу составляет 90% по окиси углерода и 70% по окиси азота. Наземные машины добавляют в почву и воздух тяжелые металлы, другие вредные вещества.

В результате сжигания жидкого топлива в воздух ежегодно выбрасывается, по разным оценкам, от 180 тыс. до 260 тыс. т свинцовых частиц, что в 60-130 раз превосходит естественное поступление свинца в атмосферу при вулканических извержениях (2-3 тыс. т/год).

Токсичные вещества нарушают и рост растений, способствуя снижению урожаев, потерям в животноводстве, постепенной гибели деревьев.

В растениях может аккумулироваться значительное количество свинца.

Основными загрязняющими веществами при эксплуатации наземных машин являются:

- выхлопные газы и нефтепродукты при их испарении;
- пыль и продукты истирания, шин, тормозных колодок и дисков сцепления, асфальтовых и бетонных покрытий.

Двигатели внутреннего сгорания загрязняют атмосферу вредными веществами, выбрасываемыми с отравляющими газами (ОГ), картерными газами и топливными испарениями. При этом 95-99 % вредных выбросов современных двигателей приходится на ОГ, представляющие собой аэрозоль сложного, зависящего от режима работы двигателя, состава

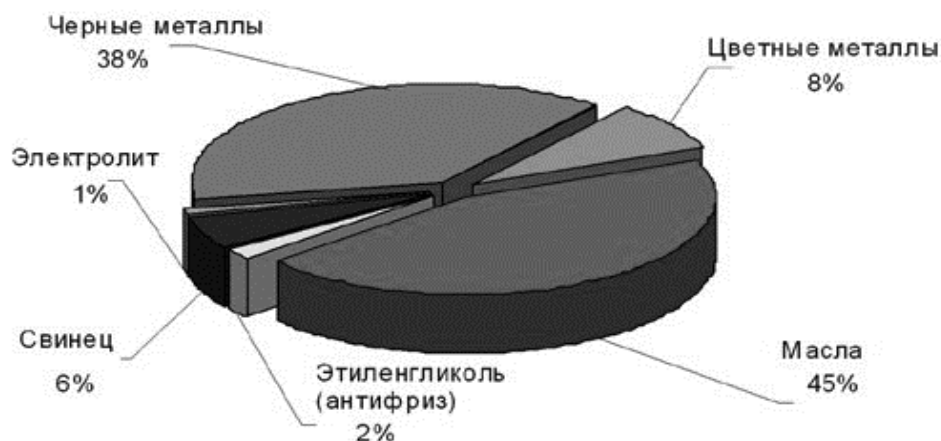


Рис. 1. Выбросы в почву и воздух в результате сжигания жидкого топлива тяжелых металлов, других вредных веществ

Атмосферный воздух, являющийся окислителем топлив, состоит в основном из азота (79%) и кислорода (21%). При идеальном сгорании смеси углеводородного топлива с воздухом в продуктах сгорания должны присутствовать лишь N_2 , CO_2 , H_2O . В реальных условиях ОГ содержат также продукты неполного сгорания (оксид углерода, углеводороды, альдегиды, твердые частицы углерода, перекисные соединения, водород и избыточный кислород), продукты термических реакций взаимодействия азота с кислородом (оксиды азота), неорганические соединения тех или иных веществ, присутствующих в топливе (сернистый ангидрид, соединения свинца и т. д.).

Всего в ОГ обнаружено около 280 компонентов, которые можно подразделить на несколько групп. Группа нетоксичных веществ — азот, кислород, водород, водяной пар, углекислый газ. Группа токсичных веществ — оксид углерода CO , оксиды азота NO_x , углеводороды C_nH_m (парафины, олефины, ароматики и др.), альдегиды Rx^*CHO , сажа.

Таблица 1

Токсичные и нетоксичные вещества ОГ дизельных ДВС

Состав ОГ	Содержание в объеме, % дизельный ДВС	Примечание
N_2	76-78	Не токсично
O_2	2-18	Не токсично
H_2O	0,5-4	Не токсично
CO_2 ,	1-10	Не токсично
CO	0,01-0,5	Токсично
NO_x	0,001-0,4	Токсично

CxHy	0,009-0,5	Токсично
Rx*CHO (альдегид)	0,01-0,09	Токсично
SO ₂	До 0,03	Токсично
Сажа, г/м ³	0,01-1,1	Токсично
Бенз(а)пирен	До 0,01	Канцерогенно

Дизельный ДВС перед бензиновым имеет некоторое преимущество по выбросам отравляющих веществ (табл.2), однако бензиновый имеет другие характеристики необходимые для динамичных автомобилей. Те и другие имеют место быть. Вопросами экологии необходимо заниматься не только автомобилями, но и тракторами, что рассматривается в данной статье.

Таблица 2

Зависимость количества вредных выбросов в ОГ
от типов двигателей

Тип ДВС	СО, г/кВт-ч	CxHy, г/кВт-ч	NOx, г/кВт-ч
Бензиновый двигатель	38,1	2,72	21,8
Дизельный двигатель	4,9	3	11,7

Оксид углерода (СО) - прозрачный, не имеющий запаха газ, несколько легче воздуха, практически нерастворим в воде.

Нормы на токсичность двигателей допускают 2 % содержания СО при работе на холостом ходу.

Оксиды азота (NOx) - самый токсичный газ из ОГ. В ОГ двигателей 90 - 99 % всего количества оксидов азота составляет NO. Однако уже в системе выпуска и далее в атмосфере происходит окисление NO → NO₂. NO₂ - газ красновато-бурого цвета, в малых концентрациях не имеет запаха, хорошо растворяется в воде с образованием кислот.

Углеводороды (Cx Hy) - этан, метан, бензол, ацетилен и др. (около 200 различных типов).

Дым - непрозрачный газ. Может быть белым, синим, черным. Цвет зависит от состояния ОГ. Белый и синий дым - это смесь капли топлива с микроскопическим количеством пара. Дым также отрицательно влияет на организм человека, животных и растительность. Черный дым состоит из сажи.

Сажа - бесформенное тело без кристаллической решетки. В ОГ дизельных двигателей сажа состоит из неопределенных частиц с размерами 0,3-100 мкм.

Норма сажи в ОГ составляет 0,8 г/м³. Скорость сжигания сажи зависит от размера частиц (при размере частиц меньше 0,01 мкм сажа сжигается полностью).

Действие загрязняющих веществ, содержащихся в атмосфере, на растения зависит от вида и концентрации этих веществ, длительности воздействия, относительной восприимчивости видов растений к дымам и газам, стадии физиологического развития, в которой находятся растения в целом или

отдельные его части в момент воздействия. Загрязняющие вещества могут вызывать у растений как видимые повреждения (некроз тканей), острые или хронические, так и невидимые (растения могут накапливать токсины), представляющие серьезную опасность для людей и животных, употребляющих эти растения в пищу.

Для определения концентрации загрязняющих веществ в воздухе (мг/м³) над поверхностью земли выбрасываемых наземными транспортными средствами пользуются формулой [7]

$$g_{взвi} = \frac{g_{звi} N_e}{10W \cdot H}, \quad [1]$$

где, $g_{взвi}$ - удельный выброс i -го (оксида азота, оксида серы, оксида углерода 2, и т.п.) загрязняющего вещества [г/(кВт·ч)]; N_e - мощность дизеля трактора (кВт); W - производительность трактора за 1 час эксплуатационного времени; H - высота слоя воздуха распространения отравляющих веществ (м).

Из формулы видно, что для снижения концентрации в воздухе загрязняющих веществ, выбрасываемых тракторами необходимо разумно использовать мощность двигателя и повышать производительность.

Перспективным направлением повышения производительности, снижение расхода топлива, путем более эффективного использования мощности двигателя является применение полноприводных тракторных транспортных агрегатов (ТТА), в которых трактор используется не только как тяговое средство, но и как мобильный источник энергии для привода движителей прицепа. В этом случае масса прицепа и масса перевозимого груза используются в качестве сцепной, за счет чего повышаются тяговые показатели транспортного средства в целом.

Исследования показывают, что одним из важнейших резервов повышения производительности и экономичности ТТА является улучшение их тягово-сцепных свойств, достигаемое применением прицепов с ведущими колесами.

В этой связи, использование без дифференциального привода ведущих колес становится более предпочтительным. При этом появление вероятности циркуляции "мощности" в приводе ведущих мостов предопределяет поиск рациональных значений кинематического несоответствия в приводе, которые должны быть регулируемы в зависимости от условий эксплуатации.

Для решения данной задачи был создан экспериментальный агрегат, в качестве тягача использовался трактор МТЗ-80 и переоборудованный прицеп ПСЕ-12.5, снабженный приводом ходовых колес заднего моста. В приводе прицепа имеются два гидравлических вариатора, управляемые с кабины трактора и дающие возможность менять кинематическое несоответствие, тем самым добиваться минимальных затрат мощности на буксование.

Если принять условие, что $N_e = \text{const}$, тогда производительность агрегата можно повысить за счет снижения затрат мощности на буксование тягача путем вовлечения в работу прицепа с ведущим мостом и рационально-меняющимся кинематическим несоответствием.

Снизить выброс загрязняющих веществ тягача с использованием движителей прицепа можно так же, если направить снижение затрат мощности

двигателя на экономию топлива. Известно, что при сгорании 1 кг дизельного топлива выделяется около 80...100 г загрязняющих веществ, из них (20...30 г окиси углерода, 20...40 г окислов азота, 4...10 г углеводов, 10...30 г окислов серы, 0.8...1.0 г альдегидов, 3...5 г сажи и др.).

$$W = G_{гр} V_p$$

$$K_V = \frac{1 - \delta_T}{1 - \delta_n}$$

$$N_{\delta_n} = P_{кп} \cdot V_p \frac{\delta_n}{1 - \delta_n}$$

$$N_{\delta_T} = P_{кТ} \cdot V_p \frac{\delta_T}{1 - \delta_T}$$

$$G_{сц} = \frac{G L - C + M_k}{L}$$

$$\Delta g_{св} = g_{со} - g_{сн}$$

Для определения снижения концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых дизельным двигателем тягача путем использования движителей прицепа, составим систему уравнений [2]:

где W - производительность транспортного агрегата;

$G_{гр}$, - масса перевозимого груза;

V_p - рабочая скорость движения агрегата;

K_V - коэффициент кинематического несоответствия между ведущими колесами тягача и прицепа;

δ_T , δ_n - буксование тягача и прицепа, соответственно;

N_{δ_T} , N_{δ_n} - затраты мощности на буксование тягача и прицепа, соответственно;

$P_{кТ}$, $P_{кп}$ - касательные силы тяги тягача и прицепа, соответственно;

$G_{сц}$ - сцепной вес тягача (прицепа);

G - эксплуатационный вес тягача (прицепа);

L - продольная база тягача (прицепа);

C - расстояние от центра тяжести тягача (прицепа) до вертикальной плоскости, проходящей через геометрическую ось качения ведущих колес;

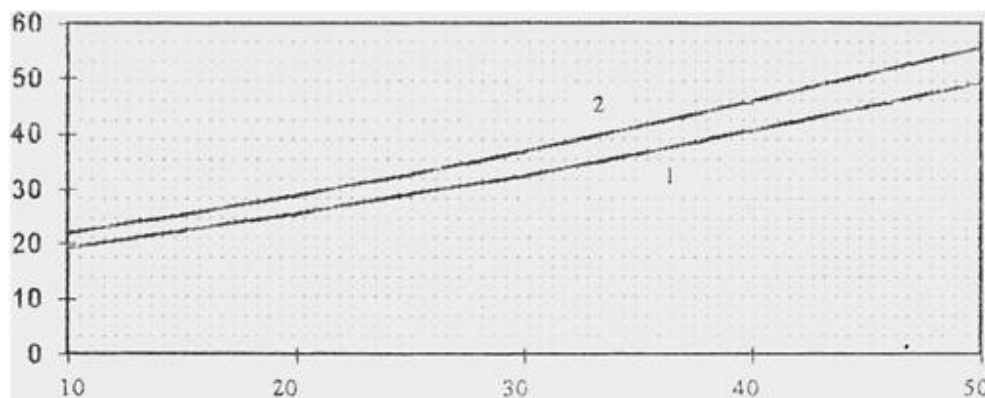
M_k - крутящий момент на ведущих колесах тягача (прицепа);

$\Delta g_{св}$ - снижение суммарных выбросов загрязняющих веществ тягача от применения прицепа с ведущим мостом г/ч;

$g_{со}$ - концентрация выбросов загрязняющих веществ тягача с обычным прицепом г/ч;

$g_{сн}$ - концентрация выбросов загрязняющих веществ тягача с прицепом имеющим ведущий мост г/ч.

$\Delta g_{св}$ г/ч



$G_{гр}$, кН

Рис. 2. Снижение концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых тягачом с использованием движителей прицепа, на дорогах при $V = 9$ м/с: 1 - дорога с гравийным покрытием; 2 - сухая грунтовая дорога.

Задача решалась с использованием экспериментальных данных методом Ньютона.

Результаты сравнительной оценки снижения концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых двигателем тягача от применения приводного прицепа с рационально меняющимся кинематическим несоответствием в зависимости от массы перевозимого груза, представлены графически (рис. 2).

Анализируя полученные данные, можно сказать, что применение тягачей с использованием движителей прицепа снижают выброс загрязняющих веществ на единицу перевезенного груза. Причем более экологичную работу полноприводного агрегата в сравнении с обычным следует ожидать при ухудшении дорожных условий и увеличения массы перевозимого груза.

Список литературы

1. Краснокутский, В.В. Энергетическая оценка эффективности применения полноприводного транспортного тракторного агрегата // Вестник ЧГАУ, № 21, Челябинск, 1997.

2. Краснокутский, В.В. Повышение проходимости и снижение энергетических затрат автопоездов путем использования движителей прицепа // Наука ЮУрГУ: материалы 65-й научной конференции. Секции технических наук: в 2 т. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – Т. 2. – 440 с. (стр. 403- 407).

3. Краснокутский, В.В., Левакин, А.А. Тенденции развития на легковых автомобилях дизельных двигателей // Сборник трудов XIII научно-практической конференции «Социально-экономические, институционально-правовые и культурно-исторические компоненты развития муниципальных образований» (Миасс, 6 мая 2016 г.). – Миасс: ИП Петров А.И., 2016. – 174с. (стр.160-162).

4. Старцев, А.В., Краснокутский, В.В. Затраты мощности на движение полноприводного тракторного транспортного агрегата по твердой опорной поверхности // Вестник ЧГАУ, N 19, Челябинск, 1997.

5. Старцев, А.В., Краснокутский, В.В., Кычев, В.Н. Затраты мощности на движение полноприводного тракторного транспортного агрегата по сминаемой опорной поверхности // Вестник ЧГАУ, № 19, Челябинск, 1997.

6. Суркин, В.И. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели технического уровня ДВС сельскохозяйственных тракторов // Труды ЧГАУ, Челябинск, 1995.

7. Филимонов, А.И., Большаков, В.А., Борисочкина, Т.И. Концентрация в воздухе загрязняющих веществ, выбрасываемых тракторами и сельхозмашинами // Тракторы и сельскохозяйственные машины. № 6, 1993.

КОМПЛЕКСНЫЕ КОАГУЛЯНТЫ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Е.Н. Кузин, Н.Е. Кручинина, С.В. Азопков, Я.В. Тяглова

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

Аннотация. Были проведены эксперименты, направленные на оценку возможности использования комплексных коагулянтов в процессах очистки сточных вод машиностроительного производства и линий переработки вторичных полимеров. Установлено, что комплексные реагенты эффективно очищают сточные воды от взвешенных веществ, нефтепродуктов и растворенных органических соединений. При использовании комплексных коагулянтов уже при минимальной дозе реагента удалось достигнуть значительного снижения всех исследуемых показателей.

Ключевые слова: *комплексный коагулянт, водоочистка, сточные воды.*

COMPOSITE COAGULANT IN WASTE WATER TREATMENT PROCESSES

E. N. Kuzin, N. E. Krutchinina, S.V. Azopkov, Y.V. Tyaglova

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

Annotation. Experiments were conducted aimed at assessing the possibility of using complex coagulants in the processes of sewage treatment of engineering production and processing lines of secondary polymers. It has been established that complex reagents effectively purify wastewater from suspended substances, oil products and dissolved organic compounds. When using complex coagulants, even with the minimum dose of reagent, it was possible to achieve a significant reduction in all the studied parameters.

Keywords: *complex coagulant, water treatment, waste water.*

Стадия реагентной обработки сточной воды – неотъемлемая часть любых локальных очистных сооружений. Традиционными реагентами для данных процессов являются соединения алюминия и железа (хлориды или сульфаты). Несмотря на низкую стоимость и удовлетворительную эффективность, данные реагенты имеют существенные недостатки. Так, например соединения железа сильно корродируют аппаратуру и вносят вторичное загрязнение воды ионами

тяжелых металлов, а соли алюминия плохо работают в холодной воде, имеют узкий диапазон эффективных рН, а также жесткие нормативы к остаточному содержанию алюминия в очищаемой воде.

Альтернативным направлением процессов коагуляционной очистки являются комплексные реагенты на базе традиционных коагулянтов, модифицированных различными добавками интенсифицирующими процесс коагуляции (например, соединения титана и кремния) [1, 2].

Среди многочисленных отраслей промышленности интерес представляют процессы переработки вторичных полимеров. Химический состав оборотной или сбрасываемой воды (в том числе рН), сильно зависит от исходного сырья, ввиду чего необходим комплексный реагент, эффективно работающий по широкому спектру загрязняющих веществ в широком диапазоне параметров воды.

Другим направлением производства, с варьируемыми показателями стока является машиностроение. На производствах замкнутого цикла в сточные воды в зависимости от операций могут поступать различные виды загрязняющих веществ (нефтепродукты, соединения тяжелых металлов), а температура воды и рН меняться в течение 10 минут в зависимости от процесса (охлаждение систем, ливневый или хозяйственно-бытовой сток, промывка деталей и т.д.).

Химический состав сточных вод машиностроительного производства и завода по вторичной переработке полимеров (используемых в эксперименте) представлен в табл.1.

Таблица 1

Исходные показатели сточной воды

Показатель	Машиностроительный завод (станкостроение)	Линия переработки твердых полимеров (ПНД*)	Линия переработки мягких полимеров (ПВД*)
рН	7,01	7,2	7,5
Нефтепродукты, мг/л	5,6	38,8	12,3
Взвешенные вещества, мг/л	423	528,5	980,5
ХПК мг (O ₂)/л	438	3529,1	1786,0

ПНД – полиэтилен низкого давления, ПВД – полиэтилен высокого давления.

Как показали результаты предварительных экспериментов [3-5], для очистки подобных сточных вод целесообразно использовать комплексные коагулянты, модифицированные соединениями титана. В качестве образцовой комплексной коагулянтной системы был синтезирован образец комплексного реагента на основе продуктов гидролиза хлорида титана и сульфат алюминия. Эффективность очистки при использовании полученного образца представлена для завода по переработке полимеров в табл.2, а для машиностроительного завода на графике 1.

Остаточные концентрации загрязняющих веществ после обработки комплексным коагулянтом

Загрязняющее вещество	Доза коагулянта (сумма оксида), мг/л					
	Линия мойки пленки			Линия мойки ПНД		
	80	120	160	80	120	160
рН	7,22	6,95	6,56	7,01	6,83	6,49
Нефтепродукты (в т.ч. жиры)	2,52	1,92	1,39	10,65	5,15	1,56
Взвешенные вещества	10,3	7,65	5,12	12,3	4,12	2,98
ХПК	1006	920	758	3270	2853	2515

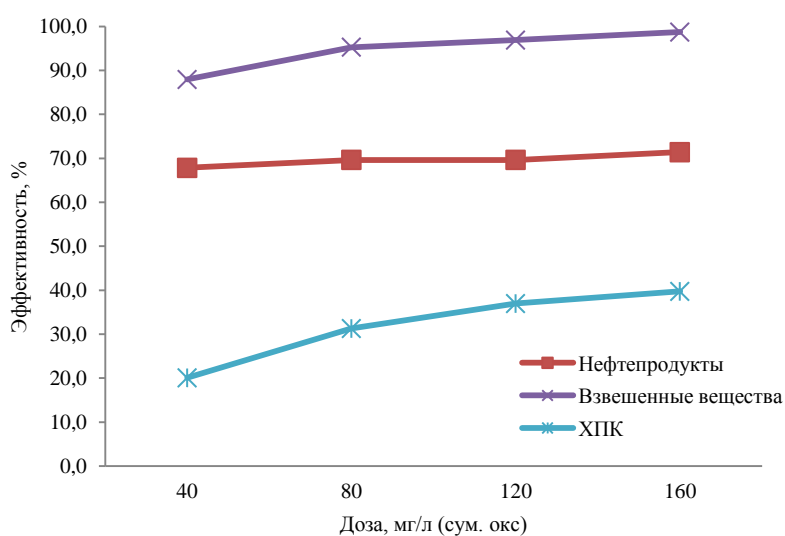


Рис. 1. Эффективность очистки стоков машиностроительного предприятия

На основании данных табл.2 и рис.1 видно, что при использовании комплексных коагулянтов в процессах очистки сточных вод с высокими содержаниями взвешенных веществ, нефтепродуктов и органических веществ возможно добиться существенного снижения их концентраций. Для сравнения эффективность обычного сульфата алюминия (при эквивалентной дозе) была примерно на 15 – 20 % ниже по всем показателям, а для ХПК была на 35 – 40 % ниже, чем при использовании комплексных коагулянтов.

Список литературы

1. H. Shon, S. Vigneswaran, J. Kandasamy, M. Zareie, J. Kim, D. Cho, J.H. Kim, Preparation and characterization of titanium dioxide (TiO_2) from sludge produced by TiCl_4 flocculation with FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ coagulant aids in wastewater, Sep. Sci. Technol. 44 (2009) 1525–1543.

2. Кручинина Н.Е. АКФК как альтернатива традиционным коагулянтам в процессах водоочистки и водоподготовки // Экология производства. – 2006. - № 2. - С. 46-50.

3. Н. Е. Кручинина, Е. Н. Кузин, С. В. Азопков Использование коагулянтов на основе хлоридов титана и кремния в процессах очистки фильтрата полигона твердых коммунальных отходов // Химическая промышленность сегодня – Москва: Изд-во «Химпром сегодня», 2017. № 8. С. 36 – 40.

4. Pushpalatha T N, Lokeshappa B The Use of Alum, Ferric Chloride and Titanium tetrachloride as Coagulants in Treating Landfill Leachate International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Volume 4, Issue 6, June 2015 P. 2093 – 2096.

5. Н.Е. Кручинина, Е. Н. Кузин, С. В. Азопков Комплексные коагулянты в процессах очистки сточных вод с высоким содержанием нефтепродуктов / Материалы 8-й международной научно-технической конференции Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2018. С. 209-210.

ЭКОЦЕНТРИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ КАК ЛИЧНОСТНАЯ ЦЕННОСТЬ

Е.И. Кулько

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Аннотация. В статье представлены проблемы, характеризующие состояние современного экологического образования. Проанализирована программа обучения студентов с точки зрения аспекта экологических знаний.

Ключевые слова: экологическое образование, окружающая среда, экологическая грамотность, экоцентрическое сознание.

ECOCENTRIC CONSCIOUSNESS AS PERSONAL VALUE

K.I. Kulko

Belarusian state agricultural Academy

Abstract. The article presents the problems characterizing the state of modern ecological education. The program of training of students from the point of view of aspect of ecological knowledge is analyzed.

Keywords: environmental education, environment, environmental literacy, eco-centric consciousness.

В современный период вопросы экологической безопасности во многих странах имеют приоритетное значение. Обеспечение экологической безопасности рассматривается в качестве самостоятельной функции государства, так как обеспечение охраны окружающей среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов является важным для функционирования общества. При этом развитие личности и образование подрастающего поколения немислимо без экологического образования в области окружающей среды. Количество людей на планете растет: если в начале 2000-х население планеты составляло 5,5 млрд., то к 2020 г. оно достигнет по данным ООН – 8 млрд. Поэтому оздоровление окружающей среды – проблема человечества. В настоящее время придается значение не только охране окружающей среды, но и экологическому образованию и развитию личности.

Откуда же возникло это неблагополучие, ведущее к экологическому кризису современности? Объяснений причин возникновения кризисной ситуации много, но одно ясно: в основе всего этого процесса находится человек. Выход из кризиса видится в освоении новых отношений, позволяющих преодолеть отчуждение человека от природы, выработать экологическое мировоззрение, экологические императивы взаимодействия общества и природы [1]. Поэтому стратегия устойчивого развития технологий рассматривается как важнейшее направление на ближайшую перспективу.

Основы концепции устойчивого развития были заложены на конференции в Рио-де-Жанейро (1992) и последующих национальных и международных форумах во многих странах мира. На принципе: «будущие поколения должны иметь те же ресурсные возможности, что и ныне живущие», нужно строить новую науку и новые технологии производства [1, 2]. В ходе научного поиска необходимо вести работу по ряду направлений – экология, стратегия технологического развития, экономико-правовые вопросы природопользования, экологическое образование и воспитание [3]. Таковы важнейшие слагаемые реализации концепции «устойчивого развития».

Опыт последних десятилетий показал, что преодоление и даже смягчение наступающего экологического кризиса чисто техническими средствами, по-видимому, невозможно. Чтобы изменить тенденцию ухудшения глобальных и региональных экологических сдвигов к лучшему людям предстоит перестроить свой образ жизни. Иной должна стать цивилизация. Это возможно лишь при определенном уровне специального экологического образования.

Была проанализирована программа обучения студентов с точки зрения аспекта экологических знаний, навыков, которые индивид должен получить в вузе. Процесс передачи знаний в области экологии осуществляется стихийно. Стихийный процесс не поддается управлению. Система образования занимается подготовкой человека, пригодного для современного общества, поэтому экологическая проблематика должна присутствовать в образовании. Чтобы образовательная деятельность в области экологии развивалась, нужно иметь в виду, что:

- образование в этой области осуществляется в течение всей жизни человека и является неотъемлемой частью процесса общего образования; успех образования в области окружающей среды не только в изменении в системе и методах образования. Эта задача требует применения новых концепций и новых методов обучения;

- оно не должно ограничиваться системой формального образования.

Неотложной потребностью является объединение образования в области окружающей среды с другими формами образования в непрерывный единый и неделимый органический процесс. Только развитие системы экологического образования и просвещения создаст предпосылки для развития личности и формирования экологической культуры, в рамках которой взаимоотношения человека и природы предстают как духовно-нравственная проблема. В экологическом образовании должна быть установка на то, чтобы обучать способам и

технологиям рационального природопользования и восстановления нарушенного экологического равновесия в биосфере (изменение окружающего мира). При этом общество должно обладать достаточными знаниями об окружающей среде.

Исследуя уровень экологических знаний студентов УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», т. е. теоретическую подготовку респондентов, нами была представлена анкета с тестовыми заданиями, которая ориентирована на выявление знаний в области экологии. При отборе и составлении тестовых заданий учитывалось следующее:

- основной упор был сделан на знание и осмысленный интерес респондентов к экологическим проблемам;

- отбор заданий не шёл по пути выявления большего или меньшего объёма фактологических знаний респондентов.

Необходимо было с помощью тестов, определить степень владения материала о проблемах экологии на местном, региональном и глобальном уровнях, и главное – их умение оперировать ими для определения истинного экологического положения. В опросе приняли участие 230 респондентов. Результаты тестовых заданий показывают, что только у 9% респондентов высокий уровень экологических знаний, у 32% - средний уровень, у 53% - низкий уровень, у 6% - очень низкий уровень экологических знаний. Это реальная ситуация. Но, как известно, экологические знания придают импульс формированию такого важного элемента экологической культуры, как высокое сознание. Оно вырастает на базе логической переработки знаний и происходит превращение знаний в убеждения.

Анализ показывает, что в экологической подготовке молодёжи остро сказывается недостаток конкретных экологических знаний. Несомненно, что по настоящему серьёзная экологическая подготовка может быть реализована только на прочной теоретической основе. Было выявлено, что у 93% респондентов возникают проблемы с осознанием сложных связей в природе и лишь 7% улавливают конкретные наблюдаемые связи очень хорошо. Экологическая грамотность немислима без элементарного понимания того, как устроена природа, с какими биологическими законами человеку необходимо считаться в своей деятельности. Опорной базой экологической подготовки должны быть теоретические основы экологии с ориентацией на принципы рационального природопользования и предотвращения глобальных и региональных катастроф. Индивид должен ориентироваться в главных законах природы, определяющих устойчивость жизни на Земле, и главных принципах взаимодействия общества и природы, которые являются следствием этих законов.

Естественно, что развитие личности и образование не может замыкаться только в рамках знания теоретических основ технологии производства продукции, оно должно охватить разные сферы знаний, например, психологию, философию и другие. Мораль и нравственность формируются не только при воздействии на эмоциональную сферу человека, но и в зависимости от полноты его

знаний. Поэтому теоретическая основа в подготовке студентов очень важна, как компонент развития в личности бережного отношения к природе.

Проведённое исследование показало, что в настоящее время наблюдается деформация системы отношений к природе, дефицит экологической культуры и ответственности, преобладает потребительский подход к природе.

Важнейшее условие перехода современного общества к устойчивому развитию – это образование, которое должно строиться как непрерывная система. Цель образования в вузе – формирование нового экологического сознания (совокупности знаний).

Исходя из проведённых исследований, а также анализа литературы по этой теме, можно сказать, что развитие личности немыслимо без экологического образования – это не просто насыщение его содержанием экологическими знаниями. Это акт, направленный на раскрытие в человеке потребности в саморазвитии, которое не может осуществляться в отрыве от природы. Становление экоцентрического сознания должно быть личностной ценностью для человека и совпадать с целью и задачами развития личности.

Список литературы

1. Экология и безопасность жизнедеятельности. Под ред. Л.А. Муравья. М.: ЮНИТИ-МНА, 2000. 447 с.
2. Данилов-Данильян, В.И., Экологический вызов и устойчивое развитие / В.И. Данилов-Данильян, К.С. Лосев. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 416 с.
3. Дерябо, С. Экологическая педагогика и психология / С. Дерябо, В. Левин. Ростов-Дону: Издательство «Феникс», 1996 – 480 с.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

О.В. Курыло

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Аннотация. В статье рассмотрена проблема методики преподавания экологического права в вузе, проанализированы цели, задачи, методическое обеспечение. Сделан акцент на том, что необходимым элементом подготовки юристов в области экологического права является получение знаний по основам экологии, введение непрерывного экологического образования.

Ключевые слова: *экологическое образование, вуз, студент, право.*

METHODOLOGY FOR TEACHING ENVIRONMENTAL LAW: GOALS AND OBJECTIVES

O.V. Kurylo

Belarusian State Academy of Agriculture

Annotation. The article discusses the problem of methods of teaching environmental law in high school, analyzed the goals, objectives, methodological support. It is emphasized that a necessary element in the training of lawyers in the field of environmental law is to gain knowledge on the fundamentals of ecology, the introduction of continuous environmental education.

Keywords: *environmental education, university, student, law.*

Процесс формирования и развития методики преподавания юридических дисциплин и экологического права в частности – явление сложное и противоречивое. Очевидно, что цели преподавания юридических дисциплин связаны с социальным заказом общества, формируются на основе государственной и общественной политики в области правового образования.

Экологическая проблематика занимает одно из первых мест в иерархии глобальных проблем современного общества. Для преодоления сложившейся ситуации необходимы комплексные меры, среди которых одной из важнейших является подготовка высокопрофессиональных юристов – специалистов в области экологического права. Повышение качества профессиональной подготовки юристов – проблема общегосударственная, от решения которой зависит создание и сохранение правовой Республики Беларусь [1].

В настоящее время юридическое и правовое образование и, соответственно, методика преподавания юридических дисциплин интенсивно развиваются.

Основными целями разработки методики преподавания экологического права являются:

- обеспечение высокого уровня фундаментальных научных знаний,
- преодоление разрыва между научной теорией и практикой,
- внимание к методике образования, которая способствует получению навыков профессиональной деятельности в сфере природопользования и охраны окружающей среды.

Цели реализуются через педагогические задачи. Традиционно педагогика выделяет три задачи: образовательную, развивающую и воспитательную. Правовое образование не является исключением.

Система правовых знаний состоит из следующих элементов: знание фактов, знание понятий, знание представлений, теории, принципов, концепций и идей. В белорусских вузах традиционной технологией получения знаний является лекция, сопровождаемая семинарскими и практическими занятиями.

В настоящее время разработана методика преподавания экологического права, сочетающая в себе традиционные и инновационные методы обучения. Проведение семинарских и практических занятий проводится в форме деловых игр, широко применяется метод конкретных ситуаций. Для решения развивающих и воспитательных целей образования студенты принимают участие в подготовке и проведении круглых столов, дискуссий, научно-практических конференций по экологической и эколого-правовой тематике. Преподавание экологического права ориентировано на получение правового опыта – студенты принимают участие в обсуждении и решении экологических проблем республики.

А. Гутниковым разработана методика “Живое Право”, которая предлагает структуру учебного занятия, в центре которой находится применение интерактивных методов обучения:

1) мотивация. Цель – сфокусировать внимание учащихся на проблеме учебного занятия и вызвать интерес к ней (занимает 5 % учебного времени),

2) объявление прогнозируемых учебных результатов. Цель – обеспечение понимания учащимися смысла их деятельности (занимает 5 % учебного времени),

3) предоставление необходимой информации. Цель – дать учащимся необходимую информацию, для того чтобы затем на её основе выполнить практическое задание (занимает 10 % учебного времени),

4) интерактивное упражнение (центральная часть учебного занятия). Цель – практическое освоение учебного материала и достижение поставленных целей и задач (занимает 60 % учебного времени),

5) подведение итогов. Цель – обратная связь, осознание смысла учебной деятельности, достижения поставленных целей (занимает 20 % учебного времени) [2].

Необходимым элементом подготовки юристов в области экологического права является получение знаний по основам экологии, введение непрерывного экологического образования в системе «дошкольное образование – школьное образование – вузовское экологическое образование». Экологическое образование в высшей юридической школе требует разработки методики преподавания основ экологии с учетом будущей профессиональной деятельности в области правового обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Список литературы

1. Экологическое право: учеб. пособие / С.А. Балашенко [и др.]; под ред. Т.И. Макаровой, В.Е. Лизгаро. – Минск: БГУ, 2008
2. Экологическое право : учебник / под ред. С. А. Боголюбова. – Э40 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт ; ИД Юрайт, 2011. – 482 с

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИПОСЕЛКОВЫХ КЕДРОВНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ

С.В. Левин, В.И. Пащенко

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии»

Аннотация. В статье проанализированы причины массового поражения кедра на лесосеменных плантациях в черневом подпоясе Северо-Восточного Алтая, указывающие на необходимость сохранения генофонда семенным материалом, как достаточно надежном. При этом оценка параметров плюсовых деревьев подтверждает, что каждое дерево сформировалось в процессе своего развития под влиянием множества факторов, кроме наследуемых признаков. На основании полученных результатов при исследованиях в припоселковом 55-65 –летнем кедровнике в черневом подпоясе Северо-Восточного Алтая сделан вывод: при проведении лесоводственных мероприятий следует учитывать групповое размещение непосредственно взаимодействующих деревьев с сохранением не ниже 270 шт. деревьев с учетом оптимальной ширины кроны (6,2м) при произвольных расстояниях между волоками и их прямолинейностью.

Ключевые слова: кедр сибирский (*Pinus sibirica du Tour.*), диплодиоз (*Sphaeropsis sapinea*), плюсовые деревья, лесосеменные плантации, припоселковый кедровник, плодоносящие побеги, урожайность, групповое размещение деревьев.

ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION OF SURROUNDED CEDARERS IN THE TERRITORY OF THE NORTHEASTERN ALTAI

S.V. Levin, V.I. Pashchenko

FGBU All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Selection and Biotechnology

Annotation. The article analyzes the reasons for the mass destruction of cedar on forest seed plantations in the black belt of the North-Eastern Altai, indicating the need to preserve the gene pool with seed material as sufficiently reliable. At the same time, the assessment of the parameters of plus trees confirms that each tree was formed in the course of its development under the influence of many factors, except for inherited traits. On the basis of the results obtained in studies in the 55-65-year-old cedar forest in the black sub-belt of the North-Eastern Altai, the conclusion is made: when conducting forestry activities, the group placement of directly interacting trees should be taken into account with the preservation of at least 270 trees, taking into account the optimal crown width (6.2 m) at arbitrary distances between the hairs and their straightness.

Keywords: *Siberian cedar (Pinus sibirica du Tour.), diplodios (Sphaeropsis sapinea), plus trees, forest seed plantations, near-village cedar, fruit-bearing shoots, yield, group placement of trees.*

Введение. Сосна кедровая сибирская, кедр сибирский (*Pinus sibirica du Tour.*), является ценной лесообразующей породой России, ареал которой занимает два материка: северо-восток европейской части, Западную и Восточную Сибирь, частично выходя за пределы России в Северную Монголию и Китай. В последнее время значительно возрастает не только хозяйственное значение культур кедровых сосен с их замедленным приростом по древесине, но и как пород, обладающих целым рядом других полезных функций [1,2]. Еще в 1917г. В. Барыщев в статье писал: «Бийские купцы определяют общее количество ореха, добываемого в Сибири, в один миллион двести тысяч пудов; из них на один только алтайский орех падает свыше 400 000 [3]...» В настоящий момент расчеты показывают, что иные свойства кедровников имеют для общества намного большее значение, чем их сырьевые ресурсы [4].

Уже с начала XIX в. далеко за пределами своего ареала известен кедр сибирский. Практик-лесовод Ф. Х. Майер, начавший озеленение в с. Моховом (Орловская область) в имении Шатиловых в 1817 г., о кедре отзывался следующим образом: «Это дерево известно более как съедобными семенами - кедровые орехи. Приятно иметь в усадьбе несколько экземпляров этого отечественного дерева, доставляющее любимое лакомство простому русскому народу. В пользу желающих я и завел его на семенных грядках». Шатиловым И.И. было продано кедра с 1851 по 1895г. - 40477шт. в количественном отношении сравниваемым: с тополем (54138шт.), грабом (43284шт.), ольхой (28722шт.). Начи-

ная продажу с 5 шт.(1852г.) уже за 1854г. было продано 2490 шт., а в период с 1870 по 1880г. продажа не опускалась ниже 985шт. в год, доходя до 5312шт. (1874г.) [5].

Значительная часть территории в Республике Алтай представлена кедровыми лесами. Некоторые исследователи считают, что здесь находится фитоценоотический оптимум этого вида, имеются рефугиумы третичной флоры, в которых сформировались аутохтонные кедровники, а низкогорные популяции могут являться центрами формообразования и резервации ценного генофонда [6]. Все это являясь частью биологического разнообразия биосферы, как генетические ресурсы лесных древесных растений, подлежит сохранению, согласно действующему законодательству. Сохранение генетического потенциала ценных популяций кедра возможно путем создания высокопродуктивных лесосеменных плантаций, включающих потомство лучших генотипов, ориентированных на повышенную семенную продуктивность (урожайные), интенсивность роста и формирование фитомассы (экологические), а также путем формирования ПЛСУ целевого назначения из лесных культур, из естественных кедрово-лиственных молодняков в припоселковых кедровниках [7-9].

В начале XX в., подчеркивая значимость кедра, в работе В. Барышцев рекомендовал: «Если в казенных лесничествах Алтая на существующие там с примесью кедра насаждения и кедрачи верхней зоны нельзя посмотреть как на кедровники, к которым применим правильный садовый уход, то в пределах этих лесничеств можно и должно создать кедровые плодовые сады путем искусственным, путем посадок кедра, не пренебрегая при этом и дичками...» [3]. В 1960г. А.С. Яблоков определил три задачи, связанные с селекцией кедра с направлением отбора на смолопродуктивность, качество ствола, семеношение [10]. Работы по сохранению ценного генофонда кедра сибирского в Республике Алтай ведутся с 1977 года XX в. Из отобранных плюсовых деревьев - 285 деревьев клонировано. Выделено лесных генетических резервов 495,4 га и плюсовых насаждений 77,8га. На основе этого заложены на площадях- 60,9 га различных прививочных лесосеменных плантаций (ЛСП) (рис.1) и архивов клонов (АК) – 13,7 га с направлением отбора на семеношение, смолопродуктивность, качество ствола и комплексную продуктивность. Общее количество привитых деревьев на клонových объектах 4932 шт. [11, 12].



Рис.1. Лесосеменные плантации плюсовых деревьев, созданные в черневом поясе Северо-Восточного Алтая (400 м над ур. моря) по годам создания: впереди на равнинном месте - в 1980 г.; заднем плане на склоне – в 1987г.(фото С.В. Левина)

В связи с важностью данных объектов большое значение имеет оценка их сохранности и состояния. К сожалению динамика сохранности отрицательная из-за воздействия природных и антропогенных факторов. Так в процессе визуального обследования ЛСП в 2007 г. было обнаружено покраснение хвои на ветвях кроны у отдельных деревьев (рис.2). В августе 2013 г. инженерами-лесопатологами ФБУ «Рослесозащита» осматривались деревья на ЛСП посадки 1980 г. и клоновые архивы посадок 1986, 1990 и 1997г. Отмечено активное засмоление стволов деревьев (около 90 % деревьев) различного диаметра – от 8 до 28 см, на высоте от 0 до 3 м, чаще всего под мутовками и на месте прививок, вызванное обрубкой сучьев и повреждениями различных видов стволовых вредителей: сосновой стволовой огнёвкой (*Dioryctria sylvestrella* Ratz.) и чёрной журчалкой (*Cheilosia morio* Ztt.) [13]. Во время проведения обследования ЛСП (август 2017г.) с целью установления величины пыльцевой продуктивности и сбора образцов хвои для генетического анализа сотрудниками ФГБУ ВНИИЛ-ГИСбиотех Е.В. Титовым и С.В. Левиным было выявлено значительное усыхание хвои в нижней части крон деревьев исключительно побегов мужского типа (рис.2). Образцы растительного материала пораженной хвои кедра сибирского (*Pinus sibirica du Tour.*), собранных на участках ЛСП 1980 и 1981г. и сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*) за ее пределами, были переданы в филиал ФБУ «Рослесозащита» - ЦЗЛ Воронежской области». Специалистами отдела мониторинга состояния лесных генетических ресурсов Воробьевой Е.А., Кулаковым Е.Е., Карпеченко Н.А. был проведен молекулярно – генетический анализ образцов. В результате обнаружены фитопатогены: *Cladosporium sp.* в образце (*Pinus silvestris*) и диплодиоз *Sphaeropsis sapinea* в образце (*Pinus sibirica du Tour.*)

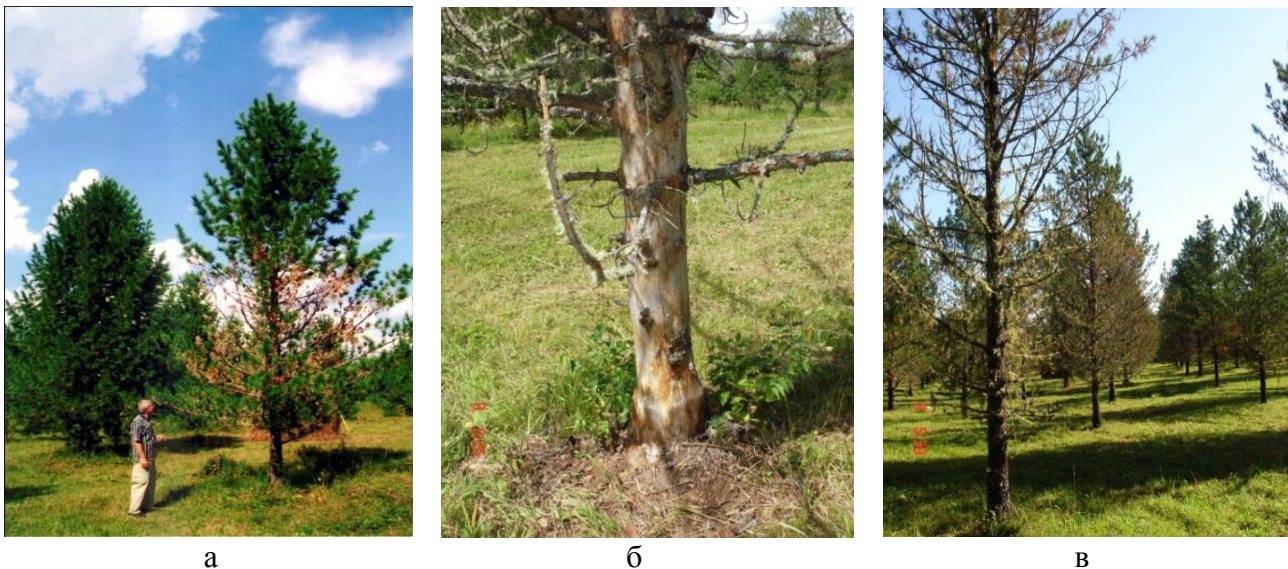


Рис.2 Степень повреждения плантации деревьев кедра с побегами мужского типа фитопатогеном *Sphaeropsis sapinea* на момент 2007г.(а) (фото А. И. Иршников); тоже дерево на момент 2017г.(б) (фото С.В. Левин); общий вид (в) (фото С.В. Левин)

Массовое поражение ЛСП может быть связано со следующими причинами:

1. различные ход роста и развития деревьев в связи с внутривидовой изменчивостью: от вертикальной зональности, условий местопроизрастания и размещения объектов (уклон местности, высота над уровнем моря, подготовка участка, густота посадки) (рис.1);
2. влияние совместимости и качества прививки, показатели привоя;
3. значительный возраст прививочного материала.

Учитывая вышеизложенные предполагаемые причины можно попытаться обосновать неизбежное поражение ЛСП фито - и энтомофагами, как результат их взаимосвязи. Процессы, приводящие к нарушению целостности дерева в результате прививки, выводят из состояния равновесия корни и крону, вызывая в их взаимодействии смещение в сторону ослабления корневой деятельности, что предполагает изменения защитной реакции дерева. Чтобы преодолеть сопротивление защитной реакции деревьев, насекомые выработали способность отыскивать подходящее по физиологическому состоянию дерева, нападать на них роями и концентрироваться с определенной плотностью поселения. Контактируя на поврежденных деревьях с некоторыми микроорганизмами, происходит симбиоз с ними и разнос насекомыми заболеваний. Взаимоотношения стволовых вредителей с грибами и другими микроорганизмами, очень сложны и разнообразны [14]. В рассматриваемой ситуации наблюдается стволотип ослабления и отмирания деревьев, так как нарушение защитной реакции произошло ниже средней части ствола в результате его поражения (место прививки) под влиянием фитопатогена диплоидоза *Sphaeropsis sapinea*, занесенного сосновой стволотиповой огнёвкой (*Dioryctria sylvestrella* Ratz.) и чёрной

журчалкой (*Cheilosia morio* Ztt.). Конечно происходящее нуждается в тщательном исследовании, но уже сейчас напрашивается вывод о необходимости сохранения более семенным материалом, как достаточно надежном.

Одним из таких путей является формирования ПЛСУ целевого назначения из лесных культур, из естественных кедрово-лиственных молодняков в припоселковых кедровниках. В прошлом в стихийном формировании кедровников в Западной Сибири имели место рубки ухода типа осветлений в 7-30 лет, при числе приемов 20-28, интенсивностью 3-10% по массе с периодичностью 1-2 года [7]. В соответствии с «Рекомендациями...» [7] из этих районов чистым по составу кедровникам возрастом 60-70 лет свойственны следующие показатели: высота-15м, диаметр- 34см при параметрах кроны по диаметру и протяженности- 5,7 и 12,4 м соответственно. При этом число деревьев на 1 га составило 250 шт. со средним расстоянием между ними 6,8 м и результатом урожая- 278 кг. В исследуемом 55-65-летнем кедровнике, находящемся в черневом подпоясе Северо-Восточного Алтая, аналогичные показатели следующие: высота-16,88м, диаметр- 36,5см при параметрах кроны по диаметру и протяженности- 5,54 и 10,5 м соответственно при расстоянии между деревьями 7,3м (табл.1) .

Поэтому весьма актуальным следует считать исследование, связанное с размещением деревьев кедра на площади, при создании ПЛСУ на территории Северо-Восточного Алтая.

Результаты и обсуждения. Отмечено, что в горных районах с гумидным климатом (Северо-Восточный Алтай) генетическая изменчивость кедра закономерно увеличивается от черневого подпояса к верхней границе распространения вида, что в известной мере характеризует увеличение в этом же направлении адаптивного и общего потенциала популяций. Увеличение интенсивности роста и плодоношения деревьев высокогорья свидетельствует о возможности смещения верхней границы распространения кедра сибирского в сторону высокогорной тундры [15,16]. Результаты внутрипопуляционной изменчивости можно наблюдать в проявлении высокого полиморфизма кедра сибирского на примерах средних показателей плюсовых деревьев (56 шт.) из различных мест произрастания горно-таежного подпояса Северо-Восточного Алтая (рис.3,4). Отбор производился в соответствии с «Рекомендациями...» [8,17]. Данные взяты из материалов отчета ЦНИИЛГИС (в настоящее время ВНИИЛГИСбиотех) [18].



Рис.3,4. Диаграмма сравниваемых средних показателей плюсовых деревьев кедра сибирского из различных мест произрастания

Как видно из диаграмм рис.3,4 деревья имеют хорошо развитый плодоносящий ярус кроны (протяженность 6,36- 8,67м) при сомкнутости полога 0,6. Общее количество плодоносящих побегов у отобранных деревьев из ур. Карайдо и Каяшта в большинстве случаев 200-250, в ур.Пыжа 140- 200шт., что на 170- 200 % больше, чем у обычных деревьев. В связи с разными условиями произрастания отобранные кедры различаются по величине среднего многолетнего урожая: в ур.Каяшта 2,9- 4,3кг (в среднем 3,45), ур.Карайдо- 2,2- 4,3кг(2,64), ур. Пыжа- 1,7- 2,5кг (2,03), ур. Уймень- 5,4- 14,4кг (7,4). Во всех урочищах этот показатель выше контроля: у половины деревьев - в 1,7- 1,9; у 27шт.- в 2- 2,5 и у одного- в 3,3раза. Также на примере самой многочисленной группы отобранных деревьев в ур. Карайдо (30шт.) можно наблюдать, что величина диаметра ствола незначительно связана с протяженностью плодоносящего яруса, при ее отсутствии с количеством плодоносящих побегов (рис.4,5). Крайние высокие показатели свойственны лишь 2 деревьям в возрасте 250 лет, превышающим средний показатель (215 лет). Таким образом, результаты подтверждают, что каждое дерево сформировалось в процессе своего развития под влиянием множества факторов, кроме наследуемых признаков.

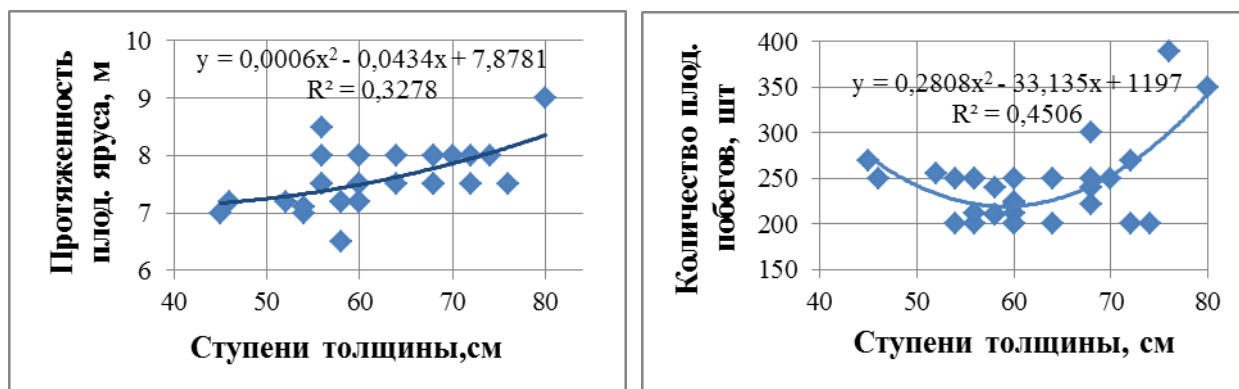


Рис.4,5. Графики зависимости протяженности плодоносящего яруса (слева) и количества плодоносящих побегов (справа) от величины диаметра ствола.

Формирование из кедровых молодняков высокоурожайных садов на селекционной основе предусматривает изучение структуры насаждения. Различные условия местонахождения деревьев нивелируют проявление потенциальной урожайности у них. Наиболее объективно можно ее установить при одинаковом их размещении. В изучаемом припоселковом 55- 65 –летнем кедровнике ранее были выделены три группы деревьев различной урожайности среди кедров свободного (расстояние до ближайших деревьев 8-12м), относительно свободного (6-8м) и густого стояния(4-6м), достоверно отличающихся по основным фенотипическим показателям урожайности и среднегодовалому урожаю семян [19,20] (табл.1,2).

Таблица1

Показатели деревьев в зависимости от расстояния между ними и категории урожайности

Показатели	К дереву (8-12 м)			К дереву (6-8 м)		К дереву (4-6 м)	
	высоко	средне	низко	средне	низко	средне	низко
Высота,м	17	17,4	16,6	16,8	17	17,1	16,6
Диаметр,см	44	39	34	37	34	38	33
Протяженность кроны,м	10,8	12,5	12,3	9,4	10,5	9,8	9,1
Диаметр кроны,м	7,4	6,4	6,0	6,2	4,8	4,9	4,8
Протяжен. плодон. яруса,м	7,2	6,2	4,6	5,9	4,5	5,1	4,4
Среднегодулет. урожай,кг	2,3	1,5	0,8	1,5	1,0	1,2	0,9

Наилучшие условия для реализации потенциальной биологической способности организма имеются при свободном размещении деревьев. Среди особей такого пространственного размещения сильно выражены различия по урожайности. У кедров, произрастающих не ближе 8-12м от окружающих деревьев, имеются генотипы различной урожайности, среди особей более густого стояния-только средние и низкоурожайные. Средне- и низко урожайные кедры произрастающие в этих условиях не отличаются по протяженности плодоносящий кроны, числу плодоносящих побегов и среднегодулетней урожайности от особей с аналогичной семенной продуктивностью, но менее удалённых от окружающих деревьев на 4-8 м. Данное сходство может служить

основанием для предположения, что низкая урожайность особей, произрастающих на значительном расстоянии от окружающих деревьев может быть обусловлена прежде всего индивидуальными особенностями организма. Скорее всего, среди этих особей возможно нахождение генотипов мужской социализации с высокой пыльцевой продуктивностью, которые необходимо сохранить в формируемом кедровом саду для повышения его общей производительности. При относительно свободном и густом произрастании деревьев урожайность и пыльцевая продуктивность реализуются не полностью и отбор особей с высоким их значением и высокой генетической обусловленностью данных признаков затруднен.

Таблица 2

Показатели динамики процента от общего числа плодоносящих побегов и урожая по годам у деревьев в зависимости от расстояния между ними и категории урожайности

По годам процент от общего числа плод.побегов,шт./ урожай с дерева,кг	К дереву (8-12 м)			К дереву (6-8 м)		К дереву (4-6 м)	
	высоко	средне	низко	средне	низко	средне	низко
1991	34 / 1,3	43 / 1,5	34/0,7	28 / 0,8	34 / 0,8	35 / 1,1	36 / 0,8
1992	15 /*	25 /*	18 /*	13 /*	20 /*	10 /*	9 /*
1993	84 / 5,4	83 / 3,2	66/1,8	85 / 2,2	64 / 1,0	78 / 1,9	65 / 0,8

*- нет данных

В годы повышенных урожаев потенциальная репродуктивная способность реализуется наиболее полно, и в 1993 году у всех высоко- и среднеурожайных особей плодоносило в среднем- 78-85, у низкоурожайных - 65% побегов. На каждом из них имелась от 2 до 4 шишек. При этом сохранились различия между деревьями разной урожайности и размещения в абсолютном числе плодоносящих побегов в год урожая, что позволяет использовать данный показатель при отборе. В высокоурожайный год величина урожая у деревьев разных групп выше среднемноголетних показателей. Однако превышение неодинаково. Оно зависит от семенной продуктивности и положения особи в насаждении. У кедров свободного размещения урожай превысил среднемноголетний в 2,1 - 2,3 раза, у среднеурожайных относительно свободного и густого размещения - в 1,5-1,6 раза, у низкоурожайных особей в этих условиях произрастания он не изменился. Это свидетельствует о неодинаковой потенциальной урожайности и ее реализации у деревьев различного размещения и семенной продуктивности в год повышенной репродуктивной способности. Наиболее полно проявляются они у свободностоящих кедров различной урожайности. У них выше абсолютные значения урожая и меньше различия между особями разных семенной продуктивности. Урожай у низкоурожайных деревьев: по сравнению со среднеурожайными при свободном размещении меньше в 1,8 раза; при относительно свободном и густом – соответственно - в 2,2 и 2,4 раза. По степени преобладания мужских генеративных органов над женскими у кедра сибирского определяется тип сексуализации - высокий фенотипический показатель. Высоко- и

среднеурожайные деревья в большинстве случаев являются особями женского типа, низкоурожайные - смешанного и мужского. У первых соотношение мужских и женских генеративных органов не превышало 11:1, у вторых - 20:1, у третьих достигало 91:1.

В отношении группового размещения при относительно свободном и густом стоянии деревьев, учитывая полученные таксационные данные, в перспективе при назначении лесохозяйственных мероприятий следует считать убедительными высказывания Эйттингена Г.Р. [21]: «Дифференциация роста деревьев в лесу с возрастом, как правило, не увеличивается, а, наоборот уменьшается. Групповое отмирание деревьев приводит к групповому размещению оставшихся деревьев. Деревья в группах устойчивее деревьев, растущих вне групп.... В густых культурах небольшое расстояние между посадочными местами обуславливает в начальном периоде самоизреживания уменьшенную площадь прогалов; в редких культурах площадь их больше...».

Выводы. Результаты подтверждают необходимость сохранения генофонда семенным материалом, как достаточно надежным. Оценка параметров плюсовых деревьев указывает, что каждое дерево сформировалось в процессе своего развития под влиянием множества факторов, кроме наследуемых признаков. На основании полученных результатов при проведении лесоводственных мероприятий следует учитывать групповое размещение непосредственно взаимодействующих деревьев. При этом расстояние между волоками и их прямолинейность могут быть произвольными с учетом группового размещения деревьев. Количество деревьев, приходящееся на 1 га площади, к возрасту 70 лет не должно быть ниже 270 шт. с учетом оптимальной ширины кроны (6,2 м).

Список литературы

1. Дроздов, И.И. Хвойные интродуценты в лесных культурах, М., МГУЛ, 1998г.- 135с.
2. Титов, Е.В. Плантационное ореховодство кедра сибирского на селекционной основе: состояние и перспективы. 4-е Международ.совещание по сохранению лесных генетических ресурсов в Сибири , Барнаул, 24-29.08. 2015 г.
- 3.Барышевцев, В. Кедровники - плодовые сады/ В. Барышевцев. «Лесной журнал», XLVII год изд., С.- Петербург: 1917, вып.1-3. с.35-56
- 4.Земляной, А.И.О программе селекции кедра сибирского(*Pinus sibirica*) на семенную продуктивность.4-еМеждународ. совещание по сохранению лесных генетических ресурсов в Сибири, Барнаул,24-29.08. 2015г.
- 5.Шатилов, И.И. Руководство к разведению лесов на черноземе (на основании 75-летнего опыта в с. Моховом Тульской губернии). С.- Петербург, издание А. Ф. Девриена, 1897 г.- 72с.
- 6.Земляной, А.И.Особенности генетических процессов в популяциях "девственных"кедровников Кыгинского рефугиума. 2-е Международ.совещ. по сохранению лесных генетических ресурсов, Новосибирск, 3-9.08. 2009 г.

7. Алексеев Ю.Б, Демиденко В.П. Рекомендации по формированию ПЛСУ кедр высокой семенной продуктивности в Западной Сибири. ЦНИИЛГИС, Воронеж, 1984.-с.15
8. Ильичев Ю.Н., Демиденко В.П. Рекомендации по созданию постоянной лесосеменной базы кедр на селекционной основе в горном Алтае. ЦНИИЛГИС, Воронеж, 1981.- с.17
9. Матвеева, Р.Н.Рост кедр сибирского на ПЛСУ, формируемом в лесных культурах//Р.Н.Матвеева, О.Ф.Буторова, Н.М.Уфимцева. Вестник МарГТУ, 2011. №1, с.25-30
10. Яблоков, А.С. О задачах и методах селекции и семеноводства кедр. Изд-во Сибирского отделения АН СССР, Новосибирск, 1969, вып.6,- с.139-143
11. Земляной, А.И. О программе селекции кедр сибирского (*Pinus sibirica*) на семенную продуктивность. 4-е Международ. совещание по сохранению лесных генетических ресурсов в Сибири, Барнаул, 24-29.08. 2015г.
12. Ильичев, Ю.Н. Генетико-селекционные объекты кедр сибирского (*Pinus sibirica du tour.*) в Республике Алтай: структура, стратегия совершенствования и использования. Хвойные бореальной зоны, XXX, № 1-2, 2012, с.87-91
13. ФБУ «Российский центр защиты леса»
http://www.rcfh.ru/28_02_2014_d3838.html
14. Маслов, А.Д. Стволовые вредители леса./ А.Д. Маслов, Кутеев Ф.С., Прибылова М.В. -М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1973. – 144с.
15. Велисевич С.Н., Горошкевич С.Н., Петрова Е.А., Бендер О.Г., Хуторной О.В. Структура маргинальных популяций у лесных древесных растений: генотипы и фенотипы, рост и половая репродукция, продуктивность и устойчивость (на примере кедр сибирского). 4-е Международ. совещание по сохранению лесных генетических ресурсов в Сибири, Барнаул, 24-29.08. 2015
16. Земляной, А.И. Межклоновая изменчивость кедр сибирского по элементам семенной продуктивности: перспективы отбора// А.И. Земляной, Ю.Н. Ильичев, В.В. Тараканов. Хвойные бореальной зоны, XXVII, № 1-2, 2010 с.77-82
17. Ирошников А.И., Титов Е.В. Рекомендации по отбору и оценке плюсовых деревьев кедр сибирского на семенную продуктивность. ЦНИИЛГИС, Воронеж, 1990.
18. Провести отбор в природе и выведение ценных форм и сортов лесных древесных пород для получения недревесной продукции (заключительный). Отчет о НИР по теме II.2.2. Руководитель А.А. Храмов. ЦНИИЛГИС, Воронеж, 1990.- 96с
19. Разработать методы селекции, интродукции и повышения урожая семян кедр сибирского (промежуточный) за 1993г. Отчет о НИР по теме IV.2.9. Руководитель А.И. Ирошников. ЦНИИЛГИС, Воронеж, 1993.-105с.
20. Разработать методы селекции, интродукции и повышения урожая семян кедр сибирского (промежуточный) за 1992г. Отчет о НИР по теме IV.2.9. Руководитель А.И. Ирошников. ЦНИИЛГИС, Воронеж, 1992.-38с

21.Эйтинген, Г.Р. Избранные труды. М.: Изд-во с/х литературы, 1962.-500с.

ВОСПИТАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ КАК ПУТЬ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Е.Е. Лучникова, В.И. Шаповалова, Н.В. Талдонова

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация. В статье изложена проблема экологической безопасности, которая в России проявляется в экологической некомпетентности, экологической безграмотности и неосведомлённости граждан и лиц, принимающих решения, напрямую влияющих на экологическую ситуацию нашей страны. Ниже предложена смена мировоззрения эгоцентричного антропоцентризма, который властвует на территории Российской Федерации, на умеренный биосфероцентризм, который абсолютно необходим нам сегодня, чтобы спасти свой дом.

Ключевые слова: *экологическое мировоззрение, воспитание экологической культуры, экологический менталитет, экологическая грамотность, проблемы экологической безопасности.*

EDUCATION OF ECOLOGICAL CULTURE AS A WAY TO SOLVE ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

E.E. Luchnikova, V.I. Shapovalova, N.V. Taldonova

Tomsk State University of Architecture and Building

Abstract. The article describes the problem of environmental safety, which in Russia is manifested in environmental incompetence, environmental illiteracy and ignorance of citizens and decision makers who directly affect the environmental situation of our country. Below is the change of the worldview of the egocentric anthropocentrism, which rules in the territory of the Russian Federation, to a moderate biospherocentrism, which we absolutely need today to save our home.

Keywords: *ecological outlook, education of ecological culture, ecological mentality, ecological literacy, problems of ecological safety.*

Современный мир стоит на перепутье экологической катастрофы, вызванной множеством факторов, которые включают в себя халатность и эгоизм человека. Человек традиционно игнорирует предупредительные меры, продолжая изменять окружающую среду. И проблема в том, что окружающая среда приспособиться к изменениям, а человек нет.

Бесконечный ряд экологических проблем влияет на национальные интересы страны, интересы общества и личности, как отдельной крупницы общества. Угроза для человека заключена в том, что измененная до критического состояния окружающая среда может приспособиться к изменениям, вызванными грубым человеческим вмешательством, таким образом, что человек, как биологический род, более не сможет считать своим домом данную окружающую среду, следствием чего станет вымирание. Также возникают заболевания разного рода, к которым человеку приходится все интенсивней искать подход, чтобы

иметь возможность с ними бороться и продолжать выживать. Для общества же и государства, в котором существует общество, важным моментом является истощение ресурсной способности земли, на которой находится данное государство, вследствие чего удовлетворение материальных, духовных и культурных потребностей личности и общества прекратится [1, с. 277].

Загрязнение вод и почвы, выбросы промышленных отходов в атмосферу, скопление бытовых отходов, уничтожение заповедных зон путем вырубки лесов и браконьерства. Все эти проблемы должны стоять под красным восклицательным знаком на всем земном шаре и, действительно, такая тенденция активно проявляется в странах Европы, где люди сумели сформировать не только на законодательном уровне стойкие нормы и правила, не терпящие обхода, который так любят на территории России, но и на уровне менталитета, являющимся основой личности, напрямую влияющего на расстановку ценностей и приоритетов в удовлетворении материальных, культурных и духовных потребностей человека.

Формирование экологического менталитета должно вестись в сторону биосфероцентризма, основной концепцией которого является восстановление биотической регуляции биосферы, которая в свою очередь была предложена биофизиком Горшковым В.Г. При осуществлении восстановления биотической регуляции биосферы будут автоматическим образом решаться все существующие экологические проблемы. Снижать уровень загрязнения всех сред жизни, остановить процесс глобального потепления климата, восстановить и продолжать сохранять биоразнообразие, активно переходить на органическое сельское хозяйство и энергетику, основанную на возобновляемых источниках энергии – основные цели биосфероцентризма. Единственная, но существенная, проблема морально-духовного характера данного менталитета заключается в том, что выше изложенные цели естественным процессом могут быть достигнуты только путем снижения популяции человека до так называемого «золотого миллиарда», что не представляется возможным. Поэтому единственным мировоззрением, удовлетворяющим целям устойчивого развития, в настоящее время является умеренный биосфероцентризм. При таком видении мира человек должен своими силами идти к поставленным целям, приведенным выше [2, с. 45].

На территории Российской Федерации в частности менталитет умеренного биосфероцентризма внедряется крайне тяжело из-за сформированного антропоцентрического мировоззрения. Из-за гордости, граничащей с эгоизмом и необоснованной самоуверенностью, большими территориями, которыми обладает Россия, человек, проживающий в данной стране, слишком смел в использовании биологических ресурсов, которые по мнению некоторых людей бесконечны, так как по окончании одного ресурса всегда можно заменить его другим и так до бесконечности. Подобное легкомыслие в вопросе экологического потребительства вызвало на территории нашей страны, нашего дома, ряд экологических запущенных проблем, которые продолжают игнорироваться. Вопросом экологической безопасности для эффективного решения вопроса должны интересоваться все: государство, электростанции и станции по добыче другого вида

энергий, активно пользующиеся природными и водными ресурсами, отдельные организации по изготовлению текстиля, некоторых продуктов питания, бытовых предметов частого пользования, изготовление которых ведет к прогрессирующей деградации экосистемы, в которой мы все существуем сейчас и планируем существовать еще не одно столетие.

Большая территория нашей страны вводит нас в заблуждение. По оценочным данным 60% территории страны остаются неиспользованными и неэксплуатированными до сих. Слыша такие цифры человек успокаивается и становится невнимательным к тем 40%, которые мы используем более чем активно. По тем же самым данным остальные 40% территории России находятся в катастрофическом положении, описываемом никак иначе как экологическое бедствие. По данным исследований Йельских и Колумбийских ученых, Россия занимает 3-е место по выбросам вредных веществ и 74-е по экологической чистоте. Исследование проводилось на основании оценки состояния окружающей среды, степени подверженности жителей той или иной страны экологической опасности, способности государства решать проблемы экологической безопасности [3, с. 27].

Устранение устоявшейся инфантильности в принятии государственно важных решений, влияющих на экологическую безопасность страны, возможно с помощью воспитания экологической культуры у людей, так как зачастую именно экологическая безграмотность и неосведомленность является причиной нарушения природоохранного законодательства. Человеку свойственно не думать о вещах, не происходящих в непосредственной близости ежедневной жизни человека. Для учета данного психологического явления существует экологическое воспитание и образование, которое сопровождает человека на протяжении всей жизни, дома, в дошкольных и школьных образовательных учреждениях, в высших учебных заведениях и на предприятиях. С помощью экологически сформированного общественного сознания, принимая решения, опирающиеся на внутреннее стремление к гармонии человека и окружающей его среды, гражданам планеты Земля, и в частности государства Российской Федерации, не удастся допустить экологическую катастрофу [4, с. 116].

На государственном уровне в настоящее время идут попытки решения проблем экологической безопасности с 2012 года, в котором был принят документ «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года». Данный документ хорошо описывает правильные стратегические цели государственной политики в области формирования экологической культуры у народа. Помимо выше приведенного документа, правительством были приняты многие нормативные правовые акты, такие как «Об охране окружающей среды», «Экологическая доктрина Российской Федерации» и др. Главная проблема экологической безопасности заключена вовсе не на законодательном уровне, а на уровне, регулирующем исполнение принятых законов среди крупных и мелких предприятий и организаций [5,6,7].

Очень жаль становится свою страну, когда приходится слышать, что для соблюдения природоохранных законов крупными и мелкими предпринимателями и гражданами России приходится придумывать экономически выгодные аспекты сохранения окружающей среды. Человек не должен распространять жизненное кредо «живи только сегодня» на вещи, касаемые сохранения природы окружающей среды.

Подводя итог, хочется под восклицательный знак поставить вопрос об экологическом воспитании, о привитии некоего уважительного отношения к планете, которая является нашим единственным домом. Когда в менталитете нашей страны будет отражаться выше изложенное мировоззрение умеренного экосфероцентризма, мы сможем вывести себя и свою страну на новые высоты.

Список литературы

1. Пакалов, Д. С. Актуальные проблемы обеспечения экологической безопасности России / Д.С Пакалов // Вестник Тамбовского университета. Серия: гуманитарные науки. 2012. № 3 том 107. С 276-283.

2. Миркин, Б.М., Наумова, Л.Г. Проблема формирования экологического менталитета / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова // Экология и жизнь. 2011. № 7. С. 44-49.

3. Ферару, Г.С. Методические подходы к формированию и реализации региональной экологической политики / Г.С. Ферару // Вопросы государственного и муниципального управления. 2011. № 1. С. 27-29.

4. Башлакова, О.И. Проблемы экологической безопасности России / О.И. Башлакова // Вестник МГИМО Университета. 2015. № 3(42). С. 112-121.

5. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года // Консультант Плюс URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129117/

6. Федеральный закон от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Консультант Плюс URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=11652096006542325581181927&cacheid=8D3A5AD3B4D7870E38D99AEB963A0347&mode=splus&base=LAW&n=287111&rnd=6CA49C7024FFF7412BD25F458E809817#03900848063301323>

7. Экологическая доктрина Российской Федерации, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002 N 1225-р // Консультант Плюс URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=11652096006542325581181927&cacheid=1ED768BED038F67F2AFB87544FCA093D&mode=splus&base=LAW&n=92097&rnd=6CA49C7024FFF7412BD25F458E809817#06785331946070983>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЛИГОНОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ Г. РУБЦОВСКА

К.Ю. Максимович, М.Л. Кочнева

Новосибирский Государственный Аграрный Университет

Аннотация. В статье приведена экологическая оценка влияния на загрязнение окружающей среды площадок по работе с отходами вблизи г. Рубцовска. Исследованы три основные площадки работы с отходами на предмет организации, обустройства территории и загрязнения почвы вблизи санитарной зоны. Проведены химические анализы почв на границе санитарных зон полигонов. Рассматривается проблема управления отходами на территории города.

Ключевые слова: *загрязнение, почва, полигон ТКО, коммунальные отходы, промышленные отходы, тяжелые металлы.*

ENVIRONMENTAL MONITORING OF WASTE LANDFILLS OF RUBTSOVSK

K.Y. Maksimovich, M.L. Kochneva

Novosibirsk State Agrarian University

Annotation. The article presents an environmental assessment of the impact on environmental pollution sites for waste management near the city of Rubtsovsk. Three main sites of work with waste for the organization and arrangement of the territory and soil pollution near the sanitary zone are considered. Chemical analyses of soils on the border of sanitary zones of landfills. The problem of waste management in the city is considered.

Keywords: *pollution, soil, landfill, municipal waste, industrial waste, heavy metals.*

Наша страна набирает огромный темп в сфере производств и потребления. Высокие темпы промышленного роста, урбанизация и естественные приросты населения увеличивают антропогенную нагрузку на окружающую среду. На сегодняшний день встала остро проблема загрязнения окружающей среды полигонами различного рода отходов. Так уж сложилось, что самый популярный способ борьбы с отходами в нашей стране – хранение на полигонах, погружение в верхние слои почвы и захоронение. Однако для населения и окружающей нас с вами среды, данный способ отнюдь не самый экологически чистый и безвредный [7].

Специализированные площадки по работе с отходами – полигоны - представляют собой целые комплексы природоохранных сооружений, предназначенные для вторичной работы с отходами, а именно: размещение, складирование, обезвреживание, обеспечение безопасного захоронения, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, грунтовых вод. Важным элементом является внешнее обустройство такой площадки, которое должно отвечать соответствующим требованиям и препятствует распространению насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

Исследования, которые проводились в последние 15-20 лет показали, что многие такие площадки по работе с отходами не отвечают природоохранным и

санитарным требованиям [4]. Такие данные обуславливают острую необходимость создания целого комплекса мероприятий, которые будут направлены на экологический мониторинг таких мест с целью экологизации приемов работы с отходами.

Мусорная проблема в Рубцовске занимает второе место после дорожной, а по важности, думаю, они на одном уровне. Часто можно наблюдать такое явление: при погрузке мусора специализированной техникой после забора содержимого бачков остается загрязненная территория, на которой мусора в пять раз больше вывезенного. Он может находиться неделями, увеличиваясь в объемах, создавая антисанитарные условия прямо на территории двора, где живут люди и ежедневно сталкиваются с происходящим.

Цель работы – оценить влияние и возможный экологический ущерб объектов размещения отходов, которые расположены вблизи г.Рубцовска

Данное исследование опиралось на ряд поставленных задач:

1. рассмотреть основные площадки по работе с отходами вблизи г.Рубцовска;
2. выявить нарушения действующих площадок по работе с отходами;
3. провести анализ образцов почв вблизи объектов размещения отходов.

Материал и методы исследований

Объект исследования – площадки размещения отходов (промышленных, коммунальных) и почва на границе санитарной зоны. Были изучены такие площадки, как: полигон ТКО «ООО Благоустройство» поселок Мичуринский, полигон промышленных отходов «Рубцовский филиал ОАО «Алтайвагон»» и городская свалка (юго-западная окраина города).

В целях исследования экологической обстановки вблизи г. Рубцовска, проведен химический анализ почв с границ санитарных зон полигонов в соответствии с ГОСТами [1,2]. При написании работы были использованы такие методы научного исследования, как анализ отечественной и зарубежной научной литературы, нормативно-правовой базы по теме организации и обустройства полигоном ТКО и промышленных полигонов, контент-анализ, аналитические и сравнительные методы.

Результаты исследований

Основной управляющей компанией в Рубцовске по работе с ТКО является ООО "Благоустройство". До 1 марта 2018 года плата за утилизацию мусора, которую взимает компания «Благоустройство», составляла 28,12 руб. за 1 м³ отходов, сегодня эта цифра возросла до 169 руб./ м³. Стоимость сбора и вывоза осталась прежней: 170 руб./ м³, но на первый план уже вышли разногласия между мусороперевозящими компаниями и утилизирующей. Сегодня действует два перевозчика отходов на территории нашего города, а именно: «Ремстройбыт» и «СпецТрансСервис», которым удалось избежать финансовых проблем и до сих пор быть на плаву. Система, которая сегодня обеспечивает работа с отходами в городе Рубцовске, завязана на 3 организациях, чьи действия не всегда приносит желаемый результат. Причин может быть масса, но к основным хочется отнести: нехватка техники, кадров и грамотно оборудованных мест для

хранения ТКО. Ежегодно образование ТКО в крае увеличивается в среднем на 7%, однако увеличение критериев по утилизации и вторичной переработке мы не наблюдаем [4]. Проблемы возникают с централизованным сбором, доставкой и утилизацией мусора.

Рассмотрим ситуацию по организации специализированных мест по утилизации и обращению с отходами. Для количественного анализа использовался «Государственный реестр объектов размещения отходов». По законодательству РФ все специализированные площадки (полигоны) для ТБО с 01 января 2015 года должны быть включены в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО) [4]. Специализированные площадки – «Полигон», должны подходить под определенные требования, прописанные государством, чтобы иметь право для включения в ГРОРО и вполне законно вести работу, связанные с переработкой и утилизацией отходов.

Нами были рассмотрены 3 площадки вблизи города Рубцовска, которые специализируются в работе с отходами, а именно: складирование, хранение, захоронение. Что касается нашего города, то только 1 из 3 объектов нашего исследования включен в этот реестр, это «22-00019-3-00870-311214 Полигон промышленных отходов» Рубцовский филиал ОАО «Алтайвагон».

Выезды непосредственно на места организации данных площадок выявили определенные нарушения. Прежде всего, при организации полигонов был изменен природный ландшафт, все компоненты окружающей среды (подземные и поверхностные воды, почвы, растительность). Все площадки располагаются вблизи населенного пункта, без учета особенностей инженерно-геологических условий, а также без проведения инженерных мероприятий по обустройству территории для приема и хранения отходов. Отсутствие на специализированных площадках обустроенной проезжей части и подъездных, асфальтированных дорог, отсутствует ограждение на двух объектах размещения ТКО, свободный доступ бездомных животных и птиц. Все отходы были подвержены прямому воздействию солнечных лучей, что влияет на скорость испарения вредных химических элементов. На всех площадках отсутствует контроль качества грунтовых вод.

Коммунальные и промышленные отходы являются дестабилизаторами экологической обстановки, а их компоненты подвержены деградации и разложению [7]. Большинство металлов переходят в окружающую среду преимущественно в виде оксидов (цинк, медь, олово, и др.), а остатки бумаги и пищевых продуктов разлагаются до органических кислот, фенолов, аммиака, углекислого газа, метана, сероводорода и др.[7].

В целях исследования экологической обстановки г. Рубцовска и влияние на его эко-статус как минимум 3 полигонов по работе с отходами, мы провели химические анализы почв (рис.1) зон хранения ТКО, на границах санитарных зон [2].

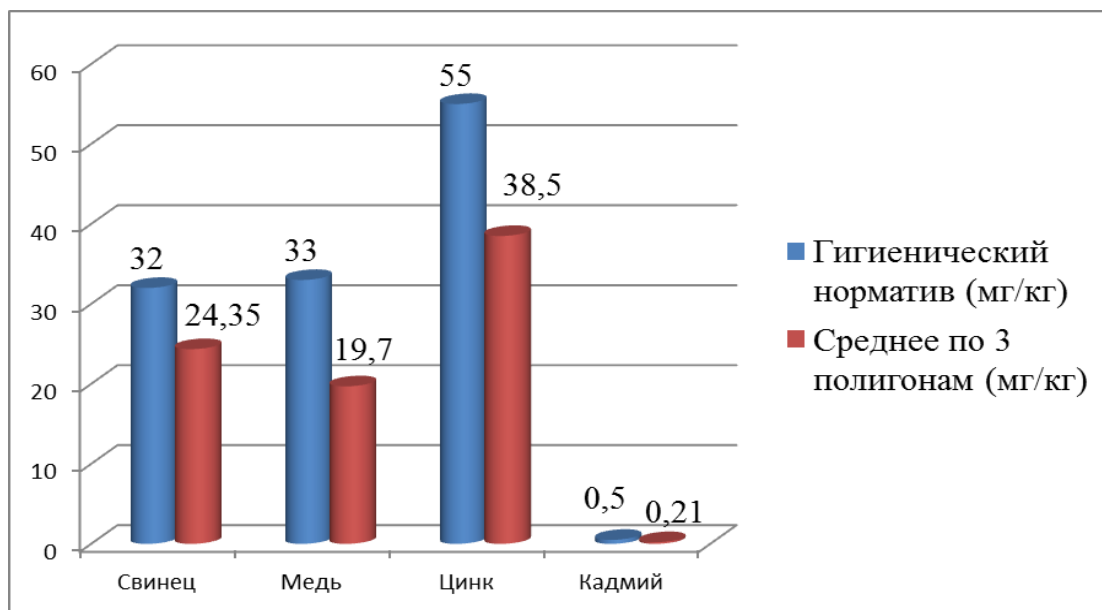


Рис. 1. Результаты санитарно-гигиенического исследования образцов почвы (средние значения по трем площадкам работы с отходами)

Превышение допустимых норм в пробах почвы зон хранения ТКО вблизи города Рубцовска не выявлено, однако есть интересные тенденции по некоторым элементам. Можно отметить, что показатели на полигоне промышленных отходов «Алтайвагон» для свинца, цинка, меди приближаются к соответствующим нормативам. Скорее всего, это носит локальный характер загрязнения на отдельных участках зоны и связано с повышенной техногенной нагрузкой на почву санитарной зоны этого полигона.

Пробы, привезенные с городской свалки юго-западного направления от города, не выявили превышения допустимых норм. Однако стоит заметить достаточно высокий показатель по уровню свинца и кадмия. Гигиенический норматив в пробах почв вблизи поселка Мичуринский на полигоне ТКО так же не был нарушен. Все показатели ниже, чем среднее допустимое значение. Можно сделать вывод, что в данном месте почвы наименее подвержены загрязнению остатками отходов.

Таким образом, несмотря на удовлетворительное в целом положение с загрязнением почвенного покрова границ санитарных зон, экологическое состояние почв вблизи города нуждается в более углубленном исследовании, которое позволило бы установить причинно-следственные связи между конкретными очагами загрязнения, а так же проанализировать динамику изменения концентраций различных веществ во временном промежутке. В целом, актуальное состояние почв зон хранения отходов в г. Рубцовске по рассматриваемым показателям можно считать удовлетворительным.

Основной задачей, которая стоит перед руководством города – оптимизация городской схемы сбора, транспортировки и утилизации отходов. Возникает необходимость разработки и внедрения системы экологического мониторинга по отношению к площадкам работы с отходами, и именно жесткий контроль

соблюдения всех норм и требований. Возможно, стоит рассмотреть варианты по внедрению в корне других перспективных направлений, связанных с обращением ТКО, на выручку может придти опыт зарубежных стран и отечественные разработки в области сжигание отходов с выработкой энергии и тепла. Рубцовск имеет определенный потенциал в сфере обращения ТКО, нуждается в создании рабочих мест и профильных кадров. Все эти вопросы решаемы, мы должны помнить что отходы, это в первую очередь вопрос, касающийся социального уклада жизни нашего общества.

Список литературы

1. ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Метод отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».— М.: Стандартиформ, 2003.— 8 с.
2. ГОСТ 17.4.3.01 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб».— М.: ИПК изд-во стандартов, 2004.— 4 с.
3. Кравцова М. В. и др. Оценка экологических рисков в процессе утилизации твердых бытовых отходов //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – №. 1-7.
4. Максимович К. Ю. Состояние и перспективы развития использования вторичных сырьевых ресурсов в Алтайском крае //Пища. Экология. Качество. – 2017. – С. 22-25
5. Мудрецов А. Ф., Тулупов А. С. Оценка экологической опасности полигонов твердых бытовых отходов //Региональные проблемы преобразования экономики. – 2013. – №. 3 (37).
6. Попова Л. Ф., Наквасина Е. Н. // Экология и промышленность России.— 2013.— №1.— С.47.
7. Романова, Е.М. Экологический мониторинг свалок и полигонов ТБО на примере Ульяновской области / Е.М. Романова, В.Н. Намазова. Вестник УГСХА // Научно-теоретический журнал № 2 (5). Август-ноябрь 2007. 58—61 с.
7. Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозаловская. 3-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2006. 334 с.: ил.

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛ ОТ СЖИГАНИЯ ОТХОДОВ

В.В. Малышкина

Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы утилизации отходов, образующихся в процессе строительства и эксплуатации нефтяных и газовых скважин, методом высокотемпературного сжигания. При этом, в связи с удаленностью месторождений от специализированных мест размещения отходов, а также отсутствием технической возможности их транспортирования, возникает возможность использования данных отходов в качестве вторичного сырья на производственных площадках месторождений.

Ключевые слова: утилизация отходов, нефтегазовые месторождения, экологическое законодательство, инсинератор, зола от сжигания отходов, лицензирование, строительный материал.

ISSUES OF CINDER UTILIZATION FROM INCINERATION OF WASTE

V.V. Malyshkina

Tyumen industrial University

Abstract. The article deals with the issues of waste utilization that occur from construction and exploiting oil and gas wells using high-temperature combustion method. Due to the remoteness from specialized waste disposal sites, as well as the lack of their transportation, it is possible to use these wastes as secondary raw materials on production sites deposits.

Keywords: waste utilization, oil-gas deposits, environmental legislation, incinerator, waste incineration cinder, licensing, constructional materials.

Проблема обращения с отходами производства и потребления на месторождениях нефти и газа является актуальной, особенно остро вопрос стоит для месторождений, расположенных в районах Крайнего Севера, где суровые природно-климатические условия и территориальное нахождение ограничивают экологически безопасные мероприятия по обращению с отходами.

В процессе эксплуатации нефтегазовых месторождений образуется значительное количество отходов производства и потребления (отработанный буровой раствор, буровой шлам, обтирочный материал, загрязненный маслами, мусор от бытовых помещений и др.) В тоже время нормы экологического законодательства в области охраны окружающей среды содержат требования по применению новых технологий обращения с различными видами отходов. Решением этого вопроса является использование специализированных установок для сжигания отходов – инсинераторов.



Рис. 1. Общий вид инсинератора

Установки данного типа представляют собой сборно-разборную конструкцию, которая состоит: камера сжигания, крышка с камерой дожигания, пульт управления, горелка дизельная, рукава воздухопроводные, труба, механизм подъема крышки, поворотный механизм. Особенностью, отличающей данный тип установок от традиционных крематоров, является наличие камеры дожигания. Камера дожигания сконструирована таким образом, что дым, образующийся после сжигания, проходит дополнительную термическую обработку. В результате окончательно разлагаются недогоревшие органические вещества и мелкодисперсный углерод (сажа) [1]. Данный способ для месторождений нефти газа является наиболее приемлемым вариантом обращения со значительным количеством отходов.

Установки предназначены для утилизации различных промышленных органических, бытовых, а также нефтесодержащих отходов III - IV класса опасности [2]. В них происходит практически полное сгорание отходов, а остаток в виде золы составляет, в зависимости от отходов 3,5% исходной массы. При этом в процессе сжигания отходов на установках образуется вторичный отход - зола от сжигания отходов, который относится к IV классу опасности, который можно эффективно использовать в самых разных сферах [3].

В условиях непрерывного технологического процесса только на территории Тюменской области ежегодно образуется тысячи тонн золошлаковых отходов. Данные отходы являются собственностью предприятий и могут использоваться повторно. Однако, существует один сдерживающий фактор, согласно статье 12 Федерального закона № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности», лицензированию подлежит деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов I-IV класса опасности [4]. Это ограничение требует значительного количества разрешений, экспертиз, согласований и заключений. Как правило, основными путями решения данной проблемы является привлечение организаций, имеющих лицензию на осуществление деятельности по обращению с отходами. Тем не менее главным препятствием остается проблема невозможности или экономической нецелесообразности транспортировки золы от сжигания отходов для дальнейшей переработки. К примеру, производственная площадка Протозановского месторождения в Уватском Тюменской области располагается на расстоянии 400 км на юго-восток от поселка Муген. Следующий важный момент заключается в осуществляемом виде деятельности – не каждая специализированная организация имеет право заниматься переработкой золошлаков. Поэтому предприятия сталкиваются с проблемой накопления отхода и их длительного хранения на производственных территориях (более 11 месяцев), что приводит к загрязнению окружающей среды (атмосферы и грунтовых вод) и увеличению экологических платежей. Тем не менее, экологическая значимость использования высокотемпературного сжигания для месторождений нефти газа очевидна, кроме того, важнейшими показателями, определяющими дальнейшее использование зол, являются: минералогический, химический и гранулометрический состав, влажность, содержание недожиги, истинная насыпная плотность, пористость,

абразивность, адгезионные свойства [5]. Это готовый мелкодисперсный материал, обладающий хорошими вяжущими свойствами, который вполне пригоден для строительства.

Таким образом, предприятиям необходимо ответить на вопросы: о целесообразности реализации проектов и их инвестиционном потенциале. Но прежде всего, система эффективного использования вторичного сырья должна иметь поддержку на федеральном уровне.

Список литературы

1. Издательский дом «Отраслевые ведомости». [Электронный ресурс] – URL: http://www.solidwaste.ru/i/ent/1154/presentation_14195888794657.pdf.
2. ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
3. Гринин А. С., Новиков В. Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. М.: Фаир-Пресс, 2002. 36 с.
4. Федеральный закон от 04.05.2011 N 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности».
5. Соколов Э.М., Москвичев Ю.А. Утилизация отходов производства и потребления / Э.М. Соколов, Ю.А. Москвичев. Ярославль: ЯГТУ, 2006. 388 с.

ПРОВАЛЫ – ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ю.А. Малюжич

Федеральное агентство морского и речного транспорта Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ») Пермский филиал

Аннотация. Человек в своей хозяйственной деятельности зачастую сам своими действиями создаёт угрозу экологической безопасности окружающей среде. Одной из самых масштабных площадных угроз для экологической безопасности являются провалы, которые образуются в местах добычи полезных ископаемых. Подобные явления наносят серьезный материальный ущерб и становятся причиной гибели большого количества людей.

Ключевые слова: карст, карстовая воронка, провал, шахта, рудник, Кизелуголь.

WASHOUTS - THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL SAFETY

Yu.A. Malyuzhich

*Federal Agency of Sea and River Transport Federal State-Financed Educational Institution of Higher Education
“Volga State University of Water Transport” Perm branch*

Annotation. A person in his business activity often by his own actions creates a threat to the environmental safety of the environment. One of the most large-scale area threats to environmental security are the failures that are formed at the mining sites. Such phenomena cause serious material damage and cause the death of a large number of people.

Keywords: *karst, karst funnel, failure, mine, Kizelugol.*

Человек активно и уверенно хозяйствует на нашей планете. Больше всего его интересуют месторождения полезных ископаемых, ведь они дают возможность развивать производство, строить новые города и образуют множество рабочих мест в процессе их разработки и дальнейшей эксплуатации. Однако при этом появляются не столь радужные перспективы, ведь из-за глубоких и разветвлённых выработок шахт на рудниках под землей образуются пустоты. Многие из них перемежаются с образованием карстов, и, как их следствие - провалами.

Согласно Википедии: Карст (от нем. *Karst*, по названию известнякового плато Карст (словен. *Kras*) в Словении) [3] - совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа, возникающих на местностях, сложенных сравнительно легкорастворимыми в воде горными породами - гипсом, известняком, мрамором, доломитом и каменной солью. Наиболее характерны для карста отрицательные формы рельефа. По происхождению они подразделяются на формы, образованные путём растворения (поверхностные и подземные), эрозионные и смешанные. По морфологии выделяются следующие образования: карры, колодцы, шахты, провалы, воронки, слепые карстовые овраги, долины, поля, карстовые пещеры, подземные карстовые каналы.

В бывших и действующих шахтёрских городах Пермского края подобное положение вещей привело к появлению массовых провалов. О проблеме этих населенных пунктов правительство края и отрасли осведомлено уже давно, однако остановить процесс оседания грунта специалистам пока не под силу. С подобной проблемой сталкиваются многие города и страны, особенно часто грунт проседает в местах, где ведется активная хозяйственная деятельность человека либо созданы специфические природные условия.

В результате подвижки грунта возникают углубления в земной поверхности. Прогнозировать их появление крайне сложно, поэтому под землю могут уйти дома, хозяйственные постройки, железнодорожное полотно, автомобильные дороги и другие объекты инфраструктуры. Подобные явления наносят серьезный материальный ущерб и становятся причиной гибели большого количества людей.

В крупных городах Пермского края, таких как Березники, Соликамск, Кунгур, а так же городах бывшего Кизеловского угольного бассейна провалы находятся под тщательным наблюдением специалистов, ведущих кропотливую работу по их изучению и прогнозированию новых подвижек грунта. Возможно, благодаря их деятельности массовых жертв среди населения на указанных территориях уже многие годы удаётся избежать [5].

Массовое закрытие угольных шахт вызвало в результате подъём уровня подземных вод, и, следовательно, замачивание пород вокруг старых выработок, что вполне могло послужить причиной активизации подвижек пластов над ни-

ми. В настоящее время шахтные поля всех бывших шахт ликвидированного ОАО «Кизелуголь» затоплены.

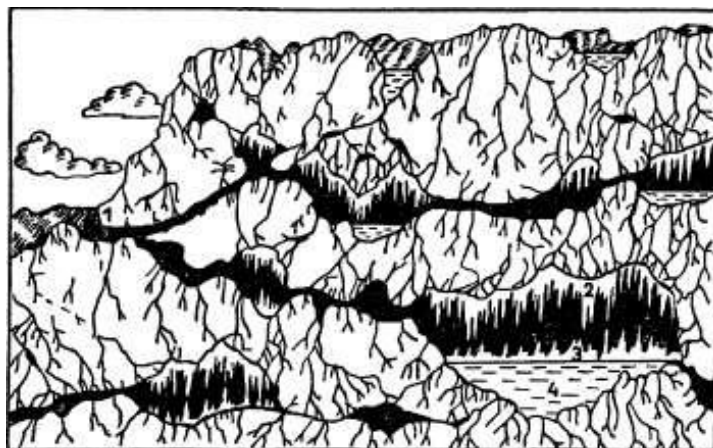


Рис. 1. Схема образования карста из подземных выработок (1 — вход, 2 — сталактиты, 3 — сталагмиты, 4 — подземное озеро)

Основной предпосылкой начала процессов образования карста являются сохранившиеся остаточные пустоты и вторичная трещиноватость в подземном пространстве. Самоликвидация этих пустот приводит к сдвигению толщи горных пород и проявлению этих процессов на земной поверхности, в виде деформаций и провалов.

Образование провалов обусловлено множеством причин. Но среди основных можно выделить следующие:

Размывание грунта водой. Это могут быть подземные источники, утечки из проложенной канализации и тому подобные ситуации.

Деформация естественных пустот. В некоторых районах под землей содержится большое количество неизученных пустот и пещер. Иногда они залегают настолько глубоко, что обнаружить их в процессе геологоразведки невозможно. С течением времени они деформируются, грунт приводится в движение и проседает.

Ведение строительных работ без экспертизы. Если в опасных районах начинать строительство, то можно спровоцировать появление очередного провала. Поэтому существует правило, согласно которому строительным работам должна предшествовать геологическая разведка.

Состав грунта. Любой грунт подвержен размыванию, однако если он состоит из известняка или, например, каменной соли, то риск проседания становится в несколько раз выше.

Иногда к образованию провалов приводит деформация различных подземных сооружений [4].

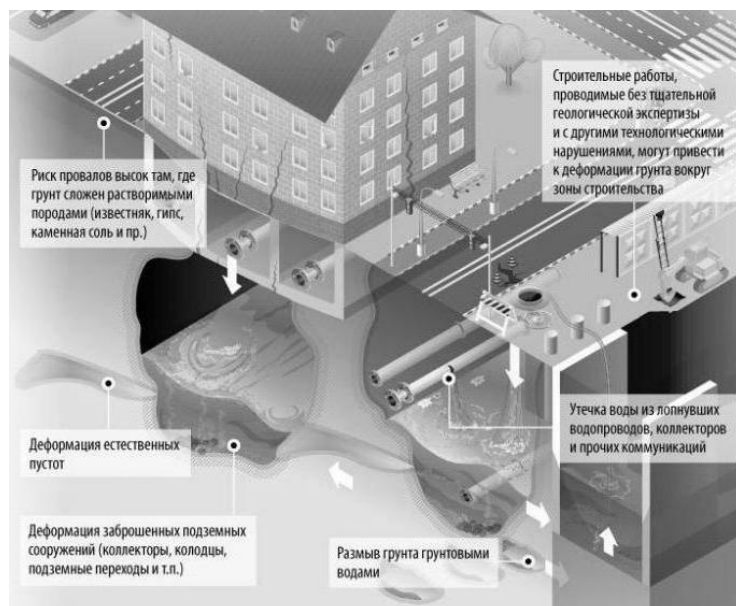


Рис. 2. Схема образования провалов

На севере Пермского края расположено обширное Верхнекамское месторождение, где добываются соли магния и калия. Работы по добыче солей здесь ведутся уже более восьмидесяти лет. За этот период на шахтах было три крупных аварии, которые отчасти спровоцировали образование провалов. Ученые считают, что главная причина провалов в Березниках и Соликамске – рудники и шахты. Они расположены практически под городами, что уже создает серьезную опасность для их жителей.

Примечательно, что под жилыми кварталами первые пустоты были обнаружены еще в семидесятые годы прошлого века, через сорок лет после разработки месторождений. Некоторые из них располагаются всего лишь в трехстах метрах от поверхности. На данный момент ситуация сложилась таким образом, что в Березниках закрыт единственный христианский храм и расселено несколько жилых кварталов. Причем подвижки грунта происходят до сих пор.

Город Соликамск может повторить судьбу соседнего города Березники, в котором за десять лет образовалось семь провалов в земле, в том числе в жилых районах города. В г. Соликамске первый провал появился 18.11.2014 года и за это время разросся до солидных размеров. Власти и разработчик шахты ПАО «Уралкалий» все годы заявляли о том, что риска появления новых провалов нет, однако 02.05.2018 года здесь все же появился новый, расположенный ближе к жилой части города.

В результате производственной деятельности на практически единственном в стране Верхнекамском месторождении калийно-магниевого солей уже довольно давно происходят серьезные техногенные аварии, в результате которых не только сокращаются производственные комплексы и теряются государственные запасы калия, но терпят бедствия и страдают люди, проживающие на этой территории.

Большую опасность представляют эти новообразования для судьбы старейшей в стране калийной шахты на Соликамском рудоуправлении № 1. Это единственное оставшееся место в ПАО «Уралкалий» где добывается карналлит для нужд «ВСМПО-АВИСМА» и «Соликамского магниевого завода». Если угроза затопления этой шахты будет реальной, то попрощаться можно будет не только с отечественным титаном, проблемы затронут и основных потребителей – российские авиационные холдинги, а так же Boeing и Airbus.

В городском строительстве защищать земли от таких разрушительных процессов принято тремя основными способами:

- избегать строительства на опасных участках территорий;
- оптимально минимизировать возможность образования провалов над подземными пустотами и полостями;
- подготовить здания и сооружения к возможным обвалам и проседанием с точки зрения инженера.

Первый способ включает в себя разработку архитектурно-планировочных решений, которые позволяют исключить возможность возведения зданий на потенциально опасных участках. Как правило, этот вариант борьбы с разрушительными процессами применим лишь для осваиваемых земель и не актуален для застроенных районов[1].

Инженерные методы борьбы, которые относятся ко второму способу, называют активными. Это набор комплексных мер, направленных на то, чтобы заполнить ниши и прорехи, которые есть под землёй, а также расколы в карбонатных породах раствором цемента или бетона. Используют и метод, который может защитить строения большого значения — изоляция режима гидрогеологии путём исключения водного отбора.

Третий способ предотвращения разрушительных последствий вышеупомянутых процессов включает в себя создание уникальной индивидуальной конструкции фундамента и самого сооружения. Например, цельные железобетонные фундаменты в форме сплошных плит. Конструкции таких строений должны быть с повышенной пространственной жесткостью.

Специалистами должны изучаться гидрогеологические условия местности, должны быть исследованы условия питания подземными водами пород, а также пути направления вод под землёй на территории возникновения карста. С этой целью проводится гидрогеологическая съемка, а также специальные опыты по изучению химического состава и температурного режима воды в самых разных местах. В обязательном порядке проводятся работы по определению обильности воды в породе и для того, чтобы выяснить направление и скорость течения подземных вод путём окрашивания этих вод.

Ответственность за устранение негативных экологических последствий в России была возложена на ликвидационные комиссии предприятий с привлечением к их выполнению подрядных организаций за счёт средств, выделяемых из федерального бюджета по статье «Ликвидация последствий вредного влияния горных работ». Перечень природоохранных мероприятий и их объёмы определялись в соответствии с проектами ликвидации шахт и разрезов.

Для обеспечения контроля над состоянием окружающей природной среды в зонах влияния ликвидируемых предприятий под эгидой Государственного учреждения по вопросам реорганизации и ликвидации нерентабельных шахт и разрезов (ГУРШ) создана служба мониторинга производственной и экологической безопасности.

Ознакомиться с провалоопасными зонами можно в материалах генеральных планов поселений, а точнее на планах (схемах) территориального планирования: «Границы территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

В данной работе обращено ваше внимание на одну из злободневных экологических проблем всех бывших и действующих шахтёрских регионов нашей страны, поскольку провалы, как следствие карстовых образований, влекут за собой большие материальные, а зачастую и человеческие жертвы. Расширение площадей провалов и карстов не только вредит городам и населённым пунктам, но и может привести в негодность для сельского хозяйства большие территории пахотных земель.

Таким образом, борьба с карстовыми образованиями и их последствиями – провалами, должна быть в шахтёрских регионах на одном из первых мест и правительства не должны решать эту экологическую проблему простым расселением опасных территорий.

Список литературы

1. Боровков Ю.А., Дробаденко В.П., Ребриков Д.Н. Основы горного дела: учебник для студ. учреждений сред.проф. образования — М.: Издательский центр «Академия»; «Академия-Медиа», 2012. — 432 с.

2. Гвоздецкий Н.А. Карстовые ландшафты: Учебное пособие. — М.: Изд-во МГУ, 2008. — 112 с.

3. Карст [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> (Дата обращения: 21.10.2018)

4. Картозия Б.А., Малышев Ю.Н., Федунец Б.И. и др. Шахтное и подземное строительство: Учебник для ВУЗов — М.: Изд-во АГН, 2009.

5. Несмотряев В.И., Федоренко П.И., Шехурдин В.К., Горное дело. Учебник для техникумов, Издание: Недра, Москва, 2007 – 440 с.

«ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА» КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Т.Е. Маринченко

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса» (ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. В России стоит задача модернизация экономики, конечной целью которой является улучшение условий жизни каждого человека и обеспечение благоприятных условий для будущих поколений. Сегодня особенно актуальны вопросы энерго - и ресурсоэффектив-

ности в России. В статье сформулированы предпосылки и пути решения по экологизации проблемных секторов экономики, определены факторы устойчивого эколого-ориентированного развития субъектов Российской Федерации.

Ключевые слова: «зеленая экономика», ресурсосбережение, энергосбережение, экология, инновации, развитие территорий, опыт России.

"GREEN ECONOMY" AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RUSSIA

T.E. Marinchenko

Russian Research Institute of Information and Feasibility Study on Engineering Support of Agribusiness, the Federal State Budgetary Scientific Institution (Rosinformagrotekh FSBSI)

Annotation. In Russia, the task is to modernize the economy, the ultimate goal of which is to improve the living conditions of each person and to provide favorable conditions for future generations. Energy efficiency and resource efficiency issues in Russia are particularly relevant today. The article stated preconditions and ways of solutions for ecologization of problem sectors of the economy. The factors of sustainable eco-oriented development of the Russian Federation's subjects were determined.

Keywords: "green economy", resource-saving, energy-saving, ecology, innovations, development of territories, Russia's experience.

«Зеленая экономика» (англ. Green economics, Ecological economics) – новое понимание экономического роста, предлагающее учитывать сопутствующий экономическому росту ущерб и другие потери национального богатства, наносимые окружающей среде.

По наиболее полному, на взгляд многих специалистов, определению, данному экспертами Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 2011 г., "зелёная экономика" — это "экономическая модель, которая приводит к улучшенному благосостоянию людей и социальному равенству, уменьшению экологических рисков и дефицитов. По сути такая экономика является низкоуглеродной, энерго- и ресурсоэффективной, и включает в себя решение социальных проблем [1].

В РФ цели «зеленой экономики» (далее ЗЭ) отражаются в общей политике использования ресурсов и охраны окружающей среды, ряд принятых документов напрямую касаются проблематики ЗЭ: «Климатическая Доктрина» (2009 год), Указ Президента РФ №752 «О сокращении выбросов парниковых газов, «Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года» (2012) и др.

Принятая в 2013 г. Декларация о внедрении принципов "зеленой" экономики в России нацелена на трансформацию экономической деятельности в направлении, обеспечивающем: высокий уровень качества жизни населения, основанный на безопасной для здоровья окружающей среде; высокие темпы развития отраслей, являющихся стратегическими для национальной экономики; бережное и рациональное использование природных ресурсов в интересах бу-

дущих поколений; выполнение страной международных экологических обязательств [2].

В мире в настоящее время многими странами реализуются антикризисные программы на основе учета принципов ЗЭ с целью реализации и усиления комплексного подхода между основами устойчивого развития: экономическим ростом, социальным развитием и защитой окружающей среды.

Примером комплексного подхода к переходу на реализацию концепции "зелёной экономики" является "дорожная карта", реализуемая правительством Великобритании. В ней говорится, что "озеленение" должно затронуть все отрасли и виды деятельности на уровне государства, бизнеса и общества и создать около 100 тыс. новых рабочих мест. Учитывая уже действующие программы, документ устанавливает временные рамки для разработки и внедрения новых механизмов "зелёной экономики" в период до 2050 г. [1].

Российские ученые также активно работают над методологией, уделяя особое внимание отбору приоритетных индикаторов экологической эффективности ЗЭ, определению с их помощью уровня эффективности мероприятий по «озеленению» экономики; сопоставлению эффективности для определения целевых показателей и их целевых значений. При этом методологией устойчивого развития выделяется несколько групп показателей, посредством которых формирование ЗЭ станет двигателем экономического роста страны (табл. 1) [3 - 5].

Таблица 1

Группы показатели перехода к ЗЭ и их потенциал

Группа показателей	Потенциальный эффект
Ресурсного потенциала перехода к ЗЭ	Повышение продуктивности природных ресурсов (лесных, рыбных, сельскохозяйственных угодий и др.); эффективное управление капиталом (снижение экономического ущерба от потерь капитала вследствие более умелого управления экологическими рисками); повышение качества человеческого потенциала, в т.ч. за счет улучшения состояния окружающей среды (сокращение заболеваемости, увеличение продолжительности жизни) и снижения непроизводительных потерь водных ресурсов;
Повышения эффективности системообразующих секторов	Жилищно-коммунальное хозяйство, энергетика, рыболовство, сельское и лесное хозяйство, промышленность, туризм, транспорт, утилизация и переработка отходов, управление водными ресурсами
Инвестиционные вложения в развитие ЗЭ	Повышение эффективности в: общественном транспорте, ориентированном на альтернативные источники топлива, снижение выбросов парниковых газов, внедрение технологий безотходного производства и рециклинг отходов производства, энергопассивном домостроении, повышение энергоэффективности экономики за счет сокращения энергоемкости производства, перехода на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и др.
Стимулирующие инновационную деятельность	Создания благоприятной конкурентной среды и получения инновационного эффекта путем внедрения инновационных стандартов и регламентов, направленных на экологизацию.

Группа показателей	Потенциальный эффект
Рынка труда	Вовлечения трудоспособного населения в хозяйственную деятельность — основной фактор возможного «зеленого» роста.
Характеризующие защищенность населения и качество среды обитания	Снижение влияния негативного антропогенного воздействия посредством: снижения выбросов, утилизации отходов; воспроизводства экологически чистых технологий в строительстве, транспорте, при производстве продуктов питания и в сельском хозяйстве за счет увеличения природоохранной активности.

При традиционных подходах к оценке эффективности инвестиций «зелёная» энергетика является высокзатратным и долгоокупаемым направлением экологизации экономики с основными эффектами в экономической и экологической сферах. Сейчас до 70% территории России не имеет надёжного электроснабжения и в этом видится основной социальный эффект, позволяющий повысить уровень и качество жизни населения. Зарубежная практика внедрения ЗЭ показывает эффективность подобных инвестиций, например, при производстве панелей для солнечной энергии только за три года снижение соответствующих затрат составило 75 %, в секторе ветряной энергии средняя доходность прибрежной ветряной фермы поднялась в 2012 г. до 35 %. По подсчётам зарубежных экспертов, широкое внедрение концепции "зелёной экономики", прежде всего в энергетическом секторе, позволило бы значительно увеличить ВВП. Инвестиции в "зелёные сектора" должны при этом составить 200–250 млрд дол. до 2050 г. [1, 6 - 8].

Сегодня в России доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в общем объеме составляет около 0,3%, к 2020 г. запланировано повышение доли альтернативных источников до уровня более 3%. Поскольку в РФ имеется большой потенциал многих видов энергии, то можно достичь низкой себестоимости электроэнергии, тепла и топлива и децентрализации энергообеспечения на основе развития малой энергетики. Специалисты выделяют: биоэнергетику, геотермальные тепловые насосы, солнечные системы горячего водоснабжения, тепловые аккумуляторы, беспилотинные мини-ГЭС, гелионасосы, гидротараны и др. отечественные разработки [5].

В 2015 г. портфель инвестиционных проектов в сфере возобновляемых источников энергии в России составил более 100 млрд. рублей. До 2025 г. Минприроды намерено привлечь порядка 3,5 трлн. руб. в развитие возобновляемых источников энергии [2].

В России есть уникальные разработки в области ВИЭ, не имеющие аналогов в мире, например, в области петротермальной энергетики – использовании тепловой энергии "сухих" горных пород земной коры для доставки ее на поверхность (с минимальными потерями) и последующей выработки электроэнергии и тепла. Это направление разрабатывается в России Фондом «Термолитэнерго»: подписаны соглашения почти с 50 субъектами РФ и планируется строительство первых станций [9].

Приближенные оценки рисков от загрязнения воды и воздуха позволяют говорить о том, что экономические издержки для здоровья населения России составляют в среднем не менее 4–6% от ВВП. Недостаточно сбалансированным остается питание населения. Анализ среднедушевого потребления продуктов питания населением Российской Федерации показал, что в 2016 году отмечается незначительный рост потребления всех основных групп продуктов, при этом потребление овощей и бахчевых увеличилось на 5,2 %, яиц – на 4,8 %, картофеля – на 4 %, а мяса – на 3,7 %. При анализе макронутриентной обеспеченности рационов питания населения Российской Федерации выявлен избыток жира на 15,3 %, дефицит белка – на 11,5 % и углеводов – на 18,2 % по сравнению со средними рекомендуемыми нормами. Проблему качества пищевых продуктов решает «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», создающая национальную систему управления качеством продукции [7, 10, 11].

На долгосрочную перспективу эффективность применения принципов ЗЭ можно определять степенью достижения целей в проблемных секторах экономики с учетом возможных путей решения (табл. 2).

Таблица 2

Цели и варианты решений для ЗЭ, применительно к РФ

Сектор	Цели	Пути решения
Состояние атмосферного воздуха	Уменьшение выбросов в атмосферу	Реализация региональных программ по мониторингу и снижению выбросов в атмосферу
Генерация энергии (электроэнергия, тепло, нефть и газ)	Повышение энергоэффективности (на 40% к 2020 г.), переход к альтернативным источникам энергии, доступ населения к дешевой энергии	Реализация проектов в ветровой, солнечной, гидроэнергетике, геотермальной и биоэнергетике, внедрение тепловых аккумуляторов, систем и т.д.
Водообеспечение	Рациональное использование водных ресурсов, обеспечение качества водоснабжения	Мониторинг, региональные программы улучшения качества воды, очистка сточных вод, охрана воды
Утилизация отходов	Сокращение антропогенного воздействия, увеличение уровня утилизации отходов до 70 % к 2020 г. от текущего	Мониторинг, управление отходами внедрение технологий рециклинга
Вопросы лесного, сельского хозяйства и переработки	Сохранение лесного фонда и его охрана, наращивание производства сельскохозяйственной продукции без ухудшения плодородия почв и экологии в целом	Введение систем мониторинга лесного и сельского хозяйства, переработки и утилизации отходов производств, внедрение систем «умного» земледелия и производства, биологических средств защиты растений и животных, безотходного производства, применение био- и нано-материалов, рекультивация земель

Сектор	Цели	Пути решения
Транспорт	Снижение количества перевозок на дизеле/бензине, повышение экспорта	Внедрение альтернативных видов топлива, внедрение эффективной логистики
Строительство	Обеспечение качества среды обитания	Технологии энергопассивного строительства
Рациональное питание	Сбалансированное питание, качество продуктов питания	Мониторинг качества продукции, внедрение систем сертификации, прослеживаемости, контроля безопасности продуктов (ХАССП)

Имеющиеся ресурсоемкие технологии приводят к неэффективному потреблению и потерям природных ресурсов, росту загрязнения окружающей среды. Инвестируя в ресурсосберегающую структурную перестройку, радикально меняя ее технологический базис сегодня можно добиться ее экологизации, сокращения затрат на ликвидацию негативных экологических последствий техногенного экономического развития в будущем. Эксперты оценивают потенциал увеличения ВВП в 2–3 раза при современном уровне изъятия сырья и природного капитала и сокращении уровня загрязнения окружающей среды [12].

АПК — важнейший межотраслевой сектор глобальной экономики. Необходимость внедрения стратегий "зелёного роста" в агропромышленном секторе обусловлена растущим с его стороны воздействием на окружающую среду, поставленными задачами по энерго- и ресурсосбережению и необходимостью обеспечения продовольственной безопасности [1].

Переход к "зелёной агроэкономике" ориентирован на:

- восстановление естественного плодородия почв;
- повышение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных;
- улучшение качества аграрной продукции;
- внедрение и адаптацию энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Стимулирование активности в направлении ЗЭ должно отражаться в практической реализации достижений НТП, что предполагает перевод производства на принципы «наилучших доступных технологий» (best available technology), предусматривающих систему платежей и штрафов за загрязнение окружающей среды, обеспечение мониторинга, устранение практики временных согласованных разрешений на выбросы и прошлого экологического ущерба. Отраслевые информационно-технические справочники таких технологий сегодня разрабатываются уполномоченными организациями. В 2016 г. 20 млрд. руб. выделено для льготных займов промышленным предприятиям, реализующим проекты по внедрению НДТ, что позволит создать более 10 тыс. квалифицированных рабочих мест [13].

Субъекты РФ могут получать существенные экономические и социальные выгоды от трансформации аграрного сектора, который должен базироваться на переходе от традиционного интенсивного аграрного производства к экологическому или органическому.

Качество жизни человечества в будущем станет кумулятивным следствием эффективности современных решений экологических проблем и путей достижения поставленных целей.

Список литературы

1. Прокофьев, И.В. «Зелёная экономика» — новый вектор глобального развития: возможности и вызовы для России / Прокофьев И.В., Лыжин Д.Н., Ларин О.Н., Блинков В.М., Прокопенкова И.О., Шарова Е.А., Тодоров А.А. // Проблемы национальной стратегии. 2016. № 4. С. 58-102.

2. «Зеленый свет» «зеленой» экономике: Россия на пути к устойчивому развитию [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/3977766> (Дата обращения 27.06.2018).

3. Маринченко, Т.Е. Эколого-ориентированная экономика как фактор устойчивого развития России / Маринченко, Т.Е. / Инновационное развитие отраслей АПК: угрозы и новые возможности: сб. тр. по матер. межд. научн.-практ. конф. М. 2017. С. 213-217.

4. Липина, С.А. Зеленая экономика в России: модель и прогнозы развития / Липина С.А. // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-24. с. 5462-5466.

5. Наймушина, Д.В. «Зеленая экономика» в России / Наймушина, Д.В. // Теория и практика общественного развития. — 2015. — № 7. — с. 58-59.

6. Steiner, A. The world is finally producing renewable energy at an industrial scale / [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://www.theguardian.com/vital-signs/2015/apr/20/renewable-energy-global-trends-solar-power> (Дата обращения 25.11.2017).

7. Пахомова, Н.В. Проблемы модернизации и перехода к инновационной экономике / Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Малышков Г.Б. // Проблемы современной экономики (Евразийский международный научно-аналитический журнал). 2012. № 3(43) / [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=4155> (Дата обращения 27.10.2017).

8. Steiner, A. The world is finally producing renewable energy at an industrial scale / [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://www.theguardian.com/vital-signs/2015/apr/20/renewable-energy-global-trends-solar-power> (Дата обращения 25.11.2017).

9. Проскурякова, Л.Н. Четыре сценария развития возобновляемых источников энергии для России / Проскурякова Л.Н. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://tass.ru/pmef-2016/article/3348989> (Дата обращения 22.08.2018).

10. Маринченко, Т.Е. Реализация инновационных проектов в АПК: опыт и перспективы / Маринченко Т.Е., Кузьмин В.Н., Королькова А.П. М. 2017. 80с.

11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 268 с.

12. Устойчивое развитие в России / под ред. С. Бобылева, Р. Перелета. Берлин – СПб. 2013. 218 с.

13. Наилучшие доступные технологии (НДТ) / [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://www.rosinformagrotech.ru/ntd> <https://tass.ru/pmef-2016/article/3348989> (Дата обращения 22.08.2018).

СКРЫТАЯ УГРОЗА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛАМП

Н.В. Матц

Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

«РУБЦОВСКИЙ АГРАРНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТЕХНИКУМ»

Аннотация. Экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды ртутью, обуславливают развитие целой промышленности по производству из ртутьсодержащих отходов вторичной ртути. Инфраструктура по приему и переработке ртутьсодержащих отходов в России недостаточно развита и не удовлетворяет потребностей населения. Для перехода населения на использование энергосберегающих ламп необходимо: Организовать повсеместно пункты приема и утилизации люминесцентных ламп.

Ключевые слова: *экологические проблемы, ртуть, утилизация, загрязнение, энергосберегающая лампа, окружающая среда.*

HIDDEN DANGER OF ENERGY-SAVING LAMPS

N.In. Matts

Regional state budgetary vocational educational institution

«RUBTSOVSKY AGRICULTURAL-INDUSTRIAL COLLEGE»

Abstract. Environmental problems associated with environmental pollution with mercury, cause the development of the whole industry for the production of mercury-containing waste secondary mercury. Infrastructure for the reception and processing of mercury-containing waste in Russia is underdeveloped and does not meet the needs of the population. For transition of the population to use of energy saving lamps it is necessary: to Organize everywhere points of reception and utilization of fluorescent lamps.

Keywords: *environmental problems, mercury, utilization, pollution, energy saving lamp, environment.*

Мы измерили море, землю, воздух и небеса; мы обеспокоили недра земные ради металлов, нашли несчётное множество миров, строим непонятные машины. Что ни день, то новые опыты и дивные изобретения. Чего только мы не умеем, чего не можем! Но то горе, что при всём том чего-то великого недостаёт.

Григорий Сковорода.

23 ноября 2009 года Президент Российской Федерации Д.А. Медведев подписал закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффек-

тивности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», сокращенно: Федеральный Закон об энергосбережении 261-ФЗ. Согласно этому документу с 1 января 2011 года на территории страны не допускается продажа электрических ламп накаливания мощностью 100 Вт и более; с 1 января 2013 года – электроламп мощностью 75 Вт и более, а с 1 января 2014 года – ламп мощностью 25 Вт и более. Актуальность Закона несомненна в связи с выдвинутыми Президентом требованиями о снижении на 40 % энергоемкости отечественной экономики до 2020 года. Электрические лампы накаливания должны быть заменены другими источниками света, в частности, люминесцентными лампами [3].

Содержание ртути в окружающей среде в основном связано с использованием и выходом из рабочего состояния различных ртутьсодержащих изделий (ртутные и люминесцентные лампы, термометры, гальванические элементы и т. п.). Раньше уделялось мало внимания проблеме их утилизации. По истечении срока службы чаще всего такие лампы просто выбрасывались вместе с бытовым мусором и вывозились на свалки или полигоны, которые не оборудованы для хранения отходов высоких классов опасности. Ни для кого не секрет, что современные энергосберегающие лампы содержат ртуть. Министерство указывает самую главную опасность энергосберегающих ламп – они содержат пары ртути, однако нет документов, в которых было бы указано, как и где их утилизировать.

Когда люминесцентные лампы освещают наши офисы, жилье, сады и школы - они безвредны и не представляют для человека никакой опасности. Но в тот момент, когда отработанная лампа оказывается в мусорном контейнере или просто по неосторожности разбит ее стеклянный корпус, происходит высыпание белого порошка в окружающую среду (пары окажутся в воздухе, либо попадут в почву, а далее в грунтовые воды). В случае повреждения лампы необходимо покинуть помещение и вызвать специалистов МЧС [1].

Эти приборы содержат ртуть, которую сложно вывести из организма. Пары ее негативно влияют на нервную систему, вызывая эмоциональную неустойчивость, повышенную утомляемость, снижение памяти, нарушения сна и не только. Возможно, угроза экологии и здоровью горожан уменьшилась бы, если бы в Рубцовске принимали такие лампочки на утилизацию.

По данным Интернет-источников в городе Рубцовске установлены специальные пункты приема использованных ламп: ООО «Эко-партнер», которое имеет лицензию на данный вид деятельности, адрес ул. Сельмашская, 2 (бывшая мебельная фабрика) ипр. Кооперативный.

Хочется надеяться, что ситуация в городе изменится и горожане перестанут выбрасывать перегоревшие энергосберегающие лампочки в мусорное ведро.



Рис. 1. Экологическая проблема

Ртуть является чрезвычайно опасным веществом, которое относится к первому классу опасности. В нашей стране уже несколько десятилетий используются лампы, содержащие ртуть, соответственно для того чтобы предотвратить загрязнение окружающей среды необходимо соответствующим способом утилизировать отходы. Если нам небезразлично здоровье будущих поколений, не следует выкидывать люминесцентные лампы просто в мусорные баки, и тем более – не нужно разбивать их на улице, см.рис.1.

Пары ртути являются ядом и относятся к чрезвычайно опасным отходам. При вдыхании таких паров у человека проявляется эмоциональная неустойчивость, повышенная утомляемость. Наблюдается «ртутный тремор» рук, снижение памяти и нарушение сна. А при сильном отравлении появляется тошнота, рвота, повышение температуры до 38-40 градусов. Через несколько дней возможен летальный исход. Если разбить одну люминесцентную лампу в помещении, то происходит отравление воздуха на площади до 5000м².

Основными источниками поступления ртути в твёрдые бытовые отходы являются ртутьсодержащие приборы, в том числе и энергосберегающие лампы. Ежегодно в России в окружающую среду «поступает около 10 тонн ртути», «около 1,6 т ртути поступает в твёрдые бытовые отходы в составе ртутных люминесцентных ламп». (Источники выброса ртути в России, 2017).

Современная промышленность предлагает потребителю энергосберегающие лампы, являющиеся ртутьсодержащими, что подтверждается данными таблицы «Содержание ртути в разных группах отечественных ламп» [1].

Содержание ртути в разных группах отечественных ламп[4]

Группа ламп	Содержание ртути в лампе, мг
Люминесцентные компактные	5
Люминесцентные трубчатые	40-65 (в среднем 52)
Натриевые	30-50
Металлогалогенные	40-60
Ртутные (серия «ДРТ»)	50-600
Ртутные (серия «ДРЛ»)	75-350
Неоновые трубки	Не менее 10

Уже совсем скоро лампы накаливания пропадут с прилавков магазинов, и нам придется использовать энергосберегающие лампы. И остается только отнестись к этому благоразумно. Каждый из нас может предотвратить ртутное загрязнение окружающей среды, если будет выполнять простые правила по эксплуатации и утилизации ламп. Этим мы сохраним не только свое здоровье и здоровье своих близких, но и спасем будущие поколения. Помочь может каждый! Но переход на использование энергосберегающих ламп требует от государства незамедлительного решения вопросов их утилизации [1].

Список литературы

1. Зубрицкий В.С., Кульбеда Н.А. Обращение с ртутьсодержащими отходами. Требования экологической безопасности / В.В. Ходин // Минск, Бел НИЦ «Экология». 2010. - 56 с.
2. Янин Е.П. О токсичности и лечебных свойствах ртути (краткий исторический экскурс // Эколого-геохимические проблемы ртути (сборник научных статей). - М., 2000, Стр. 161-179
3. Янин Е.П. Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды/ М.: ИМГРЭ, 2015. - 28 с.
4. Яровский Б.М., Селезнев Ю.А. Справочное руководство по физике для поступающих в вузы и для самообразования / М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1989. - 576с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОБИЛЬНЫХ МАШИН В СКЛАДАХ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

А.А. Мельберт, А.В. Машенский, К.С. Боков, Н.Ч. Хынг
*Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, Россия*

Аннотация. Рассмотрена проблема и направления обеспечения экологической безопасности при механизации процессов в складах сельскохозяйственной продукции с позиции системного подхода в виде взаимодействующей системы «человек - мобильная машина -

окружающая среда». Эта система рассматривается в условиях эксплуатации в сельскохозяйственном производстве и связывает условия окружающей среды, технологические режимы, виды выполняемых операций, уровни вредных выбросов двигателей и процессы рассеивания вредных веществ в помещениях с ограниченным воздухообменом. Использование приведенного метода оценки экологической безопасности мобильных машин, эксплуатируемых в складах сельскохозяйственной продукции позволяет на основе использования комплексного показателя удельного нормообъема, с учетом вредных выбросов, производить оценку перспектив повышения безопасности труда механизаторов в системе «человек-машина-среда».

Ключевые слова: экологическая безопасность, мобильная техника, сельское хозяйство, воздухообмен, склад, дизельный двигатель, эксплуатация, вредные выбросы, токсичность, сельскохозяйственная продукция.

ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE USE OF VEHICLES IN AGRICULTURAL PRODUCTS STORAGE FACILITIES

A.A. Melbert, A.V. Mashenskiy, K.S. Bokov, N.Ch. Haing
Polzunov Altai State Technical University, Russia

Abstract. The article deals with the problem and direction of environmental safety during the processes of mechanization in agricultural products storage facilities from the systemic approach position. The objects of various nature are presented as interactional system «Man- Vehicle-Environment». This system is considered during its operation in agricultural production and links environmental and technological conditions, equipment, operating modes, types of operations performed, the levels of harmful engine emissions and the processes of dispersion of pollutants in areas with limited air exchange. The article describes the method of evaluation of mobile machines environmental safety in agricultural products storage facilities which allows to see the increase of operator's labour safety in proper perspective in the system «man- vehicle-environment».

Keywords: *environmental safety, mobile machinery, agriculture, breathability, granary, harmful emissions, toxicity, agricultural products.*

Развитие сельскохозяйственного производства предопределяет развитие механизации производственных процессов в складах продукции сельского хозяйства, которые можно отнести к помещениям с ограниченным воздухообменом. Для механизации загрузки, разгрузки, перемещения и подработки зерна в зерноскладах широко применяют мобильные машины. Однако они выделяют в атмосферу помещений отработавшие газы, которые влияют на всхожесть, жизнеспособность, биомассу, урожайность и качество зерна и другой сельскохозяйственной продукции, загрязняют и изменяют ее влажность [6,7]. Длительное употребление сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, произведенных из данного зерна, вредно для здоровья человека и может привести к развитию тяжелых заболеваний.

Выбросы мобильных сельскохозяйственных машин - это комплекс различных ингредиентов. Суммарное действие этих веществ на живые организмы иное, чем каждого газа в отдельности. Наибольшую опасность представляет сернистый ангидрид (SO_2), оксиды азота (NO , NO_2), пылевые частицы и содержащиеся абсорбированные газы.

Удельные выбросы дизелей при работе на режимах полной нагрузки достигают: по оксиду углерода (CO) - 1,5...12 г/(кВт·ч); по оксиду азота (NO_x) -

10...30 г/(кВт·ч); по углеводородам суммарно (C_xH_y) - до 0,25 г/(кВт·ч); по твердым частицам, включая сажу (ТЧ) - 0,25...2,0 г/(кВт·ч). Вместе с тем, в Европейском сообществе еще в 2008 введен стандарт ЕВРО-5, ограничивающий выбросы дизелей: по СО - до 1,5 г/(кВт·ч); по NO_x - до 2,0 г/(кВт·ч); по C_xH_y - до 0,25 г/(кВт·ч); по твердым частицам (ТЧ) - до 0,02 г/(кВт·ч), а в 2014 году стандарт ЕВРО-6, ограничивающий выбросы дизелей: по СО - до 1,5 г/(кВт·ч); по NO_x - до 0,4 г/(кВт·ч); по C_xH_y - до 0,13 г/(кВт·ч); по твердым частицам (ТЧ) - до 0,01 г/(кВт·ч).

Заболеваемость хроническими бронхитами у механизаторов, по данным [1,2], проявляется обычно после пяти лет работы на МТА, причем среди, постоянно работающих на погрузочно-разгрузочных операциях, хронические бронхиты выявляются в 2 раза чаще. Эти обстоятельства приводят к тому, что механизаторы в большинстве случаев не дорабатывают до пенсионного возраста. Практически 70% из них за 10-20 лет до выхода на пенсию по старости оставляют работу трактористов или становятся инвалидами, гибнут в результате несчастных случаев на производстве либо умирают от полученных заболеваний.

Поэтому условия труда трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства в соответствии с Гигиеническими критериями оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса (Руководство Р 2.2.755-99) можно отнести третьему классу третьей-четвертой степени вредности. В связи с этим оздоровление условий труда и обеспечение благоприятных микроклиматических условий работающих предусматривает разработку технических приемов, снижающих количество вредных компонентов в рабочей зоне операторов мобильных машин.

Кроме этого, сложившаяся экономическая ситуация в АПК России не позволяет производить обновление машинно-тракторного парка в требуемых объемах. Однако это не освобождает производителей сельскохозяйственных товаров от ответственности соблюдения требований по охране труда работников и условий хранения зерна при механизации процессов в складах сельскохозяйственной продукции.

Исходя из целевой задачи обеспечения условий хранения сельскохозяйственной продукции, необходимо отметить, что мобильные машины с одной стороны используют кислород из помещений зернохранилищ (для дизеля КамАЗ-740 до 900 м³ воздуха или 189 м³ кислорода), с другой выбрасывают с ОГ оксид углерода СО, диоксид углерода СО₂, твердые частицы и другие вещества увеличивающие интенсивность дыхания зерна и повышение вероятности возникновения процесса самосогревания [1,2,4].

Удельные экономические ущербы от отдельных загрязнителей на 01.01.2017 г. составлял: твердые частицы - 29,9 тыс. руб./т, оксид серы SO₂ - 33,8 тыс. руб./т, оксиды азота NO_x - 49,5 тыс. руб./т, углеводороды C_xH_y - 44,62 тыс. руб./т, оксид углерода СО - 16,84 тыс. руб./т.

В настоящее время тракторный парк России в своей основе имеет устаревшие модели машин, не соответствующие современным требованиям по расходу эксплуатационных (топлива и масла) и конструкционных материалов, надежности, воздействию на окружающую среду (водный и воздушный бассейны, почву, содержание вредных примесей в отработавших газах), условиям труда, уровню автоматизации и другим показателям.

Значения удельных выбросов вновь изготовленных и капитально отремонтированных на ремонтных заводах дизелей, тракторов и машин, и находящихся в эксплуатации приведены в табл. 1 и 2 [5].

Таблица 1

Значения удельных выбросов вновь изготовленных и капитально отремонтированных на ремонтных заводах дизелей, тракторов и машин

Наименование вредных веществ	Удельные выбросы, г/(кВт·ч), при воздухообмене	
	неограниченном	ограниченном
Оксиды азота	18,0	9,0
Оксид углерода (II)	10,0	4,0
Углеводороды	3,0	1,5

Примечания.

1. Нормы выбросов оксидов азота установлены по сумме оксидов азота, приведенных к оксиду азота (IV).

2. Нормы выбросов углеводородов установлены по сумме углеводородов, приведенных к условному составу $C_1H_{1,85}$

Таблица 2

Значения удельных выбросов находящихся в эксплуатации тракторов и машин

Наименование вредных веществ	Удельные выбросы, г/(кВт·ч), при воздухообмене	
	неограниченном	ограниченном
Оксиды азота	18,0	9,0
Оксид углерода (II)	14,0	5,6
Углеводороды	4,5	2,2

Динамика нормирования вредных выбросов дизелей приведена в таблице 3 [1].

Таблица 3

Динамика нормирования вредных выбросов дизелей

Вредные вещества	Предельные значения вредных выбросов, г/(кВт·ч)			
	ЕВРО-3	ЕВРО-4	ЕВРО-5	ЕВРО-6
Год введения	2000	2005	2008	2014
Углеводороды, C_xH_y	0,60*	0,46*	0,46*	0,13*
Оксиды азота, NO_x	5,00,	3,50	2,00	0,40
Оксид углерода, CO	2,10	1,50	1,50	1,50
Твердые частицы, ГЧ	0,10	0,02	0,02	0,01

* Неметановые углеводороды.

Газовый состав воздуха внутри складов содержит вредные вещества отработавших газов двигателей мобильных машин - оксиды углерода CO, оксиды азота NO_x, углеводороды CH, твердые частицы (сажа), сера и другие вещества.

Природные фоновые уровни оксидов углерода колеблются в пределах от 0,01 до 0,23 мг/м³. По рекомендациям ВОЗ, средняя концентрация оксида углерода за 15 минут не должна превышать 100 мг/м³, за 30 минут - 60 мг/м³, за 1 час - 30 мг/м³, за 8 часов - 10 мг/м³.

ВОЗ рекомендует критерии для долгосрочных осредненных концентраций диоксида азота на уровне 40 мкг/м³ (среднегодовая концентрация), и для кратковременных воздействий на уровне 200 мкг/м³ (средняя за 1 час). В России для равных концентраций диоксида азота установлен норматив на уровне 200 мкг/м³.

При использовании мобильной техники в складах сельскохозяйственной продукции для обеспечения безвредных концентраций вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами двигателей и нарушающей микроклимат, встает необходимость дополнительной вентиляции. Для поддержания нормального микроклимата приходится создавать целые системы, которые представляют собой комплекс приточно-вытяжной вентиляции влияющие на физические и физиологические свойства зерна и процессы происходящие в нем при хранении. Увеличение подачи воздуха системами вентиляции может возрасти в 3...3,5 раза [3,4].

Актуальность исследования заключается в решении проблемы создания безопасных условий труда в складах сельскохозяйственной продукции при механизации производственных процессов с использованием мобильных машин с дизелями.

Обработка данных исследования вредных выбросов двигателей мобильных машин велась по 13-режимному испытательному циклу, согласно ГОСТ 41.49-2003. Испытания проводились в стендовых условиях.

На первом этапе определяются уровни выбросов CO, C_xH_y, NO_x, TЧ на каждом из режимов и на каждом из режимов определяется мощность дизеля.

Комплексная оценка по 13-режимному испытательному циклу дает возможность оценить соответствие двигателя мобильной машины по уровням вредных выбросов стандартам России и ЕЭК ООН.

Для каждого из *m*-режимов испытательного цикла определяются массовые выбросы каждого из *f*-компонентов (г/ч) отработавших газов.

Удельные выбросы каждого из *f*-компонентов отработавших газов для 13-режимного испытательного цикла определялось по выражению:

$$q_{оцf} = \frac{\sum_{m=1}^{13} M_{fm} \cdot k \cdot K_4}{\sum_{m=1}^{13} N_{em} \cdot k}, \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)},$$

где K_4 - коэффициент приведения замеренных концентраций CO, C_xH_y, NO_x определяемый по выражению:

$$K_4 = 273 \cdot \frac{B_0}{T_0 \cdot 760},$$

где T_0 - температура окружающей среды, К; B_0 - барометрическое давление, мм рт. ст.

Комплексным индикатором загрязнения окружающей среды, характеризующим в целом экологическую ситуацию в помещении с ограниченным воздухообменом, явился показатель удельного эксплуатационного нормообъема [2,3], который определялся по формулам (6,7).

Экологическая безопасность мобильной сельскохозяйственной техники, эксплуатируемой в закрытых помещениях с ограниченным воздухообменом (теплицы, парники, животноводческие комплексы, склады, зернохранилища) может быть обеспечена различными путями (Рис.1).

Решение проблемы обеспечения экологической безопасности мобильных машин при механизации технологических процессов в складах сельскохозяйственной продукции требует системного подхода, который должен базироваться на анализе, логике, экономике, прикладной математике и нормативных предписаниях, регулирующих вопросы безопасности труда в отрасли сельскохозяйственного производства [2,3,4].

При системном подходе объекты различной природы представлены в виде системы взаимодействующих элементов. Рассматриваемая система «человек - мобильная машина - окружающая среда» взаимодействует в условиях эксплуатации в сельскохозяйственном производстве. Условия работы и качественные показатели есть возможность оценивать. Первые - характером и относительным временем загрузки, вторые - эксплуатационным расходом топлива и уровнями выброса вредных веществ с отработавшими газами.

Рассмотрение проблемы повышения экологической безопасности при механизации процессов в складах сельскохозяйственной продукции с позиций системного подхода требует связывать условия окружающей среды, рельефа местности, режимов эксплуатации техники и видов выполняемых операций в процессе механизации, уровни вредных выбросов двигателей, процессы рассеивания вредных веществ в атмосфере [2,3,5]. Такая система представляет собой целостную совокупность, связанную с каждым из взаимодействующих элементов.

Производственные условия в складах сельскохозяйственной продукции определяют необходимость выбора транспортных средств, исходя из технологического соответствия машин характеру выполняемой работы, возможности применения мобильных машин многоцелевого назначения, соответствующих организационным факторам, санитарным нормам и требованиям безопасности труда обслуживающего персонала. Для рациональной эксплуатации мобильных машин в складах сельскохозяйственной продукции требуется организация их работы в соответствии с требованиями технологического процесса [1,2,6].

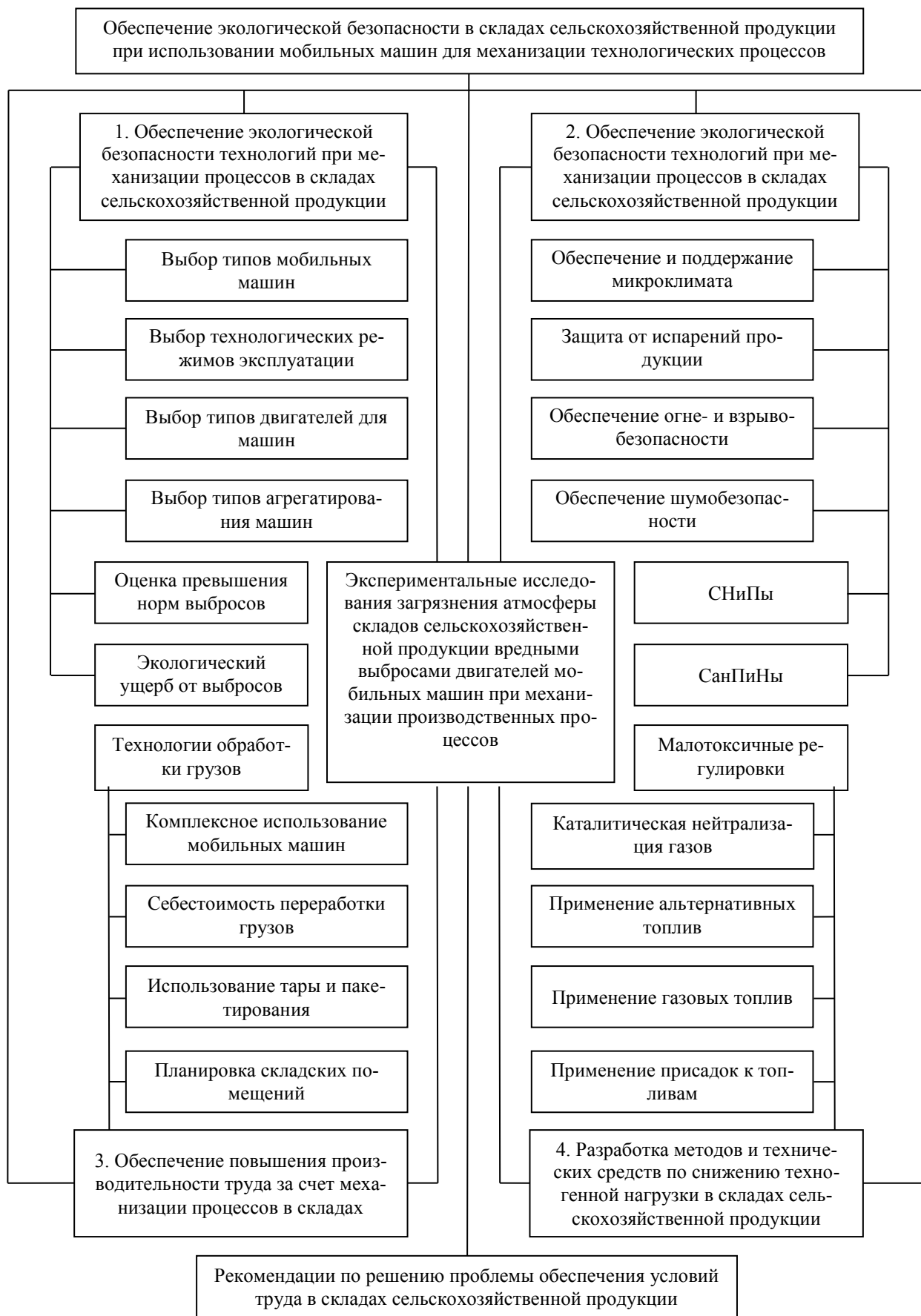


Рис.1. Основные направления решения задачи обеспечения экологической безопасности в складах сельскохозяйственной продукции

Санитарные требования к мобильным машинам, используемым для механизации процессов в складах недостаточно полно установлены существующими нормативными документами, регламент требований к ним не всегда базируется на данных о месте проведения работ, способах и методах их выполнения, в то время как при выборе средств механизации в зависимости от условий выполнения работ и соблюдения санитарных норм необходимо учитывать следующее:

- степень загрязнения воздуха отработавшими газами;
- шумность мобильных машин, включая двигатель;
- пожаро- и взрывобезопасность.

Географическое положение и климатические условия местности размещения сельскохозяйственных предприятий определяют необходимость учета рассеяния отработавших газов в окружающей среде.

Таким образом, выбор средств механизации в складах сельскохозяйственной продукции обуславливается целым рядом производственных факторов. Технологические и организационные факторы, санитарные требования и условия безопасности работ являются индивидуальными для каждого сельскохозяйственного предприятия.

Функционал цели объединяет экономический и экологический критерии:

$$\Phi = f(C_T, U_{\text{э}}, W_{\text{ущ}}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C_T - критерий эффективности (себестоимости переработки 1т продукции), руб/год;

$U_{\text{э}}$ - экологический критерий (количество чистого воздуха, необходимого для разбавления отработавших газов до безвредных концентраций вредных веществ), м³/кВт·ч;

$W_{\text{ущ}}$ - экологический ущерб, наносимый окружающей среде, тыс.руб. /год.

Себестоимость переработки 1т продукции составляет:

$$C_{Ti} = \frac{1}{42} \cdot \frac{1}{g_i} \cdot \frac{z_i}{F_i} \cdot T_i + 0,060 \cdot \frac{V_i}{S_k} + 4,404 \cdot \frac{H_r}{U_i}, \quad (2)$$

где g_i - масса продукции, т;

z_i - годовые эксплуатационные затраты по каждой мобильной машине руб/год;

F_i - действительный годовой фонд времени работы машин, мин;

T_i - постоянное время цикла, мин;

V_i - средняя скорость движения i -ой машины, м/мин;

S_k - расстояние перемещения груза, км;

H_r - средняя высота подъема груза, м;

U_i - скорость подъема груза, м/мин.

Снижение себестоимости 1т продукции может быть теоретически достигнута снижением годовых эксплуатационных затрат z_i , увеличением скорости движения машин V_i , сокращением времени цикла T_i . Другие показатели являются или регламентированными, как годовой фонд времени F_i , или зависят от характера грузов и типа мобильных машин, такие как расстояние перемещения груза S_k , средняя высота подъема груза H_r и скорость подъема груза U_i .

Распространение токсичных веществ в помещениях с ограниченным воздухообменом имеет свои особенности. Рекомендуется применять выражения, связывающие начальные концентрации, количество подаваемого воздуха для вентиляции, объем помещения, время работы двигателя в нем:

$$C_f^H = C_f^H - 1000 \cdot \frac{G_{orf}}{M_B} \exp - \frac{M_B}{V_n} \cdot \tau + \frac{G_{orf}}{M_B}, \text{ г/м}^3 \quad (3)$$

где C_f^H - начальная концентрация f -го токсичного вещества; M_B - количество подаваемого системой вентиляции воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$; G_{orf} - выбросы токсичного вещества, кг/ч ; V_n - объем помещения, м^3 .

Концентрацию токсичного вещества с учетом времени эксплуатации дизеля в помещении можно описать:

для двигателя без наддува:

$$C_f^H = C_f^H - \frac{4,148 \cdot 10^{-2} G_T \cdot T_0 \cdot (\alpha + 0,0675)}{M_B \cdot P_0} \cdot \exp - \frac{M_B}{V_n} \cdot \tau + \frac{4,148 \cdot 10^{-2} G_T \cdot T_0 \cdot (\alpha + 0,0675)}{M_B \cdot P_0 \cdot C_f^{-1}}, \text{ г/м}^3 \quad (4)$$

для двигателя с турбонаддувом:

$$C_f^H = C_f^H - \frac{4,148 \cdot 10^{-2} G_T \cdot T_K \cdot (\alpha + 0,0675)}{M_B \cdot P_K} \cdot \exp - \frac{M_B}{V_n} \cdot \tau + \frac{4,148 \cdot 10^{-2} G_T \cdot T_K \cdot (\alpha + 0,0675)}{M_B \cdot P_K \cdot C_f^{-1}}, \text{ г/м}^3 \quad (5)$$

В качестве параметра оптимизации был принят показатель удельного приведенного нормообъема. Физический смысл последнего заключается в том, что он определяет количество чистого воздуха, необходимого для разбавления вредных выбросов двигателей до безвредных концентраций в воздухе производственных помещений.

Экологический критерий - удельный эксплуатационный нормообъем рассчитывается по выражениям [2,3,4]:

для дизелей без наддува:

$$U_{\text{эт}} = \frac{4,148 \cdot 10^{-3} \cdot T_0}{\sum_{m=1} N_{em} \cdot P_0} \sum_{f=1}^f \frac{\psi_f}{c_f} \sum_{m=1}^m G_{Tm} \cdot c_{fm} \cdot \tau_m \cdot \alpha_m + 0,0675, \quad (6)$$

для дизелей с газотурбинным наддувом:

$$U_{\text{эт}} = \frac{4,148 \cdot 10^{-3}}{\sum_{m=1} N_{em}} \sum_{f=1}^f \frac{\psi_f}{c_f} \sum_{m=1}^m \frac{T_{km} \cdot G_{Tm}}{P_{km}} \cdot \alpha_m + 0,0675 \cdot c_{fm} \cdot \tau_m, \quad (7)$$

где T_0 - температура окружающей среды, К; P_0 - давление окружающей среды, МПа; f - количество компонентов отработавших газов; c_{fm} и $[c_f]$ - концентрация f -го вещества в отработавших газах на m -ном режиме работы и ПДК этого вещества на рабочем месте, г/м^3 ; ψ_f - коэффициент бинарности f -го вещества; τ_m - относительное время работы дизеля на m -ом режиме; N_{em} - мощность дизеля на m -ом режиме, кВт, G_{Tm} - часовой расход топлива на m -ном режиме; α_m - коэффициент избытка воздуха на m -ном режиме.

Минимизация удельного эксплуатационного нормообъема связана в основном с сокращением расхода топлива на всех технологических операциях, выполняемых мобильной машиной, уровней вредных выбросов на всех режимах эксплуатации и мощностью двигателя N_{em} так как предельно-допустимые концентрации веществ в воздухе рабочей зоны $[c_f]$ и коэффициенты бинарности ψ_f являются константами, а температура T_o и давления P_o окружающей среды - нерегулируемыми параметрами, коэффициенты избытка воздуха α_m зависят на каждом режиме от расхода топлива G_{Tm} .

Оценку экономического ущерба (тыс. руб./год), наносимого вредными выбросами дизелей в процессе эксплуатации, можно укрупненно рассчитать по выражению:

$$W_{ущ} = \gamma_{ог} \cdot d_j \cdot \sigma \cdot \frac{M_{ог}}{R_p}, \quad (8)$$

где $\gamma_{ог}$ – размерная константа переводы балльной оценки ущерба в экономический (тыс.руб.м²/усл.т): на 1.10.18 года при $\$ = 66,27$ руб.,

$\gamma_{ог} = 19,88$; σ – показатель относительной опасности загрязнения (для пашен – 0,10...0,25; садов и виноградников – 0,5; сельских населенных пунктов – 0,8; малых городов – 3,0...3,5; мегаполисов – 5,0...6,0; складов, теплиц, животноводческих помещений – 8,0...8,5; карьеров – до 9,00; для шахт и подземных разработок – 12,0...13,0).

Коэффициент d_j влияния природно-климатических условий на величину ущерба имеет значение для районов Средней Азии, Закавказья, Черноморского побережья Кавказа и Крыма – 1,40; для Северного Кавказа, Южного Казахстана, Нижнего Поволжья, Молдовы и Украины – 1,20; для прочих территорий, расположенных южнее 65° северной широты – 1,00; севернее – 0,70.

В выражении (8) управляемым является единственный показатель приведения к СО масса вредных выбросов с отработавшими газами $M_{ог}$

Приведенная масса годового выброса вредных веществ в атмосферу (ут/год) может быть рассчитана по выражению:

$$M_{ог} = \sum_{f=1}^f A_{огf} \cdot m_f \cdot \psi_f, \quad (9)$$

где $A_{огf}$ – показатель относительной агрессивности вещества;

m_f – среднегодовой выброс f -го токсичного компонента;

ψ_f – коэффициент бинарности, характеризующий превышение агрессивности одного вещества в присутствии другого.

Значения коэффициента бинарности ψ_f увеличения опасности одних веществ в присутствии других, однонаправленных по воздействию на организм человека приведены в таблице 4 [2,3].

Данные о компонентах отработавших газов при использовании МТА для механизации процессов

Компоненты атмосферы	ПДК, г/м ³	Молекулярная масса	Коэффициент би-нарности ψ_f
Оксид углерода	$20 \cdot 10^{-3}$	28	1,55
Углеводороды(к СН ₄)	0,3	86	1,33
Оксиды азота	$5 \cdot 10^{-3}$	46...108	3,00
Сажа (тч)	$4 \cdot 10^{-3}$	-	1,30

Расчет средних годовых выбросов f -го компонента (т/г) производится для дизелей без наддува по выражению:

$$m_f = 15,03 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{T_0 \cdot T_r}{P_0 \sum_{m=1}^m G_{T_m} \alpha_m + 0,0675 \cdot \tau_m \cdot c_{fm}}, \quad (10)$$

для дизелей с газотурбинным наддувом:

$$m_f = 15,03 \cdot 10^{-12} \cdot T_r \sum_{m=1}^m G_{T_m} \frac{T_{K_m}}{P_{K_m}} \alpha_m + 0,0675 \cdot \tau_m \cdot c_{fm} \quad (11)$$

Показатель относительной агрессивности вещества можно рассчитать по выражению:

$$A_{OГf} = \sqrt{\frac{ПДК_{сут.CO} \cdot ПДК_{р.з.CO}}{ПДК_{сутf} \cdot ПДК_{р.з.f}}}, \quad (12)$$

где $ПДК_{сут.CO}$ и $ПДК_{р.з.CO}$ – предельно допустимые концентрации СО в воздухе населенных пунктов среднесуточные и в рабочей зоне; $ПДК_{сутf}$ и $ПДК_{р.з.f}$ – предельно допустимые концентрации f -го вещества в воздухе населенных пунктов среднесуточные и в рабочей зоне [1,4].

В результате проведенных расчетов были получены значения коэффициентов агрессивности основных нормируемых по выбросам веществ:

$$A_{CO}=1; A_{NOx}=49; A_{C_xH_y}=1,26; A_{TЧ}=41,5; A_{БАП}=12,6 \cdot 10^3; A_{SO_2}=22;$$

$$A_{\text{пары масел}}=28,4.$$

Приведенные выше данные говорят о том, что дизели мобильных машин выбрасывают значительное количество вредных веществ с отработавшими газами влияющих на физиологические показатели, здоровье человека и качество сельскохозяйственной продукции. Это обстоятельство необходимо учитывать в сельскохозяйственном производстве [2,3,4].

Для тракторов, автомобилей рассеивания R_p в атмосфере рассчитывается в зависимости от скорости ветра, а для работающих в складах сельскохозяйственной продукции от скорости воздуха, на высоте 10 м, высоты трубы h_T над поверхностью почвы, учитывая, что коэффициент разбавления вредных веществ в приземном слое (до 10 м) составляет $\pi_p=2,00$, средняя скорость воздуха $\bar{u}=0,5$ м/с:

$$R_p = \frac{u(\pi_p \cdot h_T + 20)}{2,5}. \quad (13)$$

Расчет максимальных концентраций вредных веществ ведется по выражениям:

для токсичных веществ:

$$C_{fmax} = \frac{15,0328 \cdot 10^{-5} \cdot K_M(\alpha+0,0675) \cdot G_T \cdot T_K \cdot c_f}{\rho \cdot S_{uy} \cdot S_{uz} \cdot u \cdot P_K \cdot V_g \cdot x^{z-r}} \cdot \exp - \frac{1}{x^{z-r}} \frac{y^r}{S_{uy}^r} + \frac{H^z}{S_{uz}^r}, \text{ г/М}^3 \quad (14)$$

для сажи (ТЧ):

$$C_{fmax} = \frac{15,0328 \cdot 10^{-5} \cdot K_M(\alpha+0,0675) \cdot G_T \cdot T_K \cdot c_f}{\rho \cdot S_{uy} \cdot S_{uz} \cdot u \cdot P_K \cdot V_g \cdot x^{z-r}} \cdot \exp - \frac{1}{x^{z-r}} \frac{y^r}{S_{uy}^r} + \frac{H - \frac{x \cdot f_p}{u}}{S_{uz}^r}, \text{ г/М}^3 \quad (15)$$

где – K_M коэффициент турбулентной вязкости;

x, y, z - координаты точки максимальной концентрации;

r - коэффициент атмосферной стратификации;

S_{uy}, S_{uz} - коэффициенты Сеттона, характеризующие местную турбулентность атмосферы;

H - высота подъема струи ОГ, м;

f_p - скорость осаждения сажи, м/с.

Таким образом, используя выражения 14 и 15 можно определить уровень загрязнения токсичными веществами при эксплуатации дизелей мобильных машин в помещениях с ограниченным воздухообменом.

В целях получения исходных данных об уровнях вредных выбросов дизеля КамАЗ-7840, эксплуатируемом в зерноскладе, были проведены предварительные исследования, результаты которых сведены в таблицу 5. Здесь приведено изменение величины оценочных выбросов при различной температуре окружающей среды от +25 °С (298К) до -28 °С (245К) и кратность превышения норм стандартов ЕВРО-4, ЕВРО-5, ЕВРО-6 для температур 298 ... 258 ... 245К.

Таблица 5

Данные об уровнях вредных выбросах дизеля КамАЗ-740 с отработавшими газами

Оценочные показатели вредных выбросов	Величины оценочных показателей, г/(кВт·ч)						Кратность превышения норм стандартов при $T_0=298; 258; 245\text{К}$		
	Допустимые стандартами			Выбросы при $T_0, \text{К}$					
	ЕВРО-4	ЕВРО-5	ЕВРО-6	298 К	258 К	245 К	ЕВРО-4	ЕВРО-5	ЕВРО-6
$Q_{\text{оц}}\text{NO}_x$	3,50	2,00	0,40	8,86	7,10	6,23	2,53 2,03 1,78	4,43 3,55 3,12	22,15 17,75 15,58
$Q_{\text{оц}}\text{CO}$	1,50	1,50	1,50	4,93	3,52	2,51	3,28 2,34 1,67	3,28 2,34 1,67	3,28 2,34 1,67
$Q_{\text{оц}}\text{C}_x\text{H}_y$	0,46	0,25	0,13	1,23	1,06	0,93	2,67 2,30 2,02	4,95 4,24 3,74	9,46 8,15 7,15
$Q_{\text{оц}}\text{ТЧ}$	0,02	0,02	0,01	0,40	0,39	0,32	20,00 19,50 16,00	20,00 19,50 16,00	40,00 39,00 32,00

Таким образом, использование приведенной методики оценки экологической безопасности мобильных машин с дизельными двигателями, эксплуатируемых в складах сельскохозяйственной продукции позволяет на основе использования комплексного показателя удельного нормообъема, с учетом вредных выбросов и используемой техники, производить оценку перспектив улучшения состояния окружающей среды и повышения безопасности труда механизаторов в системе «человек-машина-среда».

Список литературы

1. Дубровский Ю.И. Выбор напольного транспорта /Ю.И. Дубровский, А.Я. Заболотнев// Промышленный транспорт, складские хозяйства, тара и упаковка. 1976.- Вып. 1(4).-С. 11-15.
2. Новоселов А.Л. Снижение вредных выбросов дизелей /А.Л. Новоселов, А.А. Мельберт, А.А. Жуйкова: под ред. д.т.н., проф. А.Л. Новоселова.- Новосибирск: Наука, 2007.-139 с.
3. Новоселов А.Л. Определение удельного приведенного нормообъема при механизации производственных процессов в складах/А.Л. Новоселов, К.С. Бокков//Вестник АГАУ.-Барнаул,2012.-№11.-С. 82-85.
4. Мельберт А.А, Повышение экологической безопасности поршневых двигателей.- Новосибирск: Наука,2003.-170 с.
5. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей/А.Р. Кульчицкий.-М.: Академический проект, 2004.-400 с.
6. Громов А.Ю.Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства: в 2-х ч. Ч II :Транспортные средства:/учебное пособие/А.Ю. Громов, С.Е. Иванов.- СПб: Изд-во СЗТУ, 2009.-177с.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СБОРУ РАЗЛИТОЙ НЕФТИ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ МЕСТНОСТИ

К.А. Моисеенко, М.С. Черемискина
Томский политехнический университет

Аннотация. В статье представлены причины разливов нефти. Рассмотрена схема реагирования при разливе нефтепродукта. Представлены методы ликвидации аварий и технологии и способы сбора нефти на поверхности земли, заболоченных территориях, на непроточных водоемах и открытых водоемах.

Ключевые слова: разлив; авария; нефть; методы борьбы.

MEASURES FOR OIL DISSOLUTION COLLECTION ON DIFFERENT TYPES

К.А. Moiseenko, M.S. Cheremiskin
Tomsk Polytechnic University

Abstract. The article presents the causes of oil spills. The scheme of response when spilling oil. Methods for the elimination of accidents and technologies and methods for collecting oil on the surface of the earth, wetlands, in non-flowing water bodies and open water bodies are presented.

Keywords: spill; crash; oil; methods of struggle.

Нефтегазовый комплекс России непрерывно развивается, а значит необходимо принимать меры по усовершенствованию мер безопасности технологических процессов и улучшению систем ликвидации разливов нефти. Решение проблем разлива нефти является важной задачей. Большое внимание данной проблеме уделяется со стороны правительства РФ, о чем свидетельствует ряд федеральных законов [1,2,3].

Причинами возникновения аварийных ситуаций на нефтедобывающих объектах являются: некомпетентные действия персонала предприятия, отказ оборудования, природные катаклизмы. Так, например, согласно данным статистики [4] на магистральных трубопроводах произошли крупные эксплуатационные аварии по следующим причинам (в скобках – число аварий):

- подземная коррозия (516);
- брак строительного-монтажных работ (280);
- дефект трубы (108);
- механические повреждения (83);
- нарушение правил эксплуатации (47);
- внутренняя эрозия и коррозия (29);
- стихийные бедствия (26);
- дефект оборудования (17);
- прочие (43).

Так как нет возможности избежать возникновения данных причин, на производстве и при транспортировке совершается разлив нефти, что приводит к чрезвычайным ситуациям и требует срочного устранения проблемы. Технологии и методы ограничения разлива нефти выбираются согласно места разлива по схеме, представленной на рисунке 1.

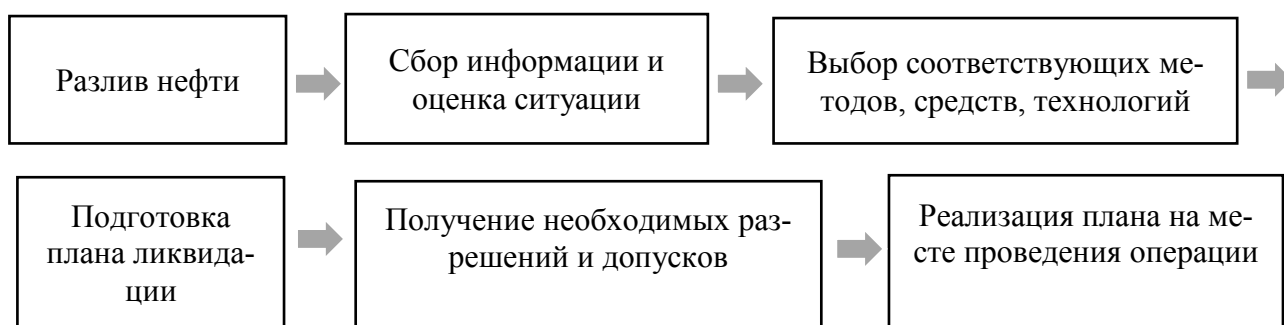


Рис.1. Схема принятия решений при разливе нефти

Для локализации и устранения разливов нефти применяются следующие способы: термический, механический, физико-химический и биологический, рассмотрим подробнее их преимущества и недостатки в таблице 1[5].

Методы ликвидации аварийных разливов нефти

Методы ликвидации	Возможность применения	Достоинства	Недостатки
Термический	При толщине пленки нефти более 3 мм, скорости ветра менее 35 км/ч, безопасном расстоянии до 10 км. от места сжигания по направлению ветра; дополнительные противопожарные меры	Быстрота ликвидации аварии, применение при ликвидации малого количества средств, минимальные затраты	Осуществление дополнительных мер пожарной безопасности, образование из-за неполного сгорания нефти стойких канцерогенных веществ
Механический	При соответствии технических характеристик используемых средств в условиях разлива.	Высокая эффективность при проведении работ; возможность сбора различных видов разливов; всесезонное использование данного метода	Остаточная тонкая пленка на поверхности воды в местах механического сброса
Физико-химические	Диспергенты: как вспомогательный метод в тех случаях, когда механический сбор невозможен; при глубине свыше 10 метров, температура воды ниже 5°C, наружного воздуха ниже 10°C	Диспергенты: возможность оперативного проведения ликвидации; использование с различными техническими средствами. Сорбенты: независимость применения от внешних условий; минимальные расходы на хранение и транспортировку	Диспергенты: токсичность; ограниченность применения по температуре
Биологический	Как дополнительный метод: на водной поверхности – при толщине пленки не менее 0,1 мм; на почве – при строгом выполнении комплекса сопроводительных мероприятий	Минимальный дополнительный ущерб от проведения операции по ликвидации разлива	Трудоемкость сопроводительных мероприятий; продолжительные сроки ликвидации разливов

Рассмотрим применение этих средств на различных типах местности[5].

Для локализации разлива нефти на поверхности земли на пути движения нефти оборудуются дамбы, каналы для дренажа и ямы-накопители. Их размер определяется условиями местности, шириной и интенсивностью разлива. При

работе используют строительную технику: бульдозеры, ковшовые экскаваторы, скреперами и т.д.

Ограничение и ликвидация разлива нефтепродуктов на заболоченных и переувлажненных грунтах более трудоемка. Она занимает в два раза больше времени и требует гораздо больше технических ресурсов, чем устранение подобных разливов на поверхность земли. Основным средством ограничения разливов на болотах служат механические и сорбционно-механические способы.

Устранение разливов на водных объектах можно поделить на проточные и непроточные водоемы. Ограничение разлива содержит в себе наблюдение за дрейфом нефтяного пятна, прогноз его перемещения по поверхности воды под действием внешних факторов (течение, ветер) и реализацию плана по его устранению. Каждое нефтяное месторождение имеет у себя необходимый набор боновых заграждений, для их максимально быстрого применения. При разливе нефти в водоемах со стоячей водой, нефтяное пятно после распространения по поверхности воды, практически неподвижно. Его дрейф зависит только от ветра. В связи с этим монтаж боновых заграждений проводится в соответствии с силой ветра и направлением разлива. В проточных же водоёмах при установке боновых заграждений проводится с учетом дрейфа нефтяного пятна.

На данный момент, на практике главными приемами устранения разливов нефти по прежнему остаются земляные сооружения и боновые заграждения. Качество и скорость устройства разлива напрямую зависит от наличия необходимого оборудования, слаженности работы команды во время устранения разливов нефти.

Список литературы

1. ФЗ от 21.07.97 г. № 116-ФЗ. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. ФЗ от 21.12.94 г. № 68-ФЗ. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Постановление Правительства РФ от 21.08.2000 № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».
4. Гриценко А.И., Аكوпова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. – М, Наука, 1997, с. 598.
5. Брусницына Л.А., Куликов В.В., Медведев О.А. Причины и организационно-технические мероприятия по сбору разлитой нефти, нефтепродуктов и порядок их применения на разных видах местности // Технологии гражданской безопасности. – 2013. – № 3. – С. 66–69.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

В.П. Мосин

*Средняя общеобразовательная школа № 43,
Сырдарьинского района, Узбекистан*

Аннотация. В данной статье рассматривается, современное состояние осушенного дна Аральского моря. Одной из самых крупных в новейшей истории глобальных экологических катастроф, испытываемой странами Центральной Азии, является трагедия Аральского моря.

Ключевые слова: *Аральское море, минерализация вод, природный комплекс, пустыня, рельеф.*

MODERN STATE OF THE DRIED BOTTOM OF THE ARAL SEA

V.P. Mosin

*Secondary school № 43,
Syrdarya district, Uzbekistan*

Abstract. The current state of the dried bottom of the Aral sea is considered in this article. One of the largest in the recent history of global environmental disasters experienced by Central Asian countries is the Aral sea tragedy.

Keywords: *Aral sea, salinity of water, natural complex, desert, terrain.*

Одной из самых крупных в новейшей истории глобальных экологических катастроф, испытываемой странами Центральной Азии, является трагедия Аральского моря, которая по своим экологическим, социально-экономическим последствиям представляет прямую угрозу устойчивому развитию региона, здоровью, генофонду и будущему проживающих в нем людей. Зона кризиса Приаралья непосредственно охватывает территории Туркменистана, Казахстана и Узбекистана, а также опосредованно - Таджикистана и Кыргызстана.

Приаралье являлось регионом с большим разнообразием животного и растительного мира, в водоёмах Приаралья обитало порядка 40 видов рыб и ряд видов редких животных, численность сайгаков доходила до 1 млн. голов, флористический состав составлял около 640 видов растений.

Аральское море до 1960 года являлось одним из крупнейших замкнутых водоёмов мира с площадью около 70 тыс. кв. км и объемом воды 1083 куб. км, его длина составляла 426 км, ширина - 284 км, наибольшая глубина - 68 м.

Аральское море играло важнейшую роль в социально-экономическом развитии региона, а именно, его производственных отраслей, в обеспечении занятости населения, в формировании устойчивой социальной инфраструктуры. В прошлом море относилось к числу богатейших в мире рыболовецких угодий: ежегодный объём улова рыбы в водоёмах Приаралья составлял порядка 30–35 тыс. тонн. Более 80 процентов жителей, населявших побережье Арала, были заняты в добыче, переработке и транспортировке рыбы и рыбопродуктов. Плодородные земли дельты Амударьи и Сырдарьи, а также высокопродуктивные пастбища обеспечивали занятость более 100 тысяч человек в сфере животноводства, птицеводства, выращивания сельскохозяйственных культур.

Также море служило климаторегулирующим водоёмом и смягчало резкие колебания погоды во всём регионе, что благоприятно влияло на условия проживания населения, сельхозпроизводства и экологическую обстановку. Вторгавшиеся в регион воздушные массы в зимний период прогревались, а в летний период охлаждались над акваторией Аральского моря [1].

Проблемы Аральского моря возникли и приняли угрожающие масштабы в 60-х годах XX века в результате бездумного зарегулирования крупных трансграничных рек региона - Сырдарьи и Амударьи, за счёт стока которых Арал в прошлом ежегодно получал около 56 куб. км воды. Значительный рост проживающего здесь населения, масштабы урбанизации и интенсивного освоения земель, строительство в прошлом крупных гидротехнических сооружений и ирригационных систем на водотоках бассейна Аральского моря без учёта экологических последствий создали условия для высыхания одного из красивейших водоёмов на планете. Фактически при жизни одного поколения погребло целое море, продолжается процесс деградации экологии, превращая Приаралье в безжизненную пустыню.

Современный период в жизни моря, начиная с 1961 г., можно охарактеризовать как период активного антропогенного влияния на его режим. Резкое возрастание безвозвратных изъятий стока (достигающих в последние годы 70–75 км³/год), исчерпание компенсационных возможностей рек, а так же естественная маловодность двух десятилетий 1960...80 гг. (92%) привели к нарушению равновесия водного и солевого балансов. Для 1961–2002 гг. характерно значительное превышение испарения над суммой приходных составляющих. Приток речных вод к морю сократился за этот период в среднем в 1965 г. до 30,0 км³/год, а в 1971–1980 гг. он составил всего 16,7 км³/год в среднем, или 30% от среднееголетнего. Наиболее маловодным оказался период с 1981 по 1990 год, когда приток к морю упал до 3,45 км³/год. В отдельные маловодные годы сток Амударьи и Сырдарьи практически не доходил до моря.

В результате с 1961 г. уровень моря стал устойчиво снижаться. Общее падение уровня по сравнению со среднееголетним (до 1961 г.) достигло к началу 1985 г. 12,5 м. Средняя многолетняя скорость падения уровня составляла примерно 0,5 м/год, достигая в маловодные годы 0,6–0,8 м/год. Изменилось и внутригодовое колебание уровня моря. В настоящее время подъём уровня в годовом разрезе практически не прослеживается, в лучшем случае он не меняется зимой, а в летнюю половину года происходит его резкое падение.

Постепенное падение уровня моря намного превысило по темпам ожидаемые прогнозы. Вместо предполагаемого к 2000 г. - 38,5 м., фактически уровень снизился ниже отметки 34 м! Аналогично более быстрыми темпами увеличивалась минерализация воды в море [2].

Падение уровня моря и осолонение его вод привели к росту амплитуды размаха годовых колебаний температуры во всей толще вод и некоторому сдвигу фаз температурного режима. Наиболее важным для биологического режима моря было изменение зимних термических условий. Дальнейшее понижение температуры замерзания и изменение характера протекания процесса осенне-

зимнего конвективного перемешивания при переходе от солоноватых к солёным водам обуславливают сильное выхолаживание всей массы вод моря до значительных (-1,5 – -2,0°C) отрицательных температур.

Крайне низкие удельные величины поступления в море биогенных веществ определяют низкие их концентрации в морской воде, ограничивая в дальнейшем развитие фотосинтетических процессов в море и его низкую биологическую продуктивность. Ухудшение кислородного режима моря в летний период за счёт уменьшения его фотосинтетического продуцирования и интенсивного потребления на окисление органического вещества приводит к формированию зон дефицита кислорода и явлениям его гибели.

Дальнейший рост солёности вызывает как сокращение числа видов фито- и зоопланктона, фито- и зообентоса, так и соответствующее уменьшение их биомассы, что обусловит дальнейшее ухудшение кормовой базы гидробионтов. Повышение солёности аральских вод делает невозможным существование аборигенной фауны.

Количественная оценка антропогенных факторов, влияющих на современный водный режим Аральского моря, была выполнена путём расчёта восстановленных значений уровня моря и минерализации за период с 1961 по 1980 гг., используя восстановленные значения условно-естественного притока к морю. Как показали расчёты, более 70% современного падения уровня моря и роста его минерализации обусловлено антропогенным влиянием, остальная часть этих изменений приходится на долю климатических факторов (естественной засушливости).

Основные последствия усыхания Аральского моря, кроме уменьшения объёма водной поверхности, увеличения минерализации воды и изменения характера минерализации, проявились в образовании огромной солевой пустыни площадью почти в 5 млн. га на месте осушенного дна. В результате уникальный пресноводный водоём уступил место трём горько-солёным озерам в комбинации с колоссальной солевой пустыней на стыке двух песчаных пустынь.

После отчленения Малого моря от Большого Аральского моря их режимы начали развиваться по различным сценариям. В связи с тем, что приток по реке Сырдарья выше, чем по реке Амударья, уровень Малого моря стал повышаться, а минерализация воды снижаться. Прорыв временной плотины Малого моря вызвал снижение уровня, однако предыдущее наполнение подтвердило правильность решения о создании обособленного водоема Малого моря на отметке 41...42,5 м. Разработанный проект инженерной плотины с регулируемым водосбросом в районе пролива Берга ныне уже создал устойчивый экологический профиль этого водоёма и окружающей его среды.

Таким образом, Аральское море как единый в прошлом водоём прекратило своё существование и превратилось в ряд расчленённых водоёмов со своими водно-солевыми балансами и своим будущим в зависимости от того, какую линию поведения выберут пять стран как субъекты, хозяйствующие в этом бассейне.

В период с 1960 г. по 1970 г. снижение уровня моря шло в среднем по 10

см в год, начиная с 1971 г. до 1985 г. - в пределах 67 см в год. На отметке 42 см произошло разделение моря на 2 водоёма - Большой Арал и Малый Арал. После этого снижение уровня Большого моря несколько снижалось - по 50 см в последующие 20 лет. В этот период Малое море благодаря усиленному притоку из Сырдарьи сохраняло размер колебаний между 42,5 и 36 метрами и окончательно стабилизировалось в 2006 г. благодаря строительству плотины в проливе Берга на 42,5–43 м отметке. В 2006 г. произошло также разделение Большого моря на 2 водоёма - глубоководный Западный и мелководный Восточный, с уровнями медленного опускания Западного моря от отметки 29 м до отметки 26 м. Восточное море потеряло 4 метра глубины после разделения вследствие резкого маловодья 2008 года, поднялось на 3 метра в многоводном 2010 году и затем относительно стабилизировалось в 2011–2014 годах в диапазоне 27,0–27,9 м. В результате площадь зеркала Аральского моря, которое достигало 68,9 тыс. км², в настоящее время снизилось в 10 раз и распределилось между тремя водоёмами: Западное море площадью 3,38 тыс. км², Восточное мелкое - 1,71 тыс. км² и Малый Арал - площадью 3,1 тыс. км². Соответственно объём Аральского моря уменьшился с 1083 км³ в 11,2 раз в маловодном 2014 г [2].

По притокам к Большому и Малому морю становится ясно, что нынешний режим Аральского моря полностью зависит от приточности, соответственно по Амударье и коллекторам к Восточному и Западному водоёмам и по Сырдарье к Малому морю. При этом Малый Арал имеет стабильное водное тело, Западный водоём постепенно уменьшающийся, но сохраняющий глубину более 20 м, и мелководный Восточный водоём, который полностью зависит от притока к дельте Амударьи, и колеблющийся между 1 и 17 млрд. м³ с разницей отметок почти в 3 метра. Соответственно гидрологическому режиму Малый Арал имеет полностью опреснённую акваторию, пригодную для разведения и выращивания различного рода пресноводных рыб. Западный и Восточный водоёмы являются сильно-солёными с минерализацией от 130 до 350 г/л. В то же время надо иметь в виду, что до 2008 года существовал канал гидравлической связи между Западным и Восточным морем глубиной до 7 метров с порогом на отметке 26,5 метров. Этот пролив явился продуктом интенсивных перетоков воды из Восточного в Западное море и размывов донных отложений.

Учитывая отсутствие систематических наблюдений за сбросами в Большое Аральское море из бассейна реки Сырдарьи, можно ориентироваться только на данные космических снимков. Согласно им, начиная с 2001 г., дистанционными измерениями никаких сбросов не наблюдается. В 2010 году имел место сброс ниже плотины в створе пролива Берга, но его объём был поглощён наполнением впадины на северной границе бывшего моря, но без сброса в один из отделившихся водоёмов Большого Арала.

Указанная динамика Аральского моря и всех его составляющих водоёмов, бесспорно, является результатом резко уменьшенного притока воды к дельтам обеих рек. В среднем по реке Амударья поступление за период 1992–2014 гг. составило 9,04 км³ с колебаниями от 17,6 км³ (максимальный сток в 2005 г.) до 0,40 км³ в 2001 г и 0,537 км³ в 2008 году. Соответственно по р. Сырдарья сред-

ний сток за тот же период составил 5,96 км³ при колебаниях от 10,3 км³ в многоводные 2004, 2005 года до 2,5 км³ в маловодный 2000 г.

Соответственно притоку воды менялось и поступление солей. Понятно, что такое изменение и в объёме вододачи, и в химическом составе предопределило изменение гидрохимии Аральского моря.

Как уже отмечалось выше, Аральское море является основным водосолеприёмником для всего Сырдарьинско-Амударьинского водосборного бассейна. Часть солей из него эоловым путём возвращается в Приаралье. Первозданная бессточная денудационно-дефляционная впадина Арала возникла около 2-х млн. лет тому назад - в конце плиоцена. В позднем акчагыле произошло первое её обводнение. В этом наиболее древнем водоёме (в его южной прибрежной зоне) сформировались промышленные месторождения солей Кушканатау и Аккала. В начале прошлого тысячелетия в Предчинковом глубоководном желобе и в северных заливах шла садка мирабилита.

Особый интерес представляет распределение минерализации по глубине Западного водоёма Аральского моря. Обычно сильнозасоленные водоёмы имеют профиль минерализации, который увеличивается от поверхности ко дну. Этого следовало ожидать и для Аральского моря, тем более что ледовый режим его провоцирует уменьшение минерализации за счёт вымораживания с поверхности водоёма. Объяснение этому явлению может быть дано только за счёт наличия большого объёма подземного притока в глубокую часть Западного водоёма. Мы считаем, что такое явление вполне закономерно, учитывая наличие аллювиальных отложений по всей длине долины Амударьи, которая выклинивается, в конечном счёте, в водоем Аральского моря, особенно в Западную чашу, имея в виду её большую глубину. Этот процесс должен подвергнуться уточнению как с точки зрения объёма подземного притока, так и его качества. Тогда при общей минерализации воды в Западном море более 110 г на литр, обнаружены прослойки выклинивающихся вод с минерализацией 40 г на литр. Это свидетельствует, что со стороны Устюрта идёт интенсивная подпитка Западного водоёма подземным потоком [2].

Начиная с 1990-х годов, все страны, испытывающие разрушительные последствия Аральской катастрофы, с трибуны Организации Объединенных Наций и других международных и региональных организаций постоянно привлекают внимание мирового сообщества к Аральской проблеме и её тесной взаимосвязи с вопросами региональной и глобальной безопасности. Ещё на 48-ой сессии Генеральной Ассамблеи ООН 28 сентября 1993 года и на ее 50-ой сессии 24 октября 1995 года представители стран Центральноазиатского региона обращались к мировому сообществу с призывом оказать содействие в спасении Арала и Приаралья, привлекая внимание Объединенных Наций к тому, что без поддержки и помощи международных финансовых структур и развитых стран, без организующей роли ООН решить эту проблему не представляется возможным.

Огромные усилия стран бассейна Аральского моря направляются на практическое решение задач по смягчению негативных последствий данной ката-

строфы, как на региональном, так и национальном уровнях. Знаковым событием в этом плане явилось создание в январе 1993 года Международного Фонда спасения Арала (МФСА), учредителями которого стали Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан.

Важнейшими задачами МФСА были определены: сохранение биологического фонда Приаралья, сокращение губительного воздействия экологического кризиса на окружающую среду и, самое главное, на жизнедеятельность проживающих в регионе людей.

Результатом деятельности МФСА к настоящему времени стало принятие трех Программ по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря (ПБАМ-1, ПБАМ-2, ПБАМ-3).

Узбекистан, являясь ключевым государством-учредителем МФСА, придает важное значение всестороннему укреплению его деятельности. В период своего предыдущего председательствования в Фонде (1997-1999гг.) Узбекистан приложил активные усилия по развитию правовой базы МФСА, налаживанию связей и взаимодействия с международными организациями и финансовыми институтами с целью обеспечения устойчивого развития в бассейне Аральского моря.

В октябре 1997г. в г.Ташкенте была проведена Международная техническая встреча доноров, итогом которой стало начало реализации международного проекта «Управление водными ресурсами и окружающей средой в бассейне Аральского моря».

Проведение по инициативе Узбекистана в марте 2008 года в Ташкенте международной конференции по Аралу придало значительный импульс для широкого рассмотрения Аральской проблемы в международном формате. Свидетельством этого является то, что в ее работе участвовали представители более 90 международных организаций, крупнейших государственных финансовых институтов Японии, Германии, Китая, арабских стран и ведущих исследовательских центров. По итогам форума были приняты Ташкентская Декларация и План действий, предусматривающий реализацию проектов на общую сумму около 1,5 млрд. долл. для смягчения тяжелых последствий Аральской катастрофы.

На национальном уровне Узбекистан предпринимает огромные усилия для борьбы с негативными последствиями высыхания Арала. Начиная с 1990-х гг. реализованы сотни программ и проектов.

В улучшении экологической обстановки в Приаралье, смягчении последствий экологического кризиса особое место занимают осуществляемые в Узбекистане комплексные меры. Приняты законы, регулирующие использование природных ресурсов и направленные на повышение эффективности природоохранной деятельности. Узбекистан присоединился к основным международным документам в этой сфере, в том числе к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озёр. Реализуются масштабные проекты, направленные на решение проблем дефицита водных ресурсов и опустынивания, экономию водопотребления, борьбу с засолением и де-

градацией культурных земель, улучшение доступа населения к питьевой воде, формирование необходимой инфраструктуры для лечения заболеваний, связанных с растущим негативным влиянием изменения экологии и климата в регионе.

Список литературы

1. Акрамов З.М., Рафиков А.А. Прошлое и будущее Аральского моря / Ред. Н.А. Кривоносова. – Т.: Мехнат, 1989. – 144 с.
2. Аральское море и Приаралье / под общ. ред. проф. В. А. Духовного [и др.]. — Ташкент : Vaktria press, 2017. - 120 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В.В. Мяло, О.В. Мяло, У.К. Сабиев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»

Аннотация. Создавая системы энергетических, технологических, сельскохозяйственных и других машин, человек с помощью техники облегчает свой труд. По мере повышения роли техники во взаимодействии человека с природой все большую актуальность приобретают вопросы экологической безопасности применяемых технических средств и всего производства. Механическое воздействие сельскохозяйственной техники на природную среду проявляется в виде давления ходовых систем, что приводит к уплотнению почвы; воздействие рабочих органов на почву, являющееся причиной уничтожения внутрипочвенных организмов, создания плужной подошвы, повреждения стерни и растений при обработке. В работе предложен новый почвообрабатывающий орган культиватора, позволяющий снизить техногенное воздействие на окружающую среду в эрозионно-опасных районах. Теоретически обоснованы основные параметры рабочего органа.

Ключевые слова: *культиватор, обработка почвы, энергосберегающие технологии, культивация почвы, параметры машины, технологическая операция.*

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF CREATION OF WORKING BODIES OF SOIL TILLAGE MACHINES

V.V. Myalo, O.V. Myalo, U.K. Sabiev

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin"

Abstract. Creating a system of energy, technological, agricultural and other machines, people using technology facilitates their work. As the role of technology in the interaction of man with nature increases, issues of environmental friendliness of the applied technical means and the entire production become increasingly important. The mechanical effect of agricultural machinery on the environment is manifested in the form of pressure of the running systems, which leads to soil compaction; the impact of working bodies on the soil, which is the cause of the destruction of the sub-surface organisms, the creation of a plow sole, damage to stubble and plants during processing. The paper proposed a new tillage body of the cultivator, which allows reducing the anthropogenic im-

fact on the environment in erosion-prone areas. Theoretically substantiated the main parameters of the working body.

Keywords: *cultivator, tillage, energy-saving technologies, soil cultivation, machine parameters, technological operation.*

Юг Западной Сибири относится к наиболее эрозионно-опасным районам страны. Согласно классификации склоновых земель Омской области свыше 1,5 млн. га (11,3%) расположены на эрозионно-опасных склонах, в том числе пашни 758,9 тыс. га, что составляет 17,4% ее площади. Основная доля энергозатрат при возделывании культур приходится на механическую обработку почвы. Применение традиционной обработки почвы с лущением стерни на глубину до 8 см, отвальной вспашкой на глубину до 25 см, последующей культивацией от 7 до 10 см., характеризуется высокими энергозатратами, существенным расходом топлива, а также большими трудоемкостью и эксплуатационными издержками на техническое обслуживание большего количества энергонасыщенной техники, машин и оборудования [1]. Классическая технология обработки ведет к переуплотнению и смыву плодородного слоя почвы [2].

Исследованиями А.Г. Рожкова установлено, что в обычных условиях возделывания сельскохозяйственных культур недопустимая величина смыва наблюдается уже при крутизне склона равной $0,5-10^0$ [3]. Следовательно любое поле представляет собой сочетание участков с переменной крутизной. Почвенный покров Омской области представлен на 80% черноземами обыкновенными тяжелого механического состава. Часть земель прилегающих к реке Иртыш имеет легкий механический состав. Эти почвы обладают пониженными противозэрозионными свойствами.

Многokратное воздействие ходовых систем тракторов, комбайнов и автомобилей приводит к нарастанию остаточных деформаций, проявляющихся в ухудшении сложения и структурного состояния почвы до глубины 0,6-0,8 м. При этом водопроницаемость уменьшается в 4-6 раз, а урожайность полевых культур снижается до 30%.

На почвах, подверженных ветровой эрозии, для поверхностной обработки применяются противоэрозионные машины и технологии.

Одной из операций противоэрозионной защиты является культивация. При выполнении культивации необходимо придерживаться определенных агротехнических требований. Агротехнические требования, предъявляемые к плоско-режущим сельскохозяйственным машинам для сплошной обработки почв, включают в себя устойчивость работы на необходимой глубине, высокую степень крошения верхнего слоя, выравненность дна борозды и поверхности поля, подрезание сорных растений. При проведении культивации на поверхности поля создается рыхлый слой, препятствующий испарению влаги из корнеобитаемого слоя, улучшаются водный и воздушный режимы почвы, усиливаются микробиологическая деятельность, мобилизация питательных веществ и создаются благоприятные условия для появления равномерных всходов культур, их интенсивного роста и развития.

В районах недостаточного увлажнения первую культивацию пара проводят на глубину от 10 до 12 см, дальнейшие обработки до 6 см. Первую культивацию выполняют перпендикулярно вспашке, последующие по направлению предшествующих обработок, применяя различные способы движения. В районах, подверженных ветровой эрозии, для культивации применяют культиваторы с плоскорезными, штанговыми и другими рабочими органами, позволяющими оставлять до 80% стерни и растительных остатков на поверхности почвы с целью уменьшения испарения влаги и защиты поверхностного слоя от выдувания.

По назначению различают культиваторы паровые для сплошной обработки почвы, пропашные для междурядной обработки культур и универсальные. По конструкции рабочих органов культиваторы делятся на лапчатые, чизельные, дисковые, штанговые и плоскорезы.

Рыхлительные лапы - это узкие, иногда долотообразные орудия. Используют их для рыхления почв, чистых от сорняков. Крепятся на жестких или пружинных стойках. Данные упругие элементы (пружины) предназначены для создания устойчивых колебаний рабочих органов от релаксации почвы, и они вместе с подвеской образуют колебательные узлы. Одним из недостатков колебательных узлов культиваторов является то, что применяемые в качестве упругого элемента цилиндрические пружины не обеспечивают устойчивые колебания рабочему органу. В случае, когда усилие предварительной затяжки незначительное, стойки отклоняются от вертикали и стрелчатые лапы выводятся из горизонтального положения, что приводит к неравномерной глубине обработки почвы. Причиной нестабильных колебаний рабочего органа культиватора является то, что пружины колебательного узла имеют постоянную жесткость. Для обеспечения стабильных колебаний рабочему органу культиватора необходимо, чтобы жесткость упругих элементов с увеличением нагрузки повышалась. На это направлены усилия исследователей и изобретателей.

В ФГБОУ ВО Омский ГАУ разработан и запатентован рабочий орган культиватора [4]. Одним из условий достижения технических результатов является снижение тягового сопротивления рабочего органа и налипания на него почвы, за счет сохранения интенсивности колебательных движений.

Рабочий орган разработанного культиватора, включает стойку, съемное долото в виде заостренной вперед пластины, лапу, выполненную из двух разносторонних лезвий с вертикальными щеками. Лапы закреплены в нижней части стойки посредством шарнирного механизма, между щеками расположен пружинный механизм.

Общий вид рабочего органа культиватора представлен на рисунке 1.

Рабочий орган состоит из полой стойки 1, выполненной в виде пластины загнутой к низу. В низу стойки имеются отверстия для крепления долота, в верхней части стойки имеются отверстия для крепления стойки к раме культиватора, внизу на передней части стойки крепится долото 2 выполненное в виде пластины заостренной к низу, на долоте имеются отверстия для крепежа к стойке с помощью болтов 3. Лапа 4 выполнена составной из двух разносторон-

них лезвий со щеками 5, между которыми устанавливается пружинный механизм 6, лезвия крепятся к раме посредством шарнирного механизма 7.

Рабочий орган культиватора работает следующим образом: при движении рабочего органа на заданной глубине носок долота контактирует с почвой и воздействуя на нее заставляет подыматься вверх тем самым создавая щель и рыхление почвы. Оставшаяся часть пласта подрезается лезвиями и рыхлится. Почва на разных участках поля имеет неоднородную плотность, за счет чего лезвия лапы совершают независимые горизонтальные колебания, тем самым обеспечивая снижение тягового сопротивления. Горизонтальные колебания в почве совершаются за счёт наличия пружинного механизма, который закреплен между щеками лезвия. При попадании препятствия на одно из лезвий оно отклоняется назад, тем самым пропускает препятствие и снижает тяговое сопротивление.

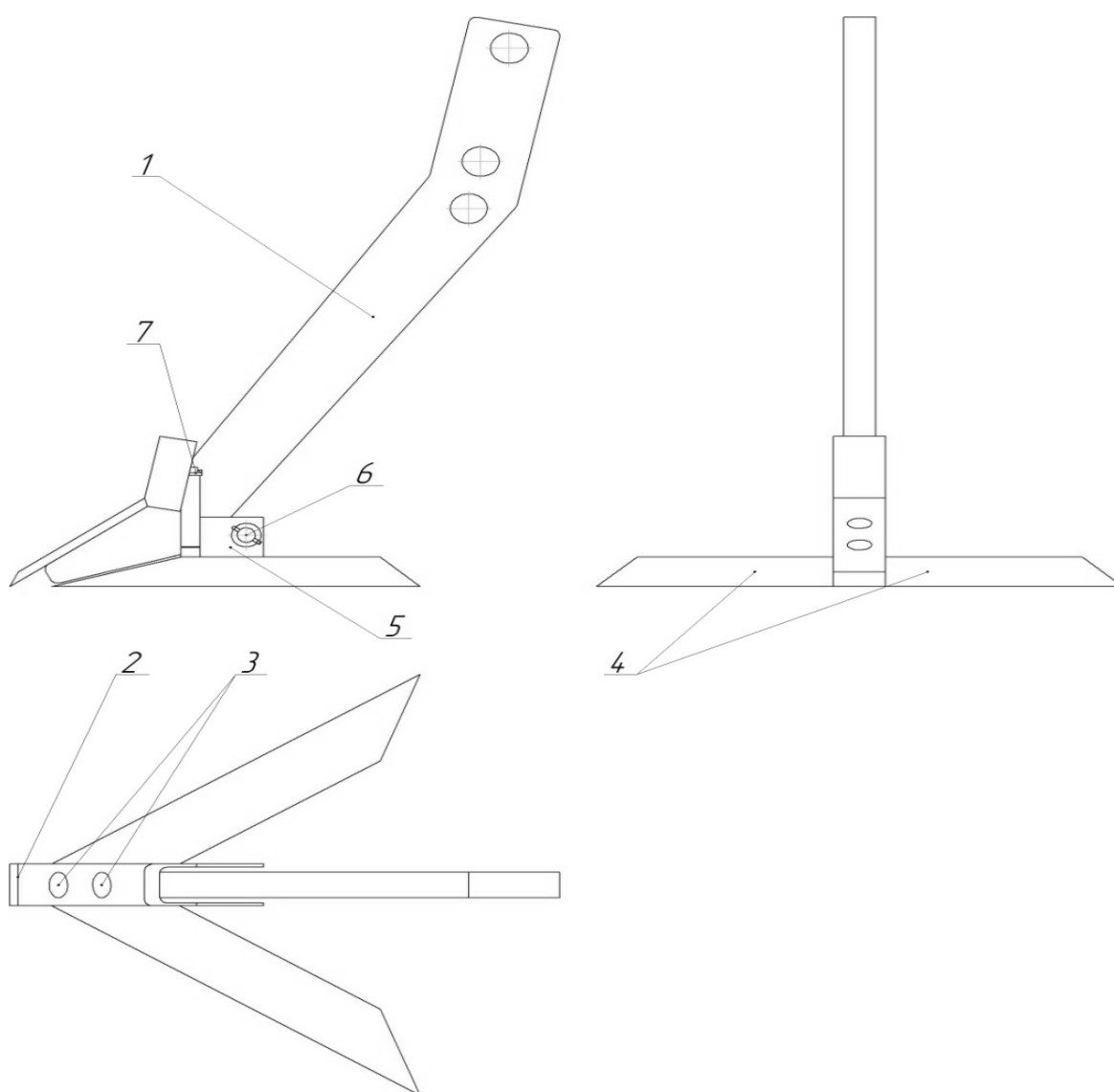


Рис 1. Общий вид: 1 – стойка, 2 – долото, 3 – болты крепления, 4 – лапа, 5 – щеки, 6 – пружинный механизм, 7 – шарнирный механизм.

Колебания лапы культиватора в горизонтальной плоскости могут быть осуществлены только тогда, когда появится на крыле лапы поворачивающий момент M_n , возникающий от сил, действующих на лапу [5].

Рассматривая наш рабочий орган, крыло лапы можно представить как трехгранный клин, который имеет угол раствора γ , ширину захвата b и скорость поступательного движения V .

Продольная составляющая P_x тягового сопротивления лапы равна R_k , то есть сопротивлению почвы перемещению крыла лапы.

Для определения продольной составляющей тягового сопротивления воспользуемся формулой Г.Н. Синеокова [6].

$$P_x = R_{Лx} + R_{gx} + R_{Gx} + R_{Fx}, \quad (1)$$

где $R_{Лx}$ – сопротивление почвы внедрению лезвия;

R_{gx} – сопротивление почвы деформации;

R_{Gx} – сопротивление трехгранного клина, обусловленное весом пласта;

R_{Fx} – сопротивление трехгранного клина, обусловленное силой инерции пласта.

Г.Н. Синеоковым [6] предложены формулы для определения составляющих тягового сопротивления трехгранного клина

$$R_{Gx} = h \cdot b \cdot l \frac{\sin \beta + f(\cos \gamma \cdot \operatorname{ctg} \gamma + \sin \gamma \cdot \cos \beta)}{\cos \beta - f \cdot \sin \gamma \cdot \sin \beta}, \quad (2)$$

$$R_{Fx} = \frac{h \cdot b \cdot \gamma_n \cdot V^2 \cdot \sin^2 \gamma [\sin \beta + f \cdot \sin \gamma (\operatorname{ctg}^2 \gamma + \cos \beta)]}{g \cdot (\operatorname{ctg} \beta - f \cdot \sin \gamma)}, \quad (3)$$

где h – глубина обработки;

b – ширина рабочей поверхности клина;

l – длина рабочей поверхности клина;

γ_n – удельный вес почвы;

β – угол крошения лапы;

f – коэффициент трения почвы о рабочую поверхность;

γ – угол раствора лезвия;

g – ускорение свободного падения;

V – скорость движения клина

Два других тяговых сопротивления $R_{Лx}$ и R_{gx} теоретически определить невозможно, они определяются опытным путем.

Рассматривая крыло активной лапы как консольную балку, на которую действует сила P_x можно рассчитать момент M_n , то есть момент поворота крыла:

$$M_n = M_{gx} + M_{Gx} + M_{Fx}, \quad (4)$$

Учитывая, что силы R_{gx} и R_{Gx} действуют как равномерные нагрузки по длине консоли, принимаем

$$M_n = R \cdot \frac{l}{2}, \quad (5)$$

Зная величину R – общего сопротивления на крыле и плечо l , на котором действует эта сила можно определить момент для поворота крыла относительно оси поворота, которая является передней гранью вертикальной щеки крыла.

Так как почва неоднородная среда, твердость ее будет меняться, следовательно, общее сопротивление также будет изменяться, а это скажется на пульсации момента поворота крыла. Таким образом, при изменении нагрузки на крыле происходят пульсирующие горизонтальные колебания, что способствует снижению тягового сопротивления и улучшению качественных показателей рабочих органов культиватора.

Использование рабочего органа позволяет снижать тяговое сопротивление до 15%, кроме того снижается степень налипания и сгруживание почвы. За счет колебаний лезвий происходит сброс растительных остатков с рабочего органа [7].

Конструкция позволяет сокращать время на ремонтные работы при обслуживании рабочего органа, так как он является разборным.

На рабочий орган разработаны чертежи и изготовлен опытный образец, который испытан в почвенном канале на предмет образования «холма сгруживания» в сравнении с существующим рабочим органом.

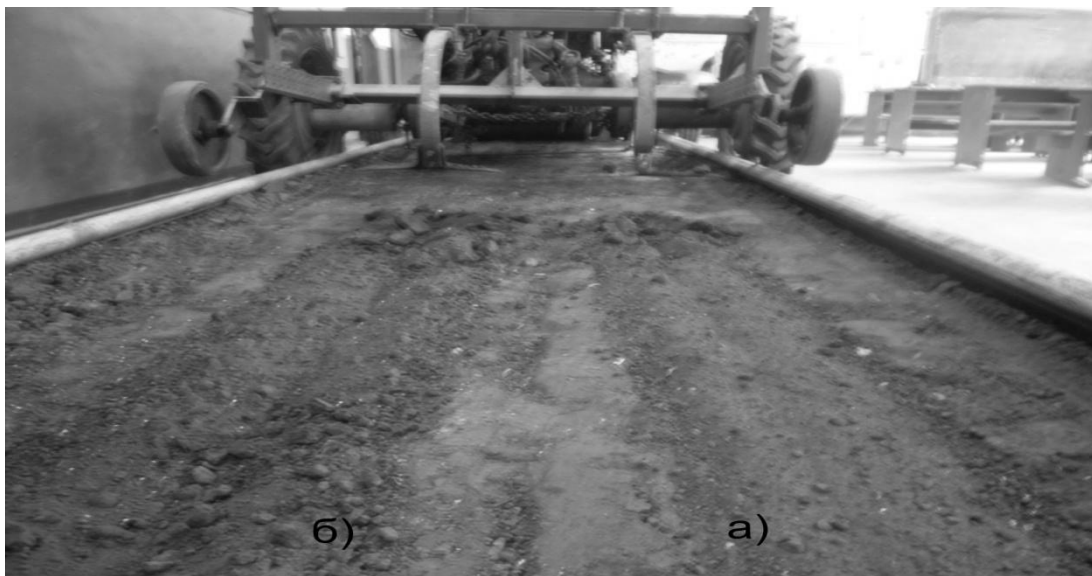


Рис. 2 Сравнение обработки почвы серийной и новой культиваторных лап:
а) новая культиваторная лапа; б) серийная культиваторная лапа

Анализ параметров показал, что опытный рабочий орган имеет более рациональные показатели. Так длина холма $l_1=0,346\text{м}$, $l_2=0,200\text{м}$; ширина $b_1=0,486\text{м}$, $b_2=0,420\text{м}$; высота $h_1=0,130\text{м}$, $h_2=0,090\text{м}$; глубина борозды $a_1=0,020\text{м}$; $a_2=0,011\text{м}$. В процентном соотношении это выглядит так: увеличение по длине холма составляет 42%, по ширине 14%, по высоте 31%, по глубине борозды

45%. В связи с этим уменьшается тяговое сопротивление, процент сохранения стерни и крошения почвы растет.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Одним из недостатков культиваторов, используемых для почв, подверженных ветровой эрозии, является то, что применяемые в качестве упругого элемента цилиндрические пружины не обеспечивают устойчивые колебания рабочему органу. Это способствует повышению тягового сопротивления и увеличению расхода топлива.

2. Неравномерность заделки семян при использовании культиваторов с применяемыми в качестве упругого элемента цилиндрическими пружинами, приводит к снижению урожайности и не соответствует основным принципам энергосберегающего, почвозащитного земледелия.

2. Установлено, что основной причиной некачественной работы органов является залипание, сгруживание почвы и разброс ее по сторонам с образованием борозд и гребней.

Список литературы

1. Myalo O.V. Theoretical substantiation of machine-tractorfleet technical maintenance system on the example of Omsk region agricultural enterprises / O.V. Myalo, V.V. Myalo, S.P. Prokopov, A.P. Solomkin, A.S. Soynov // Journal of Physics: Conference Series 9. Сер. "IX International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering"" 2018. С. 012005.

2. Поварь А.А. Недостатки и сравнительный анализ орудий для поверхностной обработки почвы / А.А. Поварь, В.В. Мяло // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. №1(21). С. 242-249.

3. Рожков А.Г. Борьба с оврагами. / А.Г. Рожков // Из –во. «Колос» М., 1981. С. 198.

4. А. с. №170937 Рабочий орган культиватора: Патент на полезную модель / В.В. Мяло, В.В. Мазуров, Е.В. Демчук, О.В. Мяло, Д.А. Голованов // Заявка №2016149633, Приоритет полезной модели 16.12.2016 г., Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 16.05. 2017 г.

5. Мальцев В.В. К вопросу оптимизации параметров рабочих органов противозерозионных машин / В.В. Мальцев // Науч.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1985. – Вып. 9. С. 8–12.

6. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов // М.: Машиностроение, 1977. С. 278.

7. Мяло В.В. Механизация растениеводства: Учебное пособие / В.В. Мяло, О.В. Мяло, Е.В. Демчук, А.С. Союнов, Д.А. Голованов // Из-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ Омск, 2016. С. 160

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕНОВАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Б.В. Намаконов¹, Э.Л. Мельников²

¹Автомобильно-дорожный институт Донецкого НТУ, г. Горловка,

²МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

Аннотация. Реновация отработанных изделий взамен изготовления таких же новых сохраняет свыше 95% ранее затраченных на них энергетических, трудовых, материальных и невозобновляемых природных ресурсов, при этом в десятки раз снижается загрязнение окружающей среды, а срок службы изделий увеличивается в два раза при сохранении их номинальных параметров.

Ключевые слова: экологичность реновации отработанных изделий.

ECOLOGICAL EFFICIENCY RENOVATION OF TECHNICAL PRODUCTS

B.V. Namakonov¹, E.L. Melnikov²

¹Automobile-road Institute of Donetsk national technical University, Gorlovka

²MGTU im. N. Uh. Bauman, Moscow

Annotation. The renovation of waste products instead of manufacturing the same new ones saves more than 95% of the energy, labor, material and non-renewable natural resources previously spent on them, while the pollution of the environment is reduced tenfold, and the service life of the products is doubled while maintaining their nominal parameters.

Keywords: Environmental friendliness of renovation of waste products.

Характерной особенностью развития современного общества является:

- прогрессирующее потребление первичных природных ресурсов, которые используются всего только на 1,5...2,0% [1,2];
- устойчивая и прогрессирующая тенденция производства одноразовых изделий, обладающих наименьшей экологичностью, т. к. они, поглощая значительное количество первичных материалов и энергии, имеют небольшой срок службы. К категории «одноразовых» приближается сложная бытовая техника, некоторые промышленные изделия и даже автомобили, которые многие производители и потребители вообще не хотели бы ремонтировать;
- выбрасывание отработанных массовых изделий, которые сохранили в себе до 90% остаточной стоимости, в том числе до 99% материалов, и которые уже привнесли значительные загрязнения в окружающую среду. В первую очередь это касается автомобилей, которые потребляют до трети мирового производства черных металлов; сельскохозяйственной, дорожно-строительной техники; технологического оборудования промышленных предприятий; транспорта и многих других технических изделий.

На запасные части в промышленности расходуется до 40% всего выплавляемого чёрного металла, третья часть цветного металла и пластмасс. В тоже время свыше 80% изношенных, но пригодных для эффективного восстановления деталей выбрасывается безвозвратно или частично поступает на переплавку, при которой более половины металла теряется. Особенно это характерно

для автомобильной, сельскохозяйственной и дорожной техники, ремонт которой осуществляется в мелких кустарных мастерских в основном заменой изношенных деталей. Конечно, ни соответствующего качества, ни производительности эти предприятия обеспечить не могут, но даже при этом экологическая эффективность их деятельности достаточно высока и она должна поощряться за счет экологических налогов на «грязную» продукцию.

Главная причина наступающего (по некоторым данным, уже наступившего) глобального изменения климата – чрезмерное потребление невозобновляемых природных ресурсов, которое многократно превышает локализационные возможности нашей планеты. Основным потребителем этих ресурсов являются стационарные промышленные предприятия.

Сегодня в мире большинство материалов используется только один раз и безвозвратно теряется. Это около 2/3 алюминия, 3/4 стали и бумаги и ещё больше пластмасс. Все потери материалов связаны не только с экономическими затратами, но и с огромным экологическим загрязнением при первичном производстве этих материалов. Поэтому необходима жёсткая регламентация первичной материалоёмкости продукции, которая обуславливает объём добычи природных ресурсов и определяет производственную экологичность конструкции изделия.

По данным Международного газового союза свыше 90% добываемых энергетических ресурсов, сжигание которых является основной причиной загрязнения атмосферы, используют стационарные промышленные предприятия. В промышленных регионах выбросы составляют 98% от общего загрязнения атмосферы. Если учесть, что эти предприятия потребляют до 90% добываемых природных ресурсов, а их сбросы на один - два порядка превышают выбросы, то можно утверждать, что свыше 90% всех загрязнений окружающей природной среды дают стационарные промышленные предприятия (горнодобывающая, металлургическая, энергетическая, машиностроительная, химическая отрасли и др.). Сегодня на 1 тонну продукции получается свыше 100 тонн отходов [3].

Снижение объема загрязнений в первичном производстве продукции позволит существенно улучшить состояние среды нашего обитания. Для этого необходимо многократно уменьшить материало и энергоёмкость технических изделий и сократить добычу полезных ископаемых. Однако это невозможно, т. к. в обозримом будущем человечество не сможет отказаться от первичных природных ресурсов. Так называемые «экологически чистые» технологии тоже требуют природных ресурсов и решают только некоторые локальные вопросы экологической чистоты какого-либо производства. Существующему традиционному промышленному производству эту задачу осилить невозможно, так как оно базируется на переработке первичных ресурсов и теоретически предопределяет значительное количество отходов даже в, так называемом, экологически чистом технологическом варианте. Как видно, в этом направлении первичное производство технических изделий упирается в «экологический тупик».

Утилизация использованной техники, на которую часто возлагают большие экологические надежды, также требует дополнительных природных ресурсов, сопровождается дополнительными загрязнениями и потерями утилизируемого материала до 60%. В результате переработки отходов при производстве продукции загрязнения снижаются не более чем на 50%, в то время как планета перенасыщена ими **многократно**. Поэтому даже самая совершенная утилизация далеко не решает проблему загрязнения окружающей среды.

Значительное снижение загрязнений окружающей среды может решить промышленное крупносерийное реновационное производство технических изделий, отслуживших свой первый эксплуатационный цикл. Современные технологии восстановления изделий обеспечивают их себестоимость до 30-50% от новых и позволяют не только сохранить номинальные параметры, но и значительно их улучшить.

После окончания первого эксплуатационного регламента изделия выбраковывается до 20% деталей, ещё 20% – пригодны для дальнейшего использования без всяких ремонтных воздействий, а 60% деталей могут быть восстановлены до номинальных параметров с себестоимостью 30 – 50 % от новых.

Свыше 90% деталей машин теряют работоспособность по причине изнашивания. Весовой износ, в результате которого изделие (например, автомобиль) становится непригодным к дальнейшей эффективной эксплуатации, не превышает 0,5%, а по деталям прецизионной группы эта величина составляет менее 0,1%. Для компенсации износа при восстановлении деталей первичного материала требуется в 10 – 100 раз меньше по сравнению с новой деталью. Следовательно, также в 10 – 100 раз снижается энергоёмкость изготовления изделий, потребление первичных ресурсов Земли и также **в 10-100 раз уменьшаются загрязнения окружающей среды**.

При реновации технических изделий в **десятки раз меньше** по сравнению с изготовлением их из первичных материалов используется сырьевых и энергетических ресурсов, и в таком же соотношении снижается количество загрязнений. Например, при капитальном ремонте автомобильного двигателя в 10... 15 раз меньше расходуется электроэнергии, а количество выбросов сокращается в 200...250 раз (!) по сравнению с изготовлением нового [4].

Даже с учетом выбраковки части (до 20%) изношенных деталей и получаемых загрязнений от реализации технологических процессов реновации **производственная экологичность восстанавливаемых изделий на один - два порядка лучше, а энергоёмкость в несколько раз меньше** по сравнению с новыми, изготовленными из первичных ресурсов. Реновация машин наряду с экономией материальных, трудовых и природных ресурсов не только обеспечивает их номинальные технико-экономические показатели, но и **многократно** (а не жалкие 10...20% выбросов по Киотскому протоколу и рекомендаций Евросоюза) **снижает загрязнение окружающей среды**. Это - самое чистое и **энергосберегающее** производство, которое позволит в значительной степени решить нынешние экологические проблемы планеты. Реновационному производству на сегодня нет экологической альтернативы.

Современные крупные ремонтные предприятия с высокой эффективностью обеспечивают эксплуатацию различной техники: подвижной состав железных дорог, морские и речные суда, самолёты, оборудование металлургических, металлопрокатных, машиностроительных заводов и др. Эта крупнейшая отрасль, в которой задействовано до 30% технологического оборудования и рабочей силы, не имеет должного научно-технического, организационного и экономического обеспечения. Совершенно не учитывается её значимый экологический потенциал, а потому полномасштабно не реализуется её главное предназначение – реновация изношенных деталей и машин.

Известно, что за рубежом реновационное производство различной техники распространено достаточно широко. В США, например, ремонтом техники занимается свыше 70 тыс. предприятий, в том числе, более 50% - различными видами ремонта автомобилей. Фирма «Caterpillar» построила в 2000 году завод в г. Коринф (штат Миссисипи) по ремонту 4000 дизельных двигателей и блоков цилиндров в год с восстановлением 100% ресурса. Цена отремонтированного двигателя не превышает половины цены нового двигателя. Эффект от ремонта и модернизации двигателей оказался настолько значительным, что «Caterpillar» создал новое отделение, выручка от деятельности которого в 2005 году составила уже 1 млрд. долларов.

Для реализации реновационного производства требуются минимальные затраты, т.к. оно базируется на существующих методах и способах промышленного производства. В стране не задействованы значительные промышленные мощности, простаивают крупные специализированные ремонтные предприятия. В нынешних кризисных экономических условиях создание реновационной индустрии изделий – это не только кардинальное решение проблем ресурсосбережения и экологии, но и развитие производства, создание без существенных инвестиций новых рабочих мест на базе имеющихся незагруженных предприятий. Оно позволяет в значительной степени компенсировать ущерб от ранее забранных природных ресурсов и при минимальных затратах снизить экологическую напряжённость. При наличии развитой и недогруженной промышленной инфраструктуры и специалистов самых разных профессий реновационное производство не требует сколько-нибудь значительных инвестиций.

Серьёзные препятствия в развитии реновационного производства объясняются социальными причинами и недопониманием многими слоями общества высокой технико-экономической и экологической эффективности реновационного производства. Сегодня для удовлетворения возрастающих потребностей производства производители получают невозобновляемые природные ресурсы (руда, уголь, газ, нефть и др.) с относительно небольшими энергетическими и другими затратами. Если учесть, что эти ресурсы используются всего на 1,5-2,0 % (свыше 98% поступают в производственные отходы), то фактическая их полезность несопоставима с тем экологическим ущербом, который они приносят в окружающую среду. Тем не менее, человечество каждый год увеличивает объёмы добычи, что приводит к прогрессивному загрязнению биосферы.

Многие потребители, производители (особенно крупные монополисты), государственные чиновники и даже достаточно большое количество ученых весьма агрессивно выступают за изделия однократного применения с последующей утилизацией без каких бы то ни было ремонтов и реноваций. Однако это исключено даже теоретически, т.к. ресурс технического изделия зависит от многих переменных факторов и однозначное решение задачи равнопрочности для нескольких тысяч деталей, например, автомобиля невозможно. Поэтому даже самая долговечная машина к концу своего регламентного цикла будет иметь небольшой весовой износ (до 0,5 %) и детали разной степени изношенности, 60-70% которых может быть восстановлено до номинальных параметров.

«Одноразовое» мышление в отношении массовых изделий, исключаящее его реновацию, ориентирует производителей на интенсивное потребление первичных природных ресурсов, чем наносится значительный и непоправимый ущерб природе. Это объясняется только чудовищным эгоизмом *homo sapiens*, что объективно предопределено самой сущностью человека как биологического вида, и наиболее страшным проявлением этого порока в лице современного олигархического капитала. Устранить создавшееся положение можно только жесткими государственными и межгосударственными регламентами.

На современном этапе развития производства широкое промышленное внедрение реновации отработанных изделий взамен изготовления таких же новых позволяет:

- Кратно (в разы) продлить срок службы изделия, увеличивая его моральный и физический ресурс при сохранении номинальных параметров.
- Сохранить свыше 95% ранее затраченных на их изготовление финансовых, энергетических, трудовых, материальных и невозобновляемых природных ресурсов.
- В десятки раз снизить загрязнение окружающей среды.

Себестоимость реновации не более 30 % от нового изделия, она не требует значительных инвестиций и может быть реализована на базе существующих незагруженных предприятий - производителей техники.

Учитывая ежегодное списание до 10% различных сложных технических изделий, массовая реновация позволит сократить общую добычу природных невозобновляемых ресурсов до 10% и ещё более - снизить загрязнение окружающей среды.

Высокая экологическая и технико-экономическая эффективность реновации настолько очевидна, что она заслуживает приоритетной разработки «Государственной ресурсосберегающей программы реновации технических изделий» в плане комплексного освоения и сохранения недр Земли.

В современных условиях глобальной экологической опасности любая деятельность должна быть обоснована в первую очередь экологически. В условиях приближающейся экологической катастрофы все технические решения должны в первую очередь ограничиваться экологическими критериями, даже в ущерб некоторым потребительским. Никакие новые, наукоёмкие и высокие технологии и изделия не могут быть таковыми, если они не удовлетворяют экологиче-

ским критериям и стандартам, которые необходимо разработать и законодательно утвердить. В этом аспекте более чистого производства массовых изделий, чем реновационное, сегодня на планете не существует. Реновационное промышленное производство – это экологический прорыв в решении проблемы сохранения среды нашего обитания, поэтому оно заслуживает первоочередного и пристального внимания в государственной, научной и производственно-технической сфере.

Список литературы

1. Канило П.М., Бейс И.С., Ровенский А.И. Автомобиль и окружающая среда. / Канило П.М., Бейс И.С., Ровенский А.И. Харьков, «Прапор», 2000. 303 с.
2. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология природы – человек – техника. Рекомендовано министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов технических направлений и специальностей вузов. / Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Москва, 2001. 340 с.
3. Намаконов Б.В., Мельников Э.Л. Экологическая концепция жизненного цикла изделий. // Намаконов Б.В., Мельников Э.Л. «Ремонт, восстановление, модернизация», М.; МГТУ им Н.Э. Баумана, №9, 2017, С.21.
4. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. / Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. М., «Высш. шк.», учебник для вузов, 2001. 273 с.

О ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛЬЮ PM_{10} В Г.КАБУЛ

М.Х. Насими

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация. В статье приведен анализ пылевого загрязнения атмосферного воздуха. Дифференциальная функция распределения загрязнения мелкодисперсной пылью PM_{10} .

Ключевые слова: *атмосферный воздух, мелкодисперсная пыль PM_{10} , концентрация пыли, дифференциальная функция распределения загрязнения PM_{10} .*

ON THE DISTRIBUTION FUNCTION OF CONTAMINATION BY FINE DUST PM_{10} IN THE CITY OF KABUL

M.H. Nasimi

Volgograd state technical University

Abstract. The article provides an analysis of dust pollution of atmospheric air. Differential function of distribution of fine particulate dirt PM_{10} .

Keywords: *atmospheric air, fine dust PM_{10} , dust concentration, differential function of pollution distribution PM_{10} .*

Проблема загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами является одной из значимых для крупных городов по всему миру. В ряде стран проводятся исследования на наличие в воздухе городской среды частиц

PM₁₀ [1–5], при анализе которых можно сделать вывод о некоторых различиях в содержании данного загрязнителя в зависимости от климатических особенностей исследуемых городов [6].

Исследование загрязнения PM₁₀ в г. Кабул показало, что в основном закон распределения концентрации PM₁₀ в течение месяца имел два типа, близких к равномерному закону распределения или к нормальным законам распределения. На примере рис.1., представлена дифференциальная функция среднесуточного распределения загрязнения PM₁₀ в течение месяца PM₁₀ за период 5 месяцев: Август, Октябрь, Ноябрь и Декабрь 2015 г.

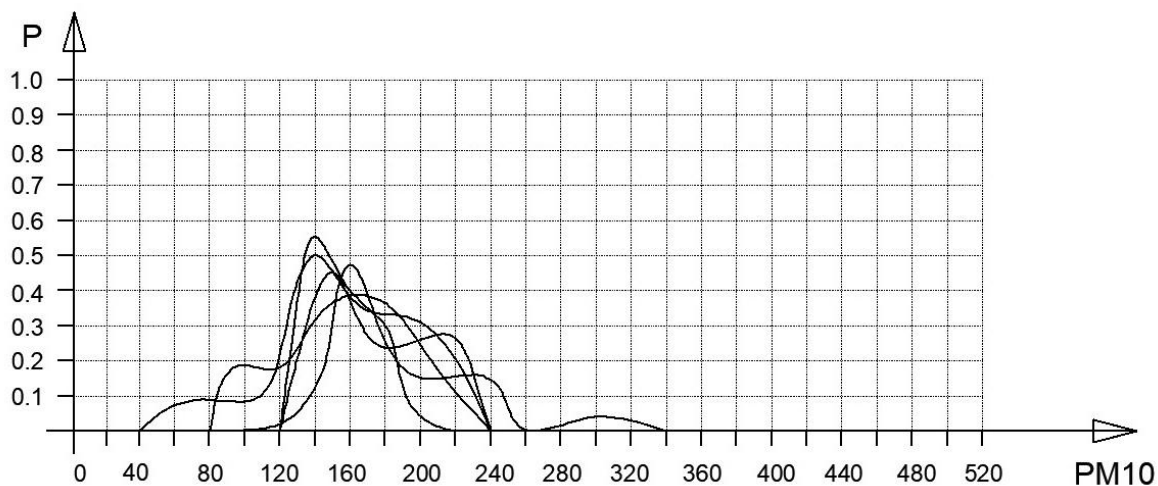


Рис. 1. Дифференциальная функция среднесуточного распределения загрязнения мелкодисперсной пылью PM₁₀ в течение месяца, в г. Кабул.

На примере рис.2., представлена дифференциальная функция среднесуточного распределения загрязнения PM₁₀ [7-8], в течение месяца за период 4 месяцев: Август, Октябрь, Ноябрь и Декабрь 2015 г.

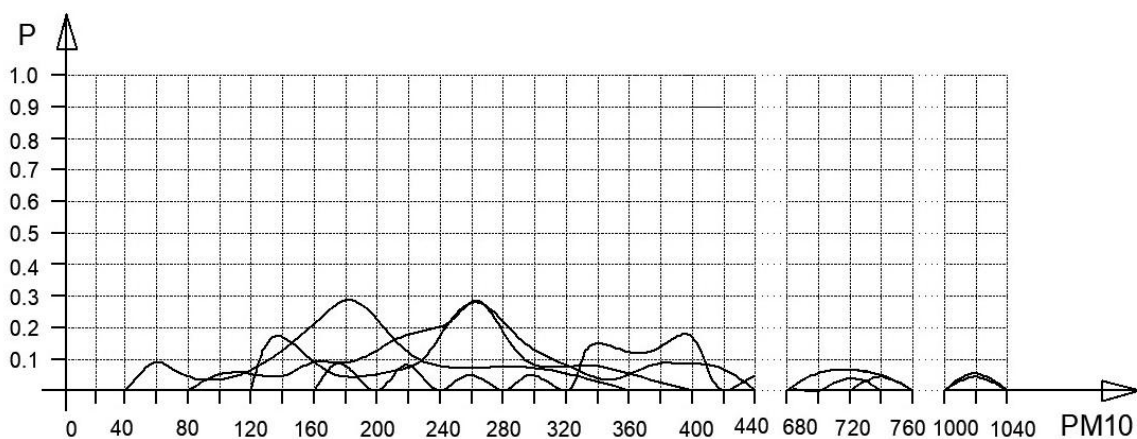


Рис. 2. Дифференциальная функция распределения загрязнения

Выводы.

Таким образом, исследование загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью для г. Кабула, показало, что среднесуточное распределение загрязнения мелкодисперсной пылью в течение месяца за период 5 месяцев (Январь, Февраль, Апрель, Май и Июнь 2015 г.) подчиняется равномерному закону распределения, а среднесуточные в течение месяца за период четырех месяцев (Август, Октябрь, Ноябрь и Декабрь 2015 г.) подчиняются нормальному закону распределения.

Список литературы

1. Азаров В.Н., Сидякин П.А., Лопатина Т.Н. Влияние содержания мелкодисперсной пыли в атмосферном воздухе на социально-экологическое благополучие городов-курортов Кавказских Минеральных Вод // Социология города. 2014. № 1. С. 28-38.
2. Азаров В.Н., Тертишников И.В., Калюжина Е.А., Маринин Н.А. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли (PM₁₀ и PM_{2,5}) в воздушной среде // Вестник ВолгГАСУ, сер. Строительство и архитектура. 2011. №25 (44). С. 402-407.
3. Николенко Д.А., Насими М. Х., Барикаева Н.С. Сравнительный анализ загрязнения мелкодисперсной пылью атмосферы городов Волгограда и Кабула // Инженерный вестник Дона, 2017, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4487
4. Азаров В. Н., Маринин Н. А., Жоголева Д. А. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли (PM_{2,5} и PM₁₀) в атмосфере городов // Известия Юго-Зап. гос. ун-та. 2011. № 5(38). Ч.2. С. 144-149.
5. Насими М.Х., Соловьева Т.В. О загрязнении мелкодисперсной пылью PM₁₀ атмосферного воздуха города Кабул // Инженерный вестник Дона, 2017, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4121
6. Азаров В. Н., Богуславский Е. И. Оценка концентрации дисперсного состава пыли в воздухе рабочих и обслуживаемых зон // Безопасность жизнедеятельности. 2005. No2. С. 46—48.
7. Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions / Azarov V.N., Barikaeva N.S., Solovyeva T. // Procedia Engineering. 2016. Т. 150. С. 2001-2007.
8. М. Х. Насими, А.М. Саблина, А.В. Лихоносков. Исследование загрязнения мелкодисперсной пылью санитарно защитных зон предприятий по производству гипса // Инженерный вестник Дона, 2018, № 3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5148

К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАБОТКЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ПЛАСТИКА

В.В. Паршиков

Научный руководитель – доцент В.В. Сиваков

Брянский государственный инженерно-технологический университет

Аннотация. Рассматривается необходимость утилизации пластика, применяемого в автомобиле.

Ключевые слова: *автомобиль, экология, пластик, переработка пластика.*

TO THE QUESTION ABOUT RECYCLING AUTOMOTIVE PLASTIC

V.V. Parshikov

Scientific Director - associate Professor V.V. Sivakov

Bryansk state University of engineering and technology

Abstract. The necessity of utilization of the plastic used in the car is considered.

Keywords: *car, ecology, plastic, plastic recycling.*

Полимерных материалы в настоящее время применяются практически везде - в изготовлении игрушек, посуды, корпусных деталей бытовых приборов и т.д. Не обошло стороной применение пластика и область автомобилестроения.

Это связано с тем, что замена металлов полимерными соединениями (пластмассами) при изготовлении деталей сложной конфигурации (каркасы облицовки крыши и дверей кузова, панель приборов и т.д.), а также небольших деталей автомобиля (ручки, декоративные накладки и т.д.) даёт значительный техно-экономический эффект, так как большое количество деталей из пластмассы могут быть получены на автоматизированных установках с минимальными отходами перерабатываемого материала [4,5].

Применение пластика в автомобилях растет, так, в 1960 средний вес пластика в автомобилях составлял 19 кг, а в 1996 уже 140 кг пластмассовых деталей (см.рисунок), таких как термопластики, термореактивные пластики (реактопласты), а также смесей пластика (сплавов) [1,2].

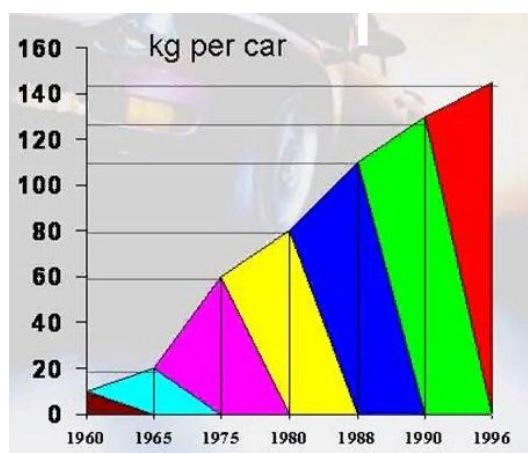


Рис. 1. Объём производства пластмассовых деталей

Переработка и утилизация пластмасс проходит следующими способами: с помощью пиролиза, гидролиза, двухатомных спиртов, метанолиза, механической обработки. Охарактеризуем каждый из методов.

Пиролиз - при этом способе обработки пластмассы под воздействием высоких температур обрабатываются в специальных камерах без доступа кислорода.

Гидролиз - в вакуумных резервуарах мелкий лом пластмассы расщепляется под воздействием воды, растворов кислот и высокой температуры.

Воздействие на пластмассу помощью двух атомных спиртов заключается в использовании этиленгликоля и более высокой температуры.

Метанолиз - самый популярный способ термопереработки. В резервуарах с высокими температурами пластмассы расщепляются при помощи метанола.

При механической обработки - пластик сначала сортируют, потом он отправляется на предварительное измельчение, промывку и сушку. Полученные фрагменты плавят и либо разливают по формам прямо на месте, либо измельчают в гранулы, которые используются как сырьё на других производствах [1,3].

Эти операции нужны для получения: вторичного полимерного сырья для повторного использования при производстве изделий, углеводородного сырья для получения энергетического и химического применения, тепловой и электрической энергии при сжигании с твёрдыми бытовыми отходами [2].

Таким образом, применение пластика в автомобиле дает возможность его повторного использования, что положительно как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Список литературы

1. vtorothody / Переработка и утилизация пластика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vtorothody.ru/pererabotka/plastika.html#i-3>
2. allbest / Утилизация пластмассовых деталей автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://revolution.allbest.ru/manufacture/00615773_0.html
3. mplast.by / Полимеры в автомобилестроении [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mplast.by/encyklopedia/polimeryi-v-avtomobilestroenii>
4. КУЗОВ.INFO / Виды автомобильных пластиков [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kuzov.info/vidi-avtomobilnih-plastikov/>
5. Иванченко Д.Г., Сиваков В.В. Проблема утилизации пластика, используемого в автомобиле // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 3. № 3 (6). С. 310-313.

ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ КОРОДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И БУРОГО УГЛЯ

К.И. Пономаренко, Е.Б. Жуков, Д.Р. Таймасов, К.В. Меняев

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. В статье представлена технология совместного сжигания кородревесных отходов и бурого угля с целью повышения технико-экономических и экологических показателей котла. В технологии учтены современные направления развития энергетики, а именно сжигание возобновляемых источников энергии. Приведены результаты практического применения на котле БКЗ-75-39-440.

Ключевые слова: *реконструкция котла, биотопливо, вихревое сжигание.*

TECHNOLOGY FOR CO-COMBUSTION OF COAL AND BIOMASS

K.I. Ponomarenko, E.B. Jukov, D.R. Taimasov, K.V. Menyayev

Polzunov Altai state technical university

Abstract. The article considers the possibility of using wood and agricultural waste as fuel in large and small energy. There is technology co-combustion of low-grade fuels (lignite and moisture wood waste) that have a number of disadvantages not to fully utilize their energy. The paper presents results of reconstruction of the steam boiler BKZ-75-39-440 for co-combustion of bark and wood waste with brown coal.

Keywords: *reconstruction of the steam boiler, biomass fuels, vortex combustion.*

Тенденции развития энергетики требуют повышения экологических и экономических показателей котельных установок. Расходы на топливо при эксплуатации котельных агрегатов являются основным критерием оценки экономичности работы котла. Поэтому одним из основных способов повышения экономических показателей котельных установок является вовлечение в топливный баланс низкосортных углей или совместное сжигание низкосортных углей и твёрдых видов топлива из растительной биомассы [1].

Под растительной биомассой, традиционно используемой в малой и средней энергетике, понимаются отходы сельскохозяйственной деятельности, такие как лузга подсолнечника, овса, гречихи. Другим видом растительной биомассы, наиболее распространённым в энергетике нашей страны и стран ближнего зарубежья, являются отходы деревообрабатывающей промышленности. Сжигание в котлах большой и средней мощностей измельчённых древесных и растительных отходов представляет существенную проблему как из-за трудности удержания лёгких парусных частиц в процессе их сжигания, так и из-за возможности образования отложений золы на внутренних поверхностях котлов. При выносе частиц из топки возрастают потери тепла от механического недожога, возникает опасность периодических пожаров в дымоходах и золоуловителях котельной установки по мере накопления в них недогоревшего топлива. Также коксовые частицы загрязняют окружающую среду. Существующие технологии совместного сжигания низкосортных топлив, таких как бурый уголь, высокозольный каменный уголь или высоковлажные кородревесные отходы (КДО), имеют целый ряд недостатков, не позволяющих

полностью использовать заложенную в топливе энергию.

Применение в энергетике альтернативных видов топлив осложняется недостаточной изученностью свойств этих топлив и процессов при их сжигании в топочных устройствах.

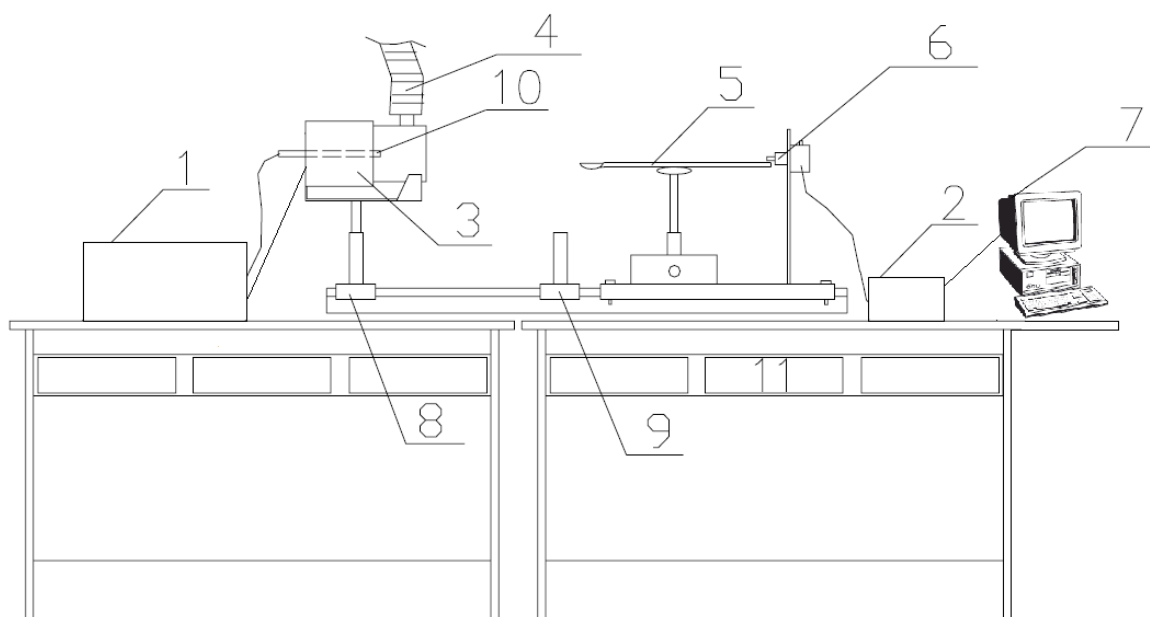
Древесная растительность всегда имела высокую значимость на Земле, как аккумулятор солнечной энергии, поглотитель углекислого газа из атмосферы и генератор кислорода. До середины XIX века дерево было основным видом топлива, и только бурное развитие промышленности привело к широкому использованию других ископаемых топлив. Однако потребление древесины продолжало увеличиваться за счет её использования в качестве «деловой». Масштабы потребления деловой древесины достигли таких размеров, что отходы при её производстве создали проблему их утилизации. При росте цен на ископаемые топлива древесные отходы становятся альтернативным топливом, снижающим расходы на производство тепловой энергии. К тому же это возобновляемый источник энергии с минимальным воздействием на атмосферу.

Низкое содержание серы и азота в кородревесных отходах (КДО) снижает вредные выбросы при их сжигании и, следовательно, повышает экологические показатели котельных установок, использующих КДО как топливо [2].

Сжигание КДО в топочных камерах котлов на сегодняшний день является инновационной задачей. В мировой практике отсутствуют наработки по сжиганию кородревесных отходов на таком составе оборудования, однако решение данной задачи позволяет так же решить ряд экономических вопросов, таких, как сокращение залежей кородревесных отходов на территории лесозаготовительных предприятий, что также повлечёт увеличение надёжности работы оборудования ввиду минимизации топливных издержек.

1 Исследование свойств альтернативных видов топлив.

В лаборатории кафедры «Котло и реакторостроение» АлтГТУ проводились эксперименты в которых определялось динамика термического разложение топлива. Одиночные частицы топлива сжигались в специальной установке «Механотрон» (рис. 1). Данная установка позволяла фиксировать массу частицы, температуру внутри частицы и на её поверхности, динамику сушки, выхода летучих, выгорания древесных отходов. Исследования проводились при температурах до 600°C с различными частицами массой 0,2...1,5 г. [1].



1-ТРМ; 2-Осциллограф; 3- Муфельная печь; 4-Вентиляционный рукав; 5-Коромысло; 6-Механотрон; 7-ЭВМ; 8-Передвижная платформа; 9-Стопорная платформа; 10-Термопара; 11-Лабораторный стол.

Рис.1. Установка Механотрон

В ходе экспериментов на данной установке были проведены исследования процессов на образцах древесины и получены графические зависимости изменения массы частицы от времени пребывания её в высокотемпературной зоне (рис.2).

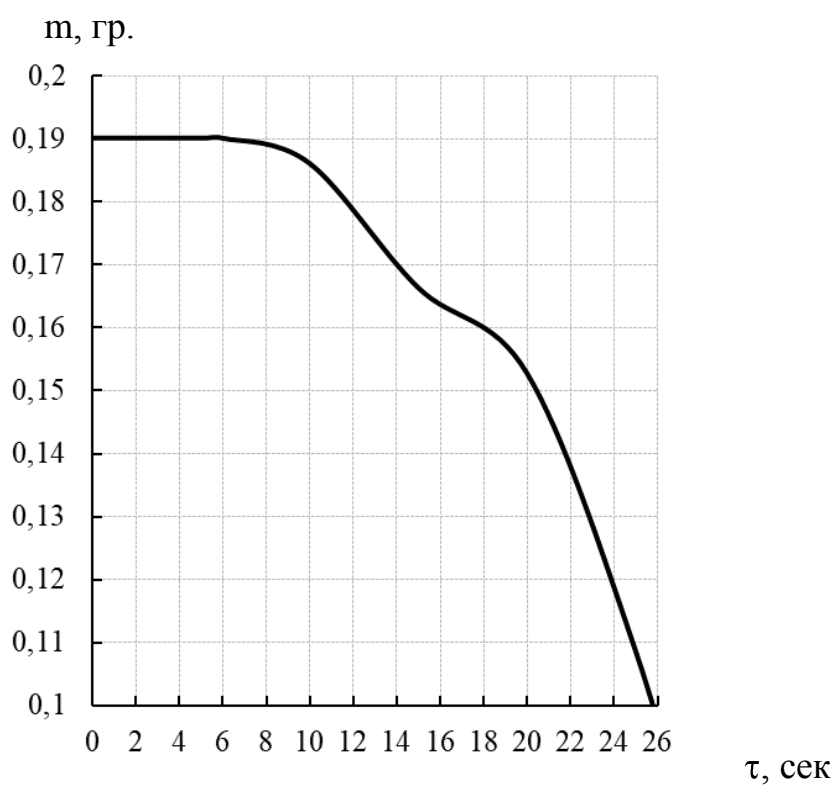


Рис.2. Динамика сушки частицы березы при температуре 550°C

Из рисунка 2 следует, что для сушки частицы древесины массой 0,2 гр. при температуре 550 °С необходимо порядка 18 секунд, а полное выгорание происходит через 26 секунд. Из этого следует, что для данных частиц топлива необходимо подобрать оптимальное время прибытия частиц в топочной камере, на которое влияет способ сушки и характер движения частиц в топке.

2 Практическое применение

С учетом полученных данных по свойствам кородревесных отходов в работе представлена схема работы котлов средней и высокой мощности на совместное сжигание кородревесных отходов и бурого угля.

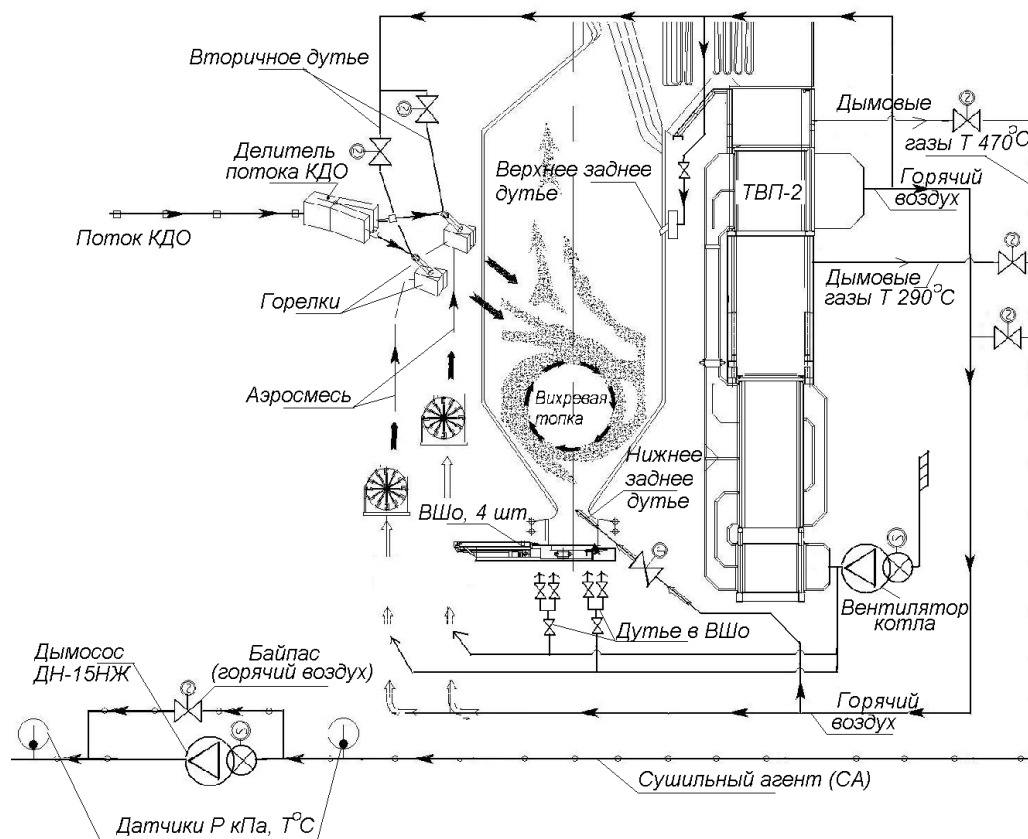


Рис.3. Элементы реконструкции котла средней (высокой) мощности

Организация вихревой аэродинамики осуществляется путем установки воздухопроводов для нижнего заднего дутья в холодную воронку и подачи топливоздушную смеси через горелки со скоростями необходимыми для формирования вихря. Нижнее дутье через холодную воронку способствует более стабильному горению и повышает степень выгорания частиц топлива (рис.3).

Крупные фракции топлива сжигаются в слое на механизированной колосниковой решетке, а мелкие, уносимые частицы аэродинамически удерживаются в топке и заполняют вихрь излучающим потоком горящих частиц. Вихрь, вращаясь, поддерживает и активизирует горение слоя, очищается за счет центробежных сил от уносимых частиц, причем преимущественное вторичное дутье вниз отбрасывает эти частицы на слой,

обеспечивает искровое зажигание топлива в слое.

Таким образом, крупные, не выносимые частицы сжигаются в слое в потоке первичного дутья, причем с использованием оптимального слоевого топочного устройства для каждого рассматриваемого вида топлива, и поддерживают горение в вихре выносимыми частицами и летучими, а вихрь горит, выжигая горючие из летучих и частиц уноса.

Для подачи топлива (КДО) установлены три системы пневматической загрузки. В эти системы входят пылевые вентиляторы, трубопроводы и вспомогательное оборудование пневмосистемы. Прохождение топлива по трубопроводам и через пылевые вентиляторы позволяет измельчить частицы топлива, а транспортирующий агент обеспечивает сушку топлива.

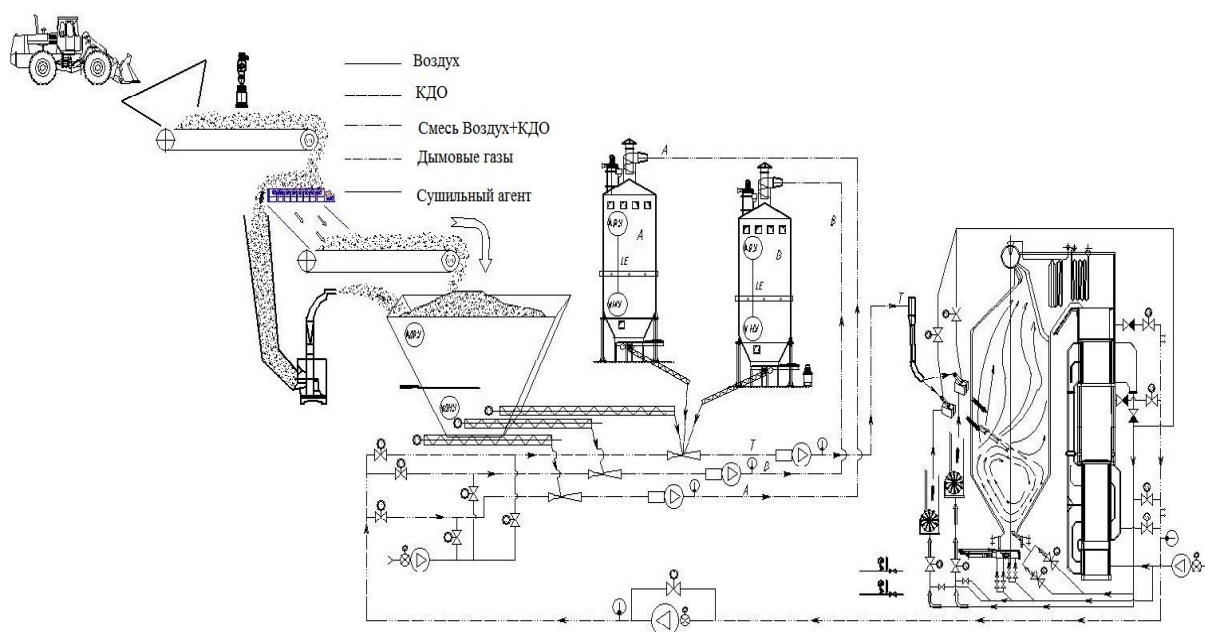


Рис.4. Система топливоподачи КДО

Свойства кордревесных отходов как топлива в большой степени зависят от влажности, следовательно, применена система сушки КДО с возможностью регулировки температуры сушильного агента. В качестве источника тепла для сушки КДО используется смесь, состоящая из горячего воздуха, из воздухоподогревателя и дымовых газов. Максимальная температура сушильного агента 330°C , она регулируется в зависимости от влажности КДО добавкой внешнего воздуха. Дымовые газы, частично охлажденные в котле, отбираются в количестве 10-20% из газохода котла. Из-за малого содержания кислорода, дымовые газы являются наиболее безопасным сушильным агентом. Подача дымовых газов осуществляется при помощи дымососа, их отбор выполняется с температурой 470°C до второй ступени воздухоподогревателя и с температурой 320°C после второй ступени воздухоподогревателя. Смесь дымовых газов с температурой 400°C является предельно допустимой по

условиям работы дымососа.

Данная технология была применена при реконструировании котла БКЗ-75-39 (ст.№9) установленного на Братской ТЭЦ-6. При проведении пусконаладочных работ применялось несколько вариантов подачи топлива (сушка и пневмотранспорт, согласно схеме (рис.4) для подачи КДО) [3] [4].

Во всех режимах работы котла наблюдалось: повышение КПД, устойчивое и стабильное горение и устойчивая вихревая аэродинамика, обрывов факела и крупномасштабных пульсаций не зарегистрировано (табл.1).

Таблица 1

Параметры котла БКЗ-75-39 до и после реконструкции

Наименование параметра	Обозначение	Ед. измерения	Значение до реконструкции	Значение после реконструкции
Паропроизводительность	$D_{пе}$	т/ч	75	75
Давление перегретого пара	$P_{пе}$	МПа	4	4
Температура перегретого пара	$t_{пе}$	°С	440	440
Температура питательной воды	$t_{п.в.}$	°С	104	104
Доля угля в смеси	$g_{угля}$	-	1	0,65
Доля КДО в смеси	$g_{кдо}$	-	-	0,35
Теплота сгорания смеси	Q_i^r	кДж/кг	15290,9	12681,8
Температура горячего воздуха	$t_{г.в.}$	°С	334	334
Температура уходящих газов	$t_{ух}$	°С	120	120
КПД котла	η	%		91,06
Расход топлива, подаваемого в топку	B	т/ч	16	18,85
Расчетный расход топлива	B_p	т/ч		18,48

Заключение

В результате данной работы были более подробно изучены свойства альтернативных видов топлив и с учетом изложенных данных предложена схема реконструкции котлов средней и большой мощностей на совместное сжигание кородревесных отходов и бурого угля. С помощью экспериментальных опытов получены расчетные данные, на основе которых видно, что совместное сжигание кородревесных отходов и бурого угля в топке с вихревой аэродинамикой обеспечит высокую степень выгорания топлива в топочной камере, что поспособствует повышению экономических и экологических показателей котла.

Список литературы

1. Жуков Е.Б. Технология сжигания древесных отходов с применением многократной циркуляции топлива канд. тех. наук. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, 2005.
2. Жуков Е.Б., Меняев К.В., Красуцкий Е.В., Маришин Н.С. Экологические аспекты сжигания сельскохозяйственных отходов в котлах малой и средней мощности / Проблемы техносферной безопасности 2015 I международная заочная научно-практическая конференция 2015.
3. И.В. Володеев. Модернизация системы воздухообеспечения на ТЭЦ-6 города Братска / Конференция энергоресурсосбережение на промышленных и коммунальных объектах 2013. С.103.
4. Пузырев Е.М., Жуков Е.Б., Паутова Е.Е., Меняев К.В., Технология совместного сжигания бурого угля и кородревесных отходов в энергетических котлах/ ОАО «ВТИ», Москва, 28-29 июня 2016 г. Сборник докладов III международной научно-практической конференции «Использование твердых топлив для эффективного и экологически чистого производства электроэнергии и тепла», С. 114-121.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ МОРСКОЙ ВОДОЙ

Ю.О. Риккер, М.В. Кобылкин, А.Г. Батухтин
Забайкальский государственный университет

Аннотация. Системы для десульфуризации дымовых газов устанавливаются для контроля выбросов диоксида серы с дымовыми газами ТЭС, в первую очередь, использующих твердое или жидкое топливо. Для ТЭС, расположенных на побережье моря, использование морской воды в качестве альтернативы другим щелочным реагентам представляется весьма перспективным. Двуокись серы абсорбируется и затем окисляется до сульфата, практически не меняя изначальный состав морской воды. По сравнению с широко распространенным способом мокрой известковой сероочистки, система десульфуризации с морской водой предлагает множество преимуществ с точки зрения процесса, проектирования, эксплуатации и эффективности затрат.

Ключевые слова: дымовые газы ТЭС, десульфуризация, оксид серы, морская вода.

CURRENT STATUS AND PROSPECTS FLUE GAS DESULPHURISATION SEAWATER

Yu.O. Rikker, M.V. Kobylkin, A.G. Batukhtin
Transbaikal State University

Abstract. Flue gas desulphurisation systems are installed to control emissions of sulfur dioxide from the flue gases of TPPs, primarily using solid or liquid fuels. For TPPs located on the coast of the sea, the use of sea water as an alternative to other alkaline reagents is very promising. Sulfur dioxide is absorbed and then oxidized to sulfate, practically without changing the native composition of sea water. Compared to the widespread wet lime desulfurization process, the seawater desulphurisation system offers many advantages in terms of process, design, operation and cost effectiveness.

Keywords: *TPP flue gases, desulfurization, sulfur oxide, sea water.*

С увеличением объемов производства энергии и, как следствие, объемов сжигаемого топлива, проблемы здоровья человека и загрязнения биосферы могут быть значительно усугублены. Современные ТЭЦ, в сутки потребляющие до 20 000 тонн угля, взамен выбрасывают в атмосферу четверть всей угольной пыли промышленных предприятий, две трети сернистого ангидрида, более 90 тонн золы и сажи, около 600 тонн оксидов серы и азота, что ведет к стойкому загрязнению водного и воздушного бассейнов городов [2]. Одним из последствий данных выбросов являются кислотные дожди, считающиеся в современном мире трансграничной проблемой. Кислотные дожди явно связаны с осаждением кислот в окружающей среде, что приводит к закислению водоемов, ухудшению состояния почв и лесов. Строгие экологические рекомендации, регулирующие выбросы SO₂ были обнародованы в нескольких странах [1].

Эффективным подходом к регулированию выбросов оксидов серы является использование системы десульфуризации дымовых газов. В настоящее время существуют различные методы и системы, предназначенные для десульфуризации дымовых газов ТЭЦ, классифицировать которые можно по принципу мокрых, сухих и мокро-сухих. Согласно мировой статистике 1998 г. доминирующей технологией являлся мокрый известняковый метод, на долю которого приходилось 72 % всех установленных в мире систем. На сегодняшний день десульфуризационные системы претерпели значительные изменения: увеличена эффективность удаления оксидов серы, уменьшены капитальные и эксплуатационные расходы. [5] Для ТЭЦ, расположенных на побережье моря, актуальна технология использования морской воды в качестве серопоглощающего агента. Исследования, проводимые с начала 1970-х гг. в Калифорнийском университете Беркли проиллюстрировали возможность использования морской воды для поглощения оксидов серы из дымовых газов [5].

Япония первой в мире внедрила в производство использование систем десульфуризации дымовых газов; установки впервые появились в 1978 г. Несмотря на многообещающий потенциал технологии, на 1998 г. общий процент использования для десульфуризации установок с морской водой составил всего 0,6 от общего числа используемых систем, что объяснимо малой доступностью морской воды для подавляющего большинства территорий, за исключением прибрежных [5].

Однако, данный способ по-прежнему является достаточно актуальным для определенного круга ТЭЦ, его дальнейшее развитие связано с минимизацией затрат.

Установки десульфуризации дымовых газов на основе морской воды предлагают проверенную и экономичную технологию, которая подходит, когда ТЭС расположена на побережье. Вместо известняка, который обычно используется в процессах мокрой очистки, морская вода является единственным используемым абсорбентом. Принцип впечатляюще прост: диоксид серы из дымового газа растворяется в морской воде, рН которой составляет от 7,6 до 8,4, со щелоч-

ностью примерно 100-110 мг/л в виде CaCO_3 , и образует сульфит и сероводород. Эти соединения нейтрализуются карбонатами и бикарбонатами, которые присутствуют в качестве природных компонентов морской воды. Кислород затем добавляется в окислительный бассейн, серные соединения окисляются в сульфат, природный компонент морской воды. Обычно используется морская вода из контура охлаждающей воды электростанции. После обработки в окислительном бассейне вода может снова высвободиться в море. Несмотря на простоту метода, эффективность выделения диоксида серы достигает 99%. Технология десульфуризации морской водой использует распылительную башню в качестве поглотителя. Все, что установлено в распылительной башне, - это уровни распыления с распылительными соплами и сепаратор капель перед выводом скруббера; нет дополнительных блоков, через которые проходит дымовой газ. Отказ от установки этих дополнительных блоков минимизирует загрязнение от компонентов морской воды или от биологической растительности. Потери давления также крайне низки. Уровни распыления для диспергирования морской воды встроены в верхнюю часть распылительной башни [5].

В верхней части распылительной колонны мы устанавливаем многослойный сепаратор капель, который предотвращает проведение капель, полученных в области распыления, из абсорбера. Из-за контроля процесса и специальной конструкции каплеотделителя не требуется отдельного промывания сепаратора капель [3].

Окислительный бассейн может быть размещен либо непосредственно под распылительной башней, либо снаружи в месте по вашему выбору. Если бассейн встроен под распылительную колонну, первая ступень окисления может быть встроена в абсорбер. Мы разработали собственный дизайн, который позволяет использовать компактную установку с контролируемым притоком воды и ступенчатое контролируемое добавление окислительного воздуха. Оптимизированное окисление и эффективное удаление CO_2 (передача диоксида углерода в газовую фазу) гарантируют безопасное соблюдение требуемой концентрации кислорода и значений pH в осушенной морской воде с наилучшим использованием щелочности воды для десульфурации дымовых газов [4].

Внешний бассейн с аналогичным контролем процесса установлен как прямоугольный бассейн на выбранном вами участке и соединен с распылительной башней с помощью соединительной трубы [5].

К преимуществам данного способа можно отнести:

- малозатратность (требуется только морская вода);
- экологическая безопасность (отсутствие отходов и, как следствие, специальных условий хранения отходов);
- меньшие капитальные и эксплуатационные расходы, по сравнению с другими типами систем десульфуризации;

Недостатки:

Усиление коррозии внутренних поверхностей установки.

Таким образом, не смотря на невысокую распространённость данного способа, обусловленного географическим положением ТЭС, способ десульфуриза-

ции дымовых газов морской водой представляется достаточно перспективным в силу своей экологической безопасности, малозатратности и простоты эксплуатации.

Список литературы

1. Риккер Ю. О. Нетипичные способы десульфуризации дымовых газов ТЭС / Ю. О. Риккер // «Мир науки и образования». 2018. С. 55 – 61.
2. Риккер Ю. О. Проблемы сероочистки в российской энергетике / Ю. О. Риккер, М. В. Кобылкин, А. Г. Батухтин // Наука и образование: актуальные исследования и разработки. 2018. С. 60 – 63.
3. Bing Li, Chun Yuan Ma. SO₂ Removal by Powder Activated Carbon in a Drop Tube Furnace Experimental System / Bing Li, Chun Yuan Ma // Key Engineering Materials. 2018. Pp. 34-40.
4. Caiazza Giuseppe, Langella Giuseppe, Miccio Francesco, Scala Fabrizio. An Experimental Investigation on Seawater SO₂ Scrubbing for Marine Application / Caiazza Giuseppe, Langella Giuseppe, Miccio Francesco, Scala Fabrizio // Environmental Progress & Sustainable Energy. 2013. Pp. 14 – 21.
5. Katsuo Oikawa, Chaturong Yongsiri, Kazuo Takeda, Takayoshi Harimoto. Seawater flue gas desulfurization: its technical implications and performance results / Katsuo Oikawa, Chaturong Yongsiri, Kazuo Takeda, Takayoshi Harimoto // Environmental Progress. 2003. Vol.22, No.1. Pp. 67 – 73
6. Rose L., Mary X.A., Issac J.S., Thomas B. 2018. Power plant optimization for energy efficiency enhancement / Rose L., Mary X.A., Issac J.S., Thomas B. // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Pp. 700-707.
7. Zhang Zhilong, Tang Mao-Ping. Применение технологии скрубберной десульфуризации дымовых газов с использованием морской воды для шести энергоблоков мощностью 600 МВт эл. станции Zhangzhou Houshi / Zhang Zhilong, Tang Mao-Ping // Zhongguo dianli-Elec. Power. 2002. V. 35. № 7. Pp. 69-71.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КРИОЛИТОЗОНЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

С.Е. Рудов

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного

Аннотация. В статье выполнен анализ основных негативных факторов, возникающих в лесных экосистемах при проведении лесосечных работ. Рассмотрены основные мероприятия, позволяющие снизить негативное воздействие лесных машин на почвогрунты лесосек, заключающееся в деформации, уплотнении, колееобразовании, загрязнении горюче-смазочными веществами.

Ключевые слова: лесосечные работы, экологическая безопасность, уплотнение почвогрунта, колееобразование, загрязнение.

WAYS TO REDUCE ENVIRONMENTAL STRESS ON FOREST ECOSYSTEMS OF CRYOLITHOZONE IN THE CONDUCT OF LOGGING OPERATIONS

S.E. Rudow

*Military Academy of telecommunications named after Marshal of the Soviet Union
S.M. Budyonny*

Abstract. the article analyzes the main negative factors arising in forest ecosystems during logging operations. The main measures to reduce the negative impact of forest machines on the soils of cutting areas, consisting in deformation, compaction, rutting, contamination of fuels and lubricants.

Keywords: *logging, environmental safety, soil compaction, rutting, pollution.*

Начиная с момента ввода заградительных пошлин на импорт круглых лесоматериалов в России начала активно развиваться деревоперерабатывающая промышленность. Ежегодно вводятся в строй все новые деревообрабатывающие и деревоперерабатывающие предприятия, кроме целлюлозно-бумажных, а также существенно модернизируются существующие. Это позволяет создавать новые рабочие места, увеличивает отчисления в доход государства и субъектов России от создания востребованной продукции с повышенной добавленной стоимостью. Прежде всего, на это было направлено Постановление Правительства Российской Федерации, от 30.06.2007, № 419 «О приоритетных инвестиционных проектах в области освоения лесов». Согласно этому постановлению, субъекты получили возможность передавать бизнесу, желающим создать новые производства или модернизировать имеющиеся, лесные ресурсы без проведения аукционов, по минимальной ставке. Взамен бизнес должен создавать мощные современные предприятия, устанавливать новое производственное оборудование, увеличивать выпуск продукции.

Но увеличение объемов деревообработки, неизбежно влечет за собой и увеличение объемов заготовки древесины. При этом, в достаточно суровых климатических условиях большей части территории нашей страны, оборот рубки леса, особенно по хвойному хозяйству, чрезвычайно длителен [1].

Большой проблемой лесовосстановления, а, соответственно, и лесозаготовительного производства, в дальнейшем, является очень значительный срок выращивания спелого, качественного леса на месте срубленного, даже если применять передовые, и достаточно затратные, лесоводственные методы, например, рубки ухода, удобрения [2, 3].

По достаточно очевидным причинам, крупные лесоперерабатывающие предприятия строились в регионах с большими запасами леса на корню – в Иркутской области, Красноярском крае, Республике Бурятия, и т.д. Еще одним значительным подспорьем, для успешного ведения лесопромышленного бизнеса были достаточно низкие тарифы на электроэнергию, из-за близкого расположения гидроэлектростанций.

Но, с каждым годом экстенсивного лесопользования, экономически доступные запасы спелых эксплуатационных лесов снижались. Постепенно лесо-

перерабатывающие предприятия начинают чувствовать определенный дискомфорт от нарастающего дефицита древесины – круглых лесоматериалов [4].

На большей части лесного фонда Российской Федерации главными породами являются хвойные, а они восстанавливаются достаточно медленно. И даже немедленно введенная в действие модель интенсивного лесопользования ситуацию в ближайшие десятилетия не изменит [5].

В этой связи лесопромышленные компании вынуждены начинать осваивать ранее нетрадиционные для них места для заготовки древесины – леса на сильно пересеченной местности, а также леса, расположенные на мерзлотных почвогрунтах [6], например, в Республике Саха (Якутия).

Конечно, в южных улусах Якутии, с хорошими лесорастительными условиями, и, соответственно, с качественными для лесозаготовителей древостоями (по породному составу, среднему объему хлыста, запасу леса на гектаре) лесосечные работы ведутся достаточно давно и масштабно. Но, по мере продвижения на север, лесорастительные условия становятся более суровыми, качество лесов ухудшается.

Необходимость освоения лесов, расположенных на мерзлотных почвогрунтах, помимо задачи удовлетворения спроса на древесное сырье, связана еще и с большим количеством уже накопленных перестойных насаждений, которые ослабевают, начинают подвергаться поражениям вредителям и болезням, а также гореть. Известна фраза о том, что «где лес не рубят – там он горит».

Современные технологии и оборудование лесопильно-деревообрабатывающих производств уже вполне позволяют эффективно перерабатывать даже тонкомерные, неровные стволы, практически любую древесину, лишь бы она была [7].

Как отмечено в [8] «лесные экосистемы мерзлотной зоны характеризуются невысоким формационным и биологическим разнообразием низкой продуктивностью сообществ, своеобразной структурой и строением древостоев, ослабленным восстановительным потенциалом, повышенной чувствительностью к стрессовым воздействиям, специфичным лесообразовательным процессом». Следовательно, леса криолитозоны надо воспринимать как особо чувствительные к внешнему воздействию экосистемы.

В европейской части России к особо ранимым лесным экосистемам, наиболее страдающим от лесозаготовительного процесса относятся, в основном, леса расположенные на территориях с III и IV категорией почвогрунтов, т.е. переувлажненных и заболоченных [9].

Данные леса, для снижения экологического ущерба от разрушения почвогрунтов лесосек и повреждения корней деревьев, оставляемых на доращивание при выборочных рубках, в основном, стараются осваивать в зимнее время года, когда интенсивность воздействия движителей машин на почвенные горизонты значительно ниже, особенно при наличии устойчивого снежного покрова [10].

К сожалению, такой элементарный способ существенного повышения экологической безопасности лесосечных работ, в лесах криолитозоны не приме-

ним. Это связано, можно сказать, с самим механизмом образования вечной мерзлоты – резко континентальным климатом этих районов.

После достаточно быстрого наступления холодов, вслед за летним периодом, в Якутии средняя температура воздуха начинает достаточно интенсивно снижаться, и уже к ноябрю, обычно, уходит ниже -40°C .

При таких температурах окружающего воздух лесные машины эксплуатировать нельзя. Это связано не только с гидравлической схемой машины, но и с металлом гидроманипулятора, рамы, подвески, и т.д. Металл, при работе в низких температурах, быстро разрушается, появляются усталостные трещины, и т.д.

Сильные морозы, в районах криолитозоны, держатся весь зимний и большую часть весеннего периода, после чего температура воздуха начинает интенсивно повышаться и достигает устойчивых положительных значений.

Результатом такого характера климата является очень небольшая продолжительность периода зимних заготовок, во время которого невозможно освоить всю отведенную годовую лесосеку.

Получается, что лесозаготовители вынуждены использовать лесные машины на мерзлотных почвогрунтах и в теплый период года.

Следует иметь ввиду еще и такое обстоятельство, что сплошные рубки лесных насаждений на мерзлотных почвогрунтах приводят к быстрому оттаиванию ранее притененных почвогрунтов и интенсивному развитию процессов заболачивания, что, в свою очередь, крайне отрицательно сказывается на последующих лесовосстановительных процессах [11].

Из вышесказанного следует достаточно известный вывод о том, что в лесах криолитозоны наиболее правильно вести хозяйство при помощи различных систем выборочных рубок, добиваясь оптимального разреживания не только по критерию дальнейшего развития оставляемых на корню деревьев, но и по степени притенения кронами оставляемых деревьев почвогрунта лесосеки.

А это, в свою очередь, означает, что при проведении лесосечных работ необходимо особенно внимательно относиться к повреждениям оставляемых на корню деревьев. И если предотвращение стволов и крон оставляемых деревьев, при наличии квалифицированного и ответственного персонала – хорошо подготовленных операторов лесных машин, больших проблем не вызывает, то предотвращение повреждений корневой части является значительной проблемой. Тем более, что у деревьев, растущих на мерзлотных почвогрунтах корневые системы деформируются. Даже у наиболее распространенной в Якутии лиственницы, вместо обычной для нее стержневой корневой системы, на мерзлотных почвогрунтах образуется поверхностная, подобная ели. Это связано с трудностью проникновения корней в мерзлые горизонты почвы [8].

И даже теоретически возможное получение информации о расположении корневых систем [12], на практике ощутимых результатов не даст.

Значит, наиболее важным критерием экологической безопасности работы лесных машин в условиях криолитозоны будет минимизация колеи, а также

степени переуплотнения почвогрунта, для предотвращения сильных повреждений корневых систем оставляемых на доращивание деревьев.

Для этого следует использовать несколько способов, которые перечислим ниже по степени действенности:

Во-первых, необходимо адекватно выбирать лесные машины, особенно трелевочные, совершающие многократные перемещения по одному следу (с пачкой древесины к верхнему складу и холостой ход к месту набора пачки). В настоящее время в России уже преобладают машинные технологии заготовки древесины. Все больший объем приходится на скандинавскую технологию лесозаготовок, предусматривающую производство сортиментов у пня и их последующую трелевку колесным форвардером (сортиментоподборщиком) к погрузочному пункту [13]. Необходимо правильно оценивать пригодность почвы для движения и подвижность колес. Пригодность почвы для движения зависит от ее способности оказывать сопротивление касательной силе тяги, исходящей от движителя. Вес машины дает нагрузку на почву и вызывает несущую способность. Колесо погружается на некоторую глубину, когда нагрузка колеса и несущая способность почвы находятся в равновесии.

Погружение колеса вызывает сопротивление движению, силу, препятствующую движению колеса вперед. За счет уменьшения погружения можно уменьшить сопротивление и улучшить перемещение. Крутящий момент на колесе создает крутящий момент по периметру шины, он передается на грунт через шину или гусеницу.

Горизонтальное усилие подачи, можно использовать для того чтобы преодолеть усилие сопротивления движению, и выработать тягу. Максимальная тяга, особого рода сила поверхностного трения, зависит от сопротивления слоев почвы сдвигу. Изготовитель машины не может влиять на сопротивление слоев почвы сдвигу, но может влиять на размер области, которая получает нагрузку от шины или гусеницы. Чем больше область, тем больше усилия можно передать к почве для того, чтобы произвести тягу.

Общее давление на почвогрунт - это сочетание динамического и статического давления. Давление одиночной шины в два раза больше, чем от оси тележки.

На слабых почвогрунтах, например, оттаивающих мерзлотных, необходимо оснащать колесные машины моногусеницами. Вес и тяговое усилие тогда распределяются по широкой площади тележки с гусеницами. Поэтому общее давление на почвогрунт значительно снижается. В свою очередь, это уменьшает повреждения почвогрунта, корневых систем деревьев, и обеспечивает удобное передвижение.

Очень желательно выбрать форвардер с оптимальной колесной формулой, например, известно, что давление на почвогрунт восьмиколесного форвардера на 50% больше под нагрузкой, чем давление десятиколесного [14]. Это говорит о том, что 10-тиколесные значительно лучше на оттаивающих мерзлотных почвогрунтах. Хотя маневренность у них несколько хуже, чем у восьмиколесных.

Причем, у современных форвардеров, в зависимости от условий эксплуатации, по команде оператора, колесная формула может меняться. Так 10-тикольный форвардер Ponsse Buffalo 10W имеет конструктивную возможность поднимать заднюю ось нажатием кнопки на кабине. Когда задняя ось поднята маневренность машины получается такая же, как у 8-микольной. При работе на мягком почвогрунте задняя ось придавливается. Площадь пятна контакта под нагрузкой составляет 6,05 м², поэтому давление на опорную поверхность получается очень низкое. В свою очередь, низкое давление на грунт помогает сберечь корни деревьев при проведении выборочных рубок.

Кроме того, на слабонесущих почвогрунтах надо использовать специальную конструкцию гусениц - с закругленными пластинами. Скругленная пластина гусеницы не разрезает верхние слои почвы.

Если использовать гусеницу неподходящей конструкции, а их достаточно много для разных условий эксплуатации [15], то получится, что острый конец пластины гусеницы срезает верхний слой талой почвы. При этом значительно снижается несущая способность почвогрунта и повреждаются корни оставляемых на доращивание деревьев.

Но здесь надо уточнить, что каждая моногусеница стоит несколько десятков тысяч рублей (в зависимости от длины и типа гусеницы, можно сказать – ее металлоемкости), и в базовую комплектацию продаваемых в России колесных лесных машин не входит. На колесную машину, хоть восьми, хоть 10-тикольную надо 4 гусеницы. Поэтому, в целях экономии, многие лесозаготовители пытаются обходиться без них. Кроме того, на монтаж, и последующий демонтаж гусениц требуется определенное время. Не говоря уже об увеличении расхода топлива машиной, при ее работе на гусеницах.

Во-вторых, при работе на слабых почвогрунтах можно снижать рейсовую нагрузку форвардера (снижать объем трелюемой пачки сортиментов), что, соответственно, снизит давление движителя на поверхность движения. Но, этот путь не всегда будет оптимальным, поскольку в данном случае повысится удельный расход топлива на кубометр заготовленной древесины, из-за значительного коэффициента тары форвардера. Кроме того, такой способ только увеличит число рейсов, которые форвардер должен будет пройти по одному волоку.

В-третьих, возможно укреплять поверхность волоков порубочными остатками, что является очень распространенным в практике лесозаготовительного производства России. Считается, передавленные и вжатые в почву порубочные остатки быстро перегниют, удобрив впоследствии лесную почву. Но в рассматриваемых нами условиях, этот вариант может быть неоптимальным, поскольку в мерзлотных почвах крайне мало микроорганизмов, разлагающих древесную биомассу. Леса Якутии во многом пожароопасны в связи с тем, что лиственный опад (хвоя) не перегнивает, а только ежегодно накапливается и высыхает, становясь летом горючим, как порох. Получается, что порубочные остатки, вдавленные в мерзлотную почву, если и перегниют, то очень не скоро, а на

занимаемой ими поверхности на будет лесовозобновительного процесса, поскольку семенам деревьев будет не пробиться к почве [16].

В конечном итоге, задача сводится к тому, чтобы степень повреждения почвогрунта волока была в пределах допустимой, не приводила к чрезмерному переуплотнению, и величина колеи не достигала бы основной массы корней оставляемых деревьев.

Это означает, что необходимо иметь адекватную математическую модель, позволяющую оперативно получать прогнозную информацию по развитию процессов уплотнения и колееобразования, в зависимости от характеристик почвогрунта и параметров лесных машин. Такая информация позволит принимать оптимальные технологические решения, обеспечивающие экологическую безопасность лесосечных работ, с точки зрения воздействия на почвогрунты лесосек и корневые системы деревьев.

Такие прогнозные модели уже разрабатывались, и их примеров можно привести достаточно много. К настоящему моменту, классикой таких моделей для колесных машин, считаются результаты, полученные в работе [17], впоследствии уточненные и развитые в работах учеников проф. И.В. Григорьева.

С точки зрения применимости результатов работы [17] в практике лесозаготовок была одна сложность – необходимы были результаты лабораторных испытаний почвогрунтов потенциальных трасс трелевки, которые было делать долго и сложно, даже при наличии полевой испытательной лаборатории. А на лесозаготовительных предприятиях, пусть даже самых крупных, они не встречаются. Зато потом, под руководством проф. И.В. Григорьева, и при его непосредственном участии, был адаптирован и усовершенствован способ оперативной оценки физико-механических свойств почвогрунта, при помощи пенетрометров [18, 19].

Однако, все эти достижения могут служить для решения поставленной задачи только отправным пунктом, поскольку предметом вышеперечисленных исследований не являлись мерзлотные почвогрунты. Более того, с точки зрения именно лесозаготовительного производства, ни у нас в стране, ни за рубежом нами не встречено публикаций, посвященных изучению процессов взаимодействия лесосечных машин и технологических процессов с экосистемами лесов криолитозоны, включая воздействие на мерзлотные почвогрунты. А они имеют свою очень большую специфику, например, в том, что при оттаивании мерзлого почвогрунта происходит перенасыщение его водой, в связи с чем, существенно ослабевают природные связи между твердыми частицами и физико-механические свойства утрачивают исходные значения. При этом на границе оттаивания силы сцепления почвогрунта снижаются. Интенсивность этого снижения зависит от исходной влажности почвогрунта. На характер разрушения мерзлого почвогрунта при достижении предельных нагрузок накладывает ограничения присутствие в нем льда. Лед, по сравнению с другими кристаллическими телами отчетливо проявляет пластические свойства и под воздействием вертикальной сжимающей нагрузки может изменять свою форму без изме-

нения объема, т.е. «течь». Этому состоянию льда соответствует режим течения вязкой жидкости.

Список литературы

1. Григорьева О.И. Формирование рубками ухода сосновых насаждений повышенной устойчивости и ценности в условиях Ленинградской области /О.И. Григорьева - автореферат дис. ... канд. сельскохозяйств. наук, СПб.: СПбГЛТА, 2005. – 22 с.
2. Мартынов А.Н. Современные проблемы лесовыращивания. Химический и комплексный уход за лесом. Учебное пособие /А.Н. Мартынов, Н.В. Беляева, О.И. Григорьева – СПб.: СПбГЛТА, 2008. – 79 с.
3. Беляева Н.В. Влияние рубок ухода разной интенсивности на общую производительность ельников кисличных /Н.В. Беляева, О.И. Григорьева, Т.А. Ищук // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 3 (11). С. 140-148.
4. Куницкая О.А. актуальные проблемы лесозаготовительного производства в России на рубеже 2015 года / О.А. Куницкая // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-4 (10-4). С. 183-186.
4. Григорьева О.И. Концепции интенсивного использования и воспроизводства лесов /О.И. Григорьева // Леса России в XXI веке: сборник научных трудов по итогам международной научно-технической интернет-конференции. СПб.: СПбГЛТУ, 2015. С. 103-107.
6. Григорьев И.В. Перспективы модульных систем машин для лесозаготовительного производства в Якутии / И.В. Григорьев, М.Ф. Григорьев, Д.И. Степанова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5. № 9 (35). С. 74-77.
7. Тамби А.А. Обоснование необходимости внедрения процессов промышленного лесопиления в структуру лесозаготовительной отрасли /А.А. Тамби, И.В. Григорьев, О.А. Куницкая // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2017. № 6 (360). С. 76-88.
8. Абаимов А.П. Мерзлотное лесоведение. Учебное пособие /А.П. Абаимов, П.М. Матвеев – Красноярск: СибГТУ, 1999. - 249 с.
9. Григорьев И.В. Средооадающие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации / И.В. Григорьев. А.И. Жукова, О.И. Григорьева, А.В. Иванов – СПб.: СПбГЛТА, 2008. – 175 с.
10. Анисимов Г.М. Экологическая эффективность трелевочных тракторов. Учебное пособие / Г.М. Анисимов, И.В. Григорьев, А.И. Жукова; под общ. ред. Г.М. Анисимова - СПб.: СПбГЛТА, 2006. – 351 с.
11. Григорьева О.И. Анализ естественного лесовозобновления в Алексеевском участковом лесничестве Республики Саха (Якутия) /О.И. Григорьева, М.Ф. Григорьев, И.В. Григорьев // Forest Engineering: материалы научно-практической конференции с международным участием. Якутск: ЯГСХА, 2018. С. 72-75.

12. Григорьев И.В. Приборное обеспечение исследования лесосек /И.В. Григорьев, А.И. Никифорова, О.И. Григорьева, М.В. Степанищева // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 4 (28). С. 96-102.

13. Григорьев И.В. Перспективные направления развития технологических процессов лесосечных работ /И.В. Григорьев, О.И. Григорьева, А.И. Никифорова, В.М. Глуховский // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2016. № 2 (184). С. 109-116.

14. Григорьев И.В. Совершенствование конструкции активного полуприцепа форвардера на базе сельскохозяйственного колесного трактора /И.В. Григорьев, А.А. Чураков // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. ред. Н. С. Захаров. 2018. С. 84-88.

15. Григорьев И.В. Особенности эксплуатации колесных лесных машин в сложных почвенно-грунтовых и рельефных условиях /И.В. Григорьев, С.Е. Рудов // Forest Engineering: материалы научно-практической конференции с международным участием. Якутск: ЯГСХА, 2018. С. 67-71.

16. Григорьева О.И. Новая машина для очистки лесосек /О.И. Григорьева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-3 (10-3). С. 96-99.

17. Григорьев И.В. Снижение отрицательного воздействия на почву колесных трелевочных тракторов обоснованием режимов их движения и технологического оборудования /И.В. Григорьев - СПб.: СПбГЛТА, 2006 г. - 236 с.

18. Хитров Е.Г. Теоретический расчет конусного индекса заболоченного грунта /Е.Г. Хитров, М.Н. Дмитриева, В.А. Лухминский, А.М. Хахина, И.В. Григорьев, В.А. Иванов // Системы. Методы. Технологии. 2017. № 4 (36). С. 152-156.

19. Дмитриева М.Н. Экспериментальные исследования конусного индекса и физико-механических свойств заболоченного грунта /М.Н. Дмитриева, И.В. Григорьев, В.А. Лухминский, Д.П. Казаков, А.М. Хахина // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. № 4 (28). С. 167-174.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

А.М. Самбуров, Е.Г. Мирошникова

Уральский государственный экономический университет

Аннотация. Одна из проблем экологической безопасности – загрязнение продуктов питания солями тяжелых металлов. Рассмотрены методы контроля содержания экотоксикантов. Важное место в работе занимает изучение методов проведения анализа нахождение этих элементов в продукте. Рассмотрены пути попадания тяжелых металлов в продукты питания.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, экологическое загрязнение, безопасность продуктов питания, колориметрия, атомно-абсорбционная спектроскопия, вольтамперометрия, предельно допустимая концентрация.*

METHODS TO CONTROL SAFETY OF FOOD PRODUCTS ON CONTENT OF HEAVY METALS

A.M. Samburov, E.G. Miroshnikova
Ural State University of Economics

Abstract. One of the problems of environmental safety is the contamination of food products with heavy metal salts. Methods to control the content of ecotoxicants are considered. An important place in the work is occupied by the study of methods of analysis for finding these elements of the product. Considered the path of ingestion of heavy metals in food.

Keywords: *heavy metals, environmental pollution, food safety, colorimetry, atomic absorption spectroscopy, voltammetry, maximum permissible concentration.*

Проблемы, связанные с экологической безопасностью, очень актуальны на сегодняшний день и решение данных вопросов необходимы для современного общества. Деятельность промышленных предприятий, сжигание топлива на ТЭС и в двигателях внутреннего сгорания транспорта, огромное количество промышленных и бытовых отходов, – все это способствует загрязнению почвы, воды, воздуха, а также нарушению нормальной жизнедеятельности растений и животных. В связи с этим, необходимо постоянно контролировать как экологическую ситуацию на планете в целом, так и отслеживать безопасность продуктов питания, от которых непосредственно зависит здоровье человека.

Среди большого объема загрязнителей, таких как: пестициды, нитраты, биологические агенты, ветеринарные лекарственные препараты, радионуклиды и другие токсичные соединения, которые могут попадать из окружающей среды в продукты, особо пристальное внимание у контролирующих органов вызывают тяжелые металлы.

Тяжелые металлы – это группа металлов с атомной массой более 50, которые при определенных концентрациях могут оказывать токсическое действие и губительно влиять на организм человека. К ним относят: свинец (Pb), кадмий (Cd), мышьяк (As), никель (Ni), ртуть (Hg), медь (Cu), цинк (Zn), хром (Cr) и др. [0]. Известно, что в малых количествах некоторые из этих веществ необходимы для функционирования растений, животных и человека. Но в загрязненной техногенными выбросами в биосфере, какой на сегодняшний день является окружающая среда, содержание этих металлов часто превышает установленные регламентирующими документами нормы, поэтому нужно постоянно проводить мониторинг, как биосферы, так и пищевых продуктов.

Основные источники загрязнителей делятся на две большие группы: природные и антропогенные.

По данным [0] количество антропогенных выбросов в атмосферу для кадмия, цинка и свинца значительно превышает природные (табл. 1).

Таблица 1

Поступление тяжелых металлов в атмосферу

Источник	Pb, %	Cd, %	Zn, %
Природный	4,5	26,3	29,0
Антропогенный	95,5	73,7	71,0

К природным источникам относят:

- лесные пожары, извержения вулканов;
- ветровая эрозия, испарения с поверхности растений;
- поступление с поверхности почвы;
- растворение в водной среде каменных пород и др.

Значительный объем выбросов тяжелых металлов связан с жизнедеятельностью человека. К ней относят большое количество факторов, некоторые из них это:

- выхлопные газы автомобильного транспорта,
- сельскохозяйственные угодья после обработки содержащими металлы удобрениями и пестицидами,
- свалки металлических отходов,
- промышленность.

Именно промышленность является основным источником выбросов тяжелых металлов в атмосферу в несколько раз по сравнению с другими источниками. Так в табл.2 [0] представлены отрасли промышленности, загрязняющие природную среду тяжелыми металлами.

Таблица 2

Отрасли промышленности, загрязняющие окружающую среду тяжелыми металлами

Название отрасли	Cr	Pb	Zn	Hg	Cd	Cu	Ni	Sn
Тяжелая металлургия	+	+	+	+	+	+	+	+
Производство удобрений	+	+	+	+	+	+	+	
Авто- и авиастроение	+	+	+	+	+	+		+
Очистка нефти	+	+	+		+	+	+	
Целлюлозно-бумажное производство	+	+	+	+		+	+	
Горнодобывающая промышленность	+	+	+	+	+			+
Химическая промышленность	+	+	+	+	+			+
Цветная металлургия	+	+	+	+		+		

Очевидно, что крупнейшими «поставщиками» загрязнителей в промышленности являются тяжелая металлургия, производство удобрений и авто- и авиастроение, а наиболее распространенными выбрасываемыми в окружающую среду металлами являются: хром, свинец, цинк и ртуть.

Из-за весомого количества антропогенных выбросов тяжелых металлов в биосферу, эти элементы легко могут мигрировать в продукты питания, как показано на схеме. Этот процесс усугубляется наличием другой экологической проблемы – кислотных осадков.

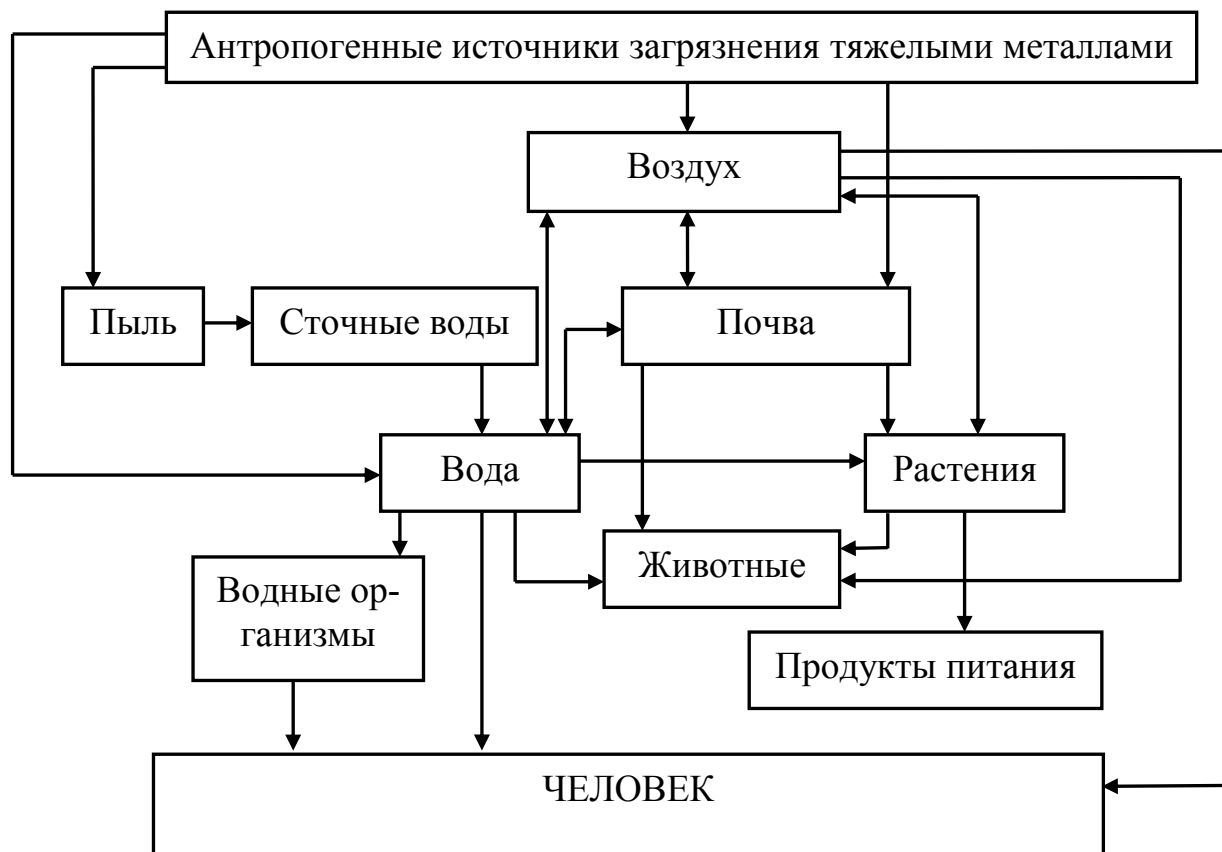


Рис. 1. Схема путей поступления тяжелых металлов организм человека

Ученые подчеркивают, что распространение антропогенных загрязнений в окружающей среде очень неравномерно, так, в Сибирском регионе концентрация тяжелых металлов будет значительно ниже, чем в промышленном Уральском регионе. Распределение элементов по компонентам биосферы также будет разным: например, ртуть в большей степени аккумулируется в гидросфере, чем в воздухе и почве.

Тяжелые металлы склонны к биоаккумуляции, что повышает актуальность методов контроля продуктов питания на содержание данных элементов.

Исследователи в лабораториях в первую очередь определяют содержание элементов-токсикантов в пищевых продуктах и сравнивают полученный результат с нормативным документом, в частности с СП 4089-86 «Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах». Предельно допустимая концентрация – это максимальная концентрация вредного вещества, которая при ежедневном воздействии в течение длительного времени не может вызывать отклонений в состоянии здоровья человека и его потомства [0]. Примеры некоторых значений ПДК представлены в табл.3.

Содержание ПДК тяжелых металлов в некоторых продуктах

Продукты	Элементы мг/кг				
	Свинец (Pb)	Ртуть (Hg)	Медь (Cu)	Цинк (Zn)	Кадмий (Cd)
Зернобобовые	0,5	0,02-0,03	10	50	0,1
Мясо и птица свежие	0,5	0,03	5,0	20	0,05
Рыба свежая и мороженая	1,0	0,3-0,6	10	40	0,2
Молоко и жидкие молочные продукты	0,1	0,005	1,0	5	0,03

Следует подчеркнуть тот факт, что в современных условиях проблема контроля качества и безопасности продуктов питания решается на основе измерительных методов, главное преимущество которых по сравнению с органолептическими – отсутствие субъективности эксперта. Кроме того, данные методы более глубоко и тщательно позволяют определить все компоненты, входящие в состав исследуемого образца с большой точностью.

Для определения содержания тяжелых металлов в основном определяют следующими методами:

- колориметрический
- атомно-абсорбционная спектроскопия
- вольтамперометрия, в основном инверсионная

Рассмотрим данные аналитические методы подробнее.

Колориметрический метод – это количественный метод определения содержания в образце веществ, которые дают окрашенные растворы, или могут, с помощью химических реакций, дать окрашенное растворимое соединение. Суть данного метода заключается в сравнении интенсивности окраски исследуемого раствора, излучаемого в пропущенном свете, с окраской эталонного раствора или с дистиллированной водой.

К таким веществам, из которых можно получить окрашенный раствор и провести анализ относят некоторые тяжелый металлы, в их числе мышьяк и первый в ряду тяжелых металлов с 55,845 а.е.м. железо. Данный метод незаметен для их определения, ведь при этом, рассчитывая концентрацию металла, можно обезопасить человека от губительного воздействия элементов, если они превысят ПДК. Химики-аналитики вспоминают, что ещё в далеком XVII веке, Роберт Бойль, один из основоположников колориметрии, заметил, что при увеличении концентрации железа в растворе образца, интенсивность окраски возрастает [0].

Атомно-абсорбционная спектроскопия один из самых востребованных аналитических методов, для контроля безопасности пищевых продуктов, и рекомендован частью государственных стандартов. В частности этот метод удобен и отлично подходит для определения содержания цинка, ртути, мышьяка.

ААС основана на поглощении излучения оптического диапазона невозбужденными свободными атомами. То есть, при длине волны, соответствующей

щей переходу атома из основного в возбужденное электронное состояние, заселенность основного уровня уменьшается.

Аналитический сигнал зависит от числа невозбужденных частиц в анализируемом образце (т.е. от концентрации определяемого элемента), следовательно, измеряя количество поглощенного электромагнитного излучения можно определить концентрацию определяемого элемента в исходном образце. Отметим, что для данного метода необходима предварительная атомизация проб (переведение в атомарное состояние), которое происходит при термическом воздействии в диапазоне около 800-3000 °С. Используемые типы источников атомизации применяемые в данном методе, это пламенные и не пламенные (электротермические).

Одним из самых распространенных электрохимических методов, определяющих, в том числе качественный и количественный показатели тяжелых металлов в растворах, является вольтамперометрия. Этот аналитический метод основан на изучении вольтамперограмм, полученных с любым индикаторным электродом (платиновым, графитным и др.), кроме ртутного капающего, и электрод сравнения. Поэтому, именно зависимости тока, протекающие через электролитическую ячейку с образцом, от внешнего наложенного напряжения дают информацию об исследуемом продукте.

Особенно хорошо подходит для изучения тяжелых металлов в продуктах инверсионная вольтамперометрия в её адсорбционном и амальгамном вариантах. Метод основан на предварительном концентрировании определяемого компонента на поверхности электрода с последующей регистрацией вольтамперограммы исследуемого раствора. На рисунке 2 представлена вольтамперограмма раствора, содержащего 0,5 мкг/л кадмия, 5 мкг/л меди и по 15 мкг/л цинка и свинца [0].

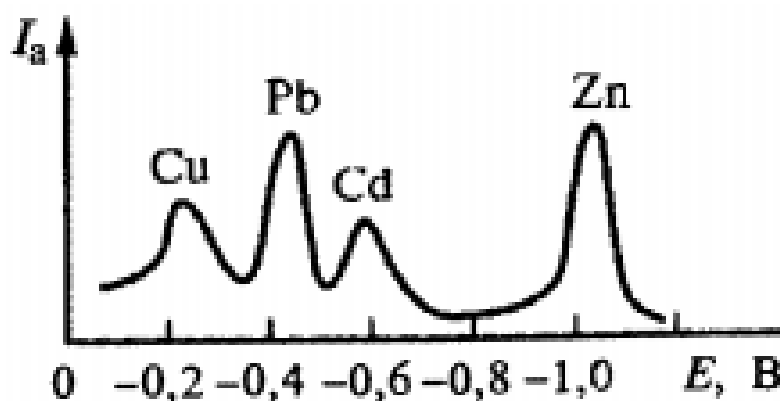


Рис. 2. Анодная инверсионная вольтамперограмма тяжелых металлов в воде [0]

Все эти методы, и не только эти, необходимы для обеспечения безопасности человека в неблагоприятной экологической обстановке. Без тщательного анализа продовольственного сырья и продуктов питания на содержание тяжелых металлов нельзя на 100% быть уверенным, что, например, содержание ионов свинца или кадмия в красивом на вид томате не превышает допустимого

значения и, употребляя его, мы получим только пользу для организма. Необходимо осознанно относиться к приему пищи и выбирать только безопасные с экологической точки зрения продукты.

А самое главное, как подчеркивают экологи, в современном мире не допустить развитие загрязнения биосферы, ведь большинство загрязнителей попадают в пищевые продукты, а затем в человеческий организм именно из окружающей среды. Оберегая, очищая, природу человечество получит чистый воздух, воду, почву, здоровое развитие всех живущих на Земле организмов, и тогда будет не нужно так тщательно, ежесекундно контролировать безопасность продуктов питания на содержание в них тяжелых металлов.

Список литературы

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений [Текст]. – Введ. 2001-10-01. М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2001.

2. Холопов Ю.А. Тяжелые металлы как фактор экологической опасности [Текст]: Методические указания к самостоятельной работе по экологии для студентов 3 курса дневной формы обучения / Ю.А. Холопов: под общ. ред. И.А. Шиминой. – Самара: СамГАПС, 2003. – 16 с.

3. СП 4089-86 Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах [Текст]. – Введ. 1986-30003. М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1986.

4. Алов Н.В. и др. Основы аналитической химии в двух книгах [Текст]. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа / Н.В. Алов и др.; под ред. Ю.А. Золотова. – Изд.: 3-е – М.: «Высшая школа», 2004. – 503 с.

5. Сендел. Е. Колориметрические методы определения следов металлов [Текст]; перевод с английского / Г.В. Корпусова. – М.: Мир, 1964. – 899 с.

ВЛИЯНИЕ МУСОРА НА ЭКОЛОГИЮ

А.В. Седлицкая

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос влияния мусора на экологию. Рассказано о том, чем грозит данная проблема человечества, предложены несколько путей решения.

Ключевые слова: экология, мусор, человечество, влияние, проблема, загрязнение, среда, население.

THE IMPACT OF GARBAGE ON ECOLOGY

A.V. Sedlitskaya

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering

Abstract. The article discusses the impact of garbage on the environment. Told about what threatens the specific problem of mankind, proposed several ways to solve.

Keywords: ecology, garbage, humanity, influence, problem, pollution, environment, population.

В современном мире проблемы, связанные с экологией – не пустой звук, а реалии жизни. Росту комфорта человеческого существования сопутствуют и проблемы, которые обусловлены внедрением в современную жизнь новых технологий. К примеру, дешевизна одноразовых пластиковых упаковок дорого отражается на состоянии здоровья людей и окружающей среды. Ежедневно выбрасываются сотни тонн мусора, в большинстве своем по вине крупных мегаполисов, села и деревни отличаются более экологичной средой. Связано это не только с тем, что крупные фабрики и заводы, выбрасывающие значительную часть токсичного мусора, в основном расположены в городах и городах-спутниках. Но и с тем, что жители населенных пунктов, уничтожают отходы не только бытовые, но и в том числе, такие, как ртутьсодержащие вещества, лампы, батарейки, путем выброса их на свалку.

Чем же грозит данная проблема человечеству? Естественно, повышается риск заболевания дыхательных, репродуктивных, кровеносных систем; многотонные свалки оказывают неблагоприятное воздействие на климат и экологию в целом, являются причиной одиозного запаха в городах. Например, пластик, из которого состоит примерно 60% мусора, является неразлагаемым материалом, скапливаясь на мусорных полигонах, он выделяет в атмосферу различные вредные вещества, также он занимает слишком много места, поэтому человечество придумало его сжигать [1]. Вследствие этого мероприятия, в атмосферу выбрасываются тяжелые металлы, а озоновый слой разрушается. Продукты пластика поднимаются выше, в атмосферу, а после – выпадают на землю в виде кислотных дождей. Восстановить землю после бывшего полигона не представляется для человечества возможным, фильтраты и свалочные газы (60%-метан) проникают в почву и не дают зародиться жизни в ней, кроме этого, они взрывоопасны. Это чревато не только самовозгораниями на полигоне, но и взрывами в близлежащих постройках и сооружениях.

Проблема загрязнения экологии стоит остро со времени Средних Веков. Еще тогда в Европе были изданы законы о том, чтобы мусор выбрасывался организовано. Конечно, в первую очередь, это была не забота об экологии, а попытки предотвратить зловонный аромат в селах и городах того времени. Сейчас же для данной проблемы общество создало несколько путей решений, рассмотрим их.

Первым и важнейшим из решений является организованная переработка мусора. В развитых странах построено множество мусороперерабатывающих заводов, в том числе в России насчитывается около 250 мусороперерабатывающих организаций и их подразделений, кроме них в функционал введено около 50 организаций, отвечающих за сортировку утильсырья и около 10 организаций, специализирующихся на мусоросжигании. [3]. Рассмотрим принцип работы Оренбургского мусороперерабатывающего завода: собирается мусор, вручную проходит его сортировка на пластик, полиэтилен, стекло, а далее ведется вторичная переработка мусора. Данный процесс крайне трудоемкий и затратный [2]. Известно, что в развитых странах практикуется ставить на улице несколько контейнеров для мусора разного цвета и с разными отличительными

знаками, таким образом, население собственноручно осуществляет первичную обработку мусора. Для такой практики нужно выработать определенную культуру у общества, культура вырабатывается разными средствами: временем, посредством массовой информации, штрафами и поощрениями.

Какие еще пути решения могут быть разработаны? Кроме мусороперерабатывающих организаций и полигонов, должны быть изданы законы федерального значения, СНиПы и нормы, регламентирующие транспортировку, уничтожение и хранение мусора. Контроль над исполнением требований по уничтожению мусора необходим, так как в современном мире данный вопрос стал уже болезненным. Еще одним из путей контроля может стать инструкция по переработке и уничтожению отходов. Должна быть создана классификация отходов по степени вреда, по классу опасности и токсичности на федеральном уровне. Также на уровне с документами, предписывающими обязательства, должны быть организованы надзорные органы, а также финансовая поддержка со стороны правительства.

Для привития культуры ответственного поведения общества и экономических субъектов (промышленных и непромышленных) в отношении отходов, необходимо разработать систему льгот и субсидий для населения. Это следует сделать потому, что главным стимулом такой серьезной гражданской ответственности для населения является финансы.

Также в России можно применить практику Германии. Следует организовать несколько контейнеров с сортировкой мусора и один общий, они также должны быть окрашены в разные цвета. Далее сделать вывоз мусора с отсортированным содержимым на 20% дешевле, чем с несортированным. Объясняется это просто, утилизация смешанных бытовых отходов в разы затратнее. Ведь утилизация смешанных отходов включает в себя ручную сортировку, переработку, измельчение, уничтожение.

Поводя итог вышесказанному, стоит отметить, что проблема влияния мусора на экологию стоит остро. Рассмотрено влияние мусорных полигонов и мусора в целом на здоровье населения, на влияние экологии нашей планеты.

Предложены несколько путей решения данного вопроса в России. Также упомянуто то, что нет развитой нормативно - правовой базы экологического стимулирования переработки отходов, федеральных инвестиций в разработку новых экологических отечественных технологий переработки отходов, совершенно недостаточно проводится техническая политика в этом направлении.

Список литературы

1. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. переработка отходов производства и потребления: Справочное издание / Под ред. докт. техн. наук, проф. Б.Б. Бобовича. – М.: «Интернет Инжиниринг», 2000. – 496 с.
2. Цыганков, А. П. Утилизация твердых отходов [Текст] / А. П. Цыганков – М.: Стройиздат, 1982. – 348 с.
3. Горбатовский, В.В., Рыбальский, Н.Г. Экологическая безопасность в городе [Текст] / В.В.Горбатовский, Н.Г.Рыбальский. – М.: РЭФИА, 1996.

ПЕРЕРАБОТКА НА АКТИВНЫЕ УГЛИ ДРЕВЕСИНЫ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ВОЗДЕЙСТВИЮ ЛЕСНЫХ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ

Ю.Я. Симкин, Е.В. Карнаухова

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева*

Аннотация. Приведены данные технологии переработки на активные угли малоценной древесины деревьев, из очагов леса, пораженного лесными насекомыми – вредителями.

Ключевые слова: *древесина, сибирский шелкопряд, активные угли, древесные угли, лесные насекомые – вредители.*

OBTAINING ACTIVE COALS FROM WOOD THAT HAS BEEN EXPOSED TO FOREST INSECT PESTS

Yu.Ya. Simkin, E.V. Karnaukhova

*Siberian State University of Science and Technology named after academician
M. F. Reshetnev*

Abstract. The data processing technology of active carbons of low-value timber trees, of foci of forest affected by forest insect pests.

Keywords: *wood, siberian silkworm, active coals, charcoal, forest insect pests.*

Ареал распространения вредителя хвойных лесов – сибирского шелкопряда занимает территории Дальнего Востока Восточной и Западной Сибири, Урал, Тюменскую область. В нескольких районах Алтайского края и Республики Алтай в августе месяце 2018 года зафиксировано нашествие откладывающих яйца бабочек сибирского шелкопряда. Весной следующего 2019 года возможно появление в этих районах большого количества объедающих хвою деревьев гусениц. Вспышки размножения сибирского шелкопряда приводят массовой гибели деревьев. Так, очаги поражения леса в 2017 году в Красноярском крае составили 900 тысяч гектаров [1]. Всего же в 2017 году кампания по борьбе с сибирским шелкопрядом в Красноярском крае, Томской, Кемеровской и Иркутской областях на площади 1,2 млн га обошлась на сумму 1,5 млрд руб. вырубке поражённой древесины.

После потери хвои деревья становятся нежизнеспособными и на них быстро заселяются поедающие стволую древесину жуки-усачи, и другие насекомые-вредители, что приводит к потере делового качества древесины. Обычно, при возможности доставки, такую древесину местное население использует в качестве топлива. В связи с утратой товарной ценности древесины погибших деревьев, а также распространением на занятых ими территориях лесных насекомых-вредителей и возможностью возникновения в этих местах лесных пожаров часто проводятся контролируемые выжиги леса, где бесполезно сгорают миллионы кубометров древесины. Вместе с тем, такая древесина, представляет собой прекрасное потенциальное сырьё для лесохимической промышленности. Однако, из-за удалённости от населённых пунктов с наличием необходимой

численности и квалификации рабочей силы, отсутствии необходимой инфраструктуры и дорожной сети создание целлюлозно-бумажных и гидролизных предприятий, требующих значительных капиталовложений и длительных сроков строительства, в большинстве случаев мало оправданно. Более перспективно в таких районах использовать установки, работающие по другим технологиям, не требующие больших затрат энергии, обладающие мобильностью, короткими сроками монтажных работ и пуска в эксплуатацию, а также возможностью использования небольшой численности обслуживающего персонала.

В лаборатории термохимической переработки древесины СибГТУ (в настоящее время СибГУ им. М.Ф. Решетнёва) разработана технология получения активированных углей из сухостойной древесины хвойных сибирских пород, поражённой сибирским шелкопрядом и другими лесными вредителями, а также из других древесных отходов [2]. По данной технологии из древесины поражённых лиственниц Абанского района Красноярского края по технологии совмещённого способа пиролиза-активации получены активные угли, по качеству соответствующие требованиям стандартов РФ для высших марок активных углей [3].

Таблица 1

Свойства углей, полученных из древесины лиственниц поражённых сибирским шелкопрядом

Марки и виды активных углей	Суммарная пористость по воде, см ³ /г	Адсорбционная активность по йоду, %	Адсорбционная активность по метиленовому голубому, мг/г	Содержание зольности, %	Содержание влаги, %
БАУ-А, ГОСТ 6217-74	не менее 1,6	не менее 60	–	не более 6	не более 10
Угли из древесины поражённых лиственниц	3,4-3,6	68-70	–	1,5	1,2-2,0
ОУ-А, ГОСТ 4453-74	–	–	не менее 225	не более 10	не более 10
Угли из древесины поражённых лиственниц	–	–	240-250	1,7	1,2-2,0

Традиционно древесные активные угли получают в две стадии. Сначала на пиролизных предприятиях получают из древесины неактивные древесные угли, затем их отправляют на производства активных углей. Отличие разработанной технологии совмещённого способа пиролиза-активации от традиционной заключается в получении активных углей непосредственно из древесины в одном непрерывно действующем аппарате, исключая промежуточные стадии и сокращая общее количество оборудования. Также в технологии отходящие газы

пиролиза древесины используются в качестве активирующего агента при активировании древесного угля, а газы активации после сжигания отправляются на обогрев зоны активации и зоны пиролиза. Такая технология в сравнении с традиционной позволяет:

- ликвидировать промежуточные стадии перегрузки угля-сырца из углевыжигательного аппарата получения древесного угля в аппарат получения активных углей;

- сократить суммарную продолжительность процесса получения активированных углей из древесины;

- сократить теплотери за счёт исключения стадии охлаждения угля-сырца при выгрузке из аппарата пиролиза и последующего его нагрева в печи активации;

- снизить образование некондиционной угольной мелочи при перегрузках и транспортировках древесного угля (10-15%);

- исключить выделение в окружающую среду вредных парогазов пиролиза за счёт использования их в процессе активации;

- заменить полностью или частично дорогостоящий традиционный активирующий агент – водяной пар парогазами пиролиза древесины, образующимися в совмещённом процессе;

- повысить энергоэкономичность процессов пиролиза и активации за счёт использования тепла от сгорания отходящих газов на совместное проведение этих процессов в одном аппарате [4].

Экологичность технологии заключается в том, что содержание вредных примесей в отработанных газах, выбрасываемых в атмосферу, соответствует их содержанию в отходящих газах от сгорания природного газа и отсутствуют технологические сточные воды и твёрдые отходы. Также такая установка может работать в режиме получения древесных неактивированных углей.

Технология апробирована на пилотной установке получения активных углей, установленной на Красноярском биохимическом заводе [5]. Из отходов древесины были получены опытные партии активных углей [6].

Компактность и экологичность установки позволяет создавать на её основе производства активных углей в лесных районах вблизи источников сырья из очагов поражения леса сибирским шелкопрядом и при необходимости в короткие сроки разборки, перевозки и монтажа установки создавать производство вблизи других очагов поражения леса.

Список литературы

1. В Красноярском крае установлен карантин по десяти вредителям [Электронный ресурс]. URL: <http://krasnoyarsk.rfn.ru/rnews.html?id=123886&cid=7> (дата обращения: 07.09.2018).

2. Петров В.С., Симкин Ю.Я., Крылова О.К. Технология сорбентов и других угольных материалов из отходов растительного происхождения // Химия в интересах устойчивого развития. 1996. Т. 4, № 4-5. С. 389–394.

3. Епифанцева Н.С., Симкин Ю.Я. Оценка качества древесины лиственниц, поражённых сибирским шелкопрядом, как сырья для углежжения // Лесной журнал : изв. вузов. 2009. № 5. С. 120–127.

4. Симкин Ю. Я., Епифанцева Н. С. Снижение затрат тепла и сырья в совмещённом способе получения активных углей // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. по итогам Междунар. науч.техн. конф. / под общ. ред. Е. А. Памфилова ; БГИТА. Брянск, 2013. Вып. 37. С. 198–200.

5. Симкин Ю. Я., Петров В. С. Установка для получения активных углей из лесосечных отходов : тезисы конф. молодых специалистов (29 сентября – 1 октября 1981, г. Горький) / ЦНИЛХИ. Горький, 1981. С. 3–4.

6. Петров В.С., Симкин Ю.Я., Токарева М. Ф. Опытная партия активного угля из лесосечных отходов лиственницы сибирской // Гидролизная и лесохимическая промышленность. 1983. № 3. С. 23.

АНАЛИЗ УРОВНЯ ДОПУСКАЕМЫХ ТЕМПЕРАТУР ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ КАК ОДНОГО ИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИХ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В.А. Синицын, С.П. Кулманакон, А.Г. Кузьмин, С.С. Дорофеева
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова

Аннотация. В статье указывается, что как высокие, так и низкие температуры деталей, ограничивающих пространство камеры сгорания двигателя, имеют для каждой детали свои определенные, безопасные уровни. Показано, что поддержание нормального теплового режима деталей цилиндра-поршневой группы является эффективным способом повышения экологической безопасности, мощностных и экономических показателей двигателей любого типа.

Ключевые слова: *двигатель, поршень, токсичность, теплообмен, температура, теплонапряженность, сажа, окислы азота.*

ANALYSIS OF THE LEVEL OF ALLOWED TEMPERATURES OF ENGINE DETAILS AS ONE OF THE FACTORS DETERMINING THEIR ECONOMIC AND ECOLOGICAL INDICATORS

V.A. Sinitsyn, S.P. Kulmanakov, A.G. Kuzmin, S.S. Dorofeeva
Altai State Technical University after I.I. Polzunov

Abstract. The article states that both high and low temperatures of the parts, limiting the space of the engine combustion chamber, have their own specific, safe levels for each part. It is shown that maintaining the normal thermal conditions of parts of a cylinder-piston group is an effective way to improve environmental safety, power and economic performance of engines of any type.

Keywords: *engine, piston, toxicity, heat transfer, temperature, thermal stress, soot, nitrogen oxides.*

В настоящее время уровень форсирования тепловых двигателей достиг того предела, когда основным фактором, ограничивающим дальнейшее повышение удельных мощностных показателей, моторесурса, улучшение экологиче-

ских характеристик является теплонапряженность деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ).

Если за последние десять лет литровая мощность четырехтактных дизелей увеличилась на 50-80%, то уровень тепловой напряженности, оцененный, например, по критерию А.К. Костина [4], в среднем возрос на 50-60%.

Во время работы двигателя наиболее значительным тепловым нагрузкам подвергаются поршни, головки блока, гильзы и клапаны. Высокая температура деталей приводит к уменьшению зазоров, снижению прочности материалов, повышению градиента температур в теле детали, а, следовательно, и температурных напряжений, а также к увеличению интенсивности образования отложений продуктов окисления и полимеризации масел.

Так, перегрев поршня вызывает зависание колец, схватывание поршня в гильзе, выгорание днища и образование на нем трещин, а перегрев гильзы - ее деформацию, снижение прочности масляной пленки и ускорение старения масла. Следствием перегрева головок блока могут являться трещины перемычек между клапанами, пробой прокладок и нарушение герметичности газового стыка. Перегрев клапанов обуславливает их деформацию, эрозию металла, образование трещин и сколов на фасках, деформацию тарелки.

Особо остро стоит вопрос тепловой напряженности деталей форсированных дизелей с точки зрения обеспечения надежности их работы в условиях эксплуатации.

Первые годы появления в эксплуатации дизелей Д50 с газотурбинным наддувом на отечественных тепловозах (1950-1951) были отмечены очень низкой надежностью работы их поршневой группы. После 5-10 тыс. км. пробега часто возникали задиры поршней и гильз, оплавление головок поршней. Причиной, как выяснилось позднее, явилось пригорание верхних поршневых колец в результате недопустимо высокой температуры поршня в зоне 1-го компрессионного кольца - 270-280°C, при температуре кольца 230-240°C.

Высокий уровень температур зоны колец вызывал интенсивное нагарообразование, в результате чего кольцо полностью теряло подвижность, увеличивался прорыв горячих газов в картер дизеля, ухудшались условия теплоотвода от поршня, возникали задиры деталей ЦПГ.

Исследования, выполненные в [6], показывают, что при попытке увеличить коэффициент запаса крутящего момента дизеля 4ЧН 13/14 при снижении частоты вращения коленчатого вала, т.е. при форсировании двигателя при низких частотах вращения, произошло аварийное разрушение поршня и выпускного клапана (режим $P_e = 1,3$ МПа, $n = 1200$ мин⁻¹), наступившее из-за превышения допустимого предела температур поршня. С увеличением коэффициента запаса крутящего момента с 15 до 35% температура поршня дизеля Д-440 увеличивается в разных точках на 10-20°C.

Исследования теплового состояния высокооборотного 2-тактного двигателя воздушного охлаждения мотопилы "Дружба-4 Электрон", выполненные на кафедре ДВС АлтГТУ [8], показали, что температурное состояние цилиндра двигателя нельзя признать удовлетворительным. Практически на всех режимах

работы система охлаждения не позволяет стабилизировать его температуру в течение длительного времени, при этом в зависимости от нагрузки через 0,5-1 мин. после выхода на режим в отдельных точках измерения температура цилиндра достигает предельных значений ($t \sim 300^{\circ}\text{C}$). Именно уровень температурного состояния и термических градиентов в деталях ограничивает пределы возможной форсировки двигателя.

Так, тепловое состояние клапанного узла (выпускной клапан, седло, направляющая втулка) является одним из определяющих факторов, влияющих на надежную работу узла в условиях эксплуатации, на его ресурс. Эффективным способом повышения надежности узла, как показали расчетные и экспериментальные исследования, проводившиеся на кафедре ДВС НТУ [9], может стать локальное воздушное охлаждение, как отдельных деталей, так и узла в целом (несколько контуров охлаждения). Выбор варианта охлаждения зависит от уровня максимальных температур деталей в эксплуатации, конструктивных особенностей головки цилиндров, приспособленности ДВС и установки в целом к размещению системы локального охлаждения.

Опыт эксплуатации двигателей различного назначения показывает, что как высокий, так и относительно низкий тепловой режим работы двигателей влияет на уровень их надежности. Если повышенный тепловой режим деталей ЦПГ имеет место при высоких нагрузках, высоких температурах охлаждающей жидкости в системе охлаждения и при работе с высокими температурами воздуха на впуске, то при малых нагрузках, низкой температуре в системе охлаждения и низкой температуре на впуске температура деталей ЦПГ может быть значительно ниже той, что отмечается на режимах полной нагрузки.

Практика показывает, что как высокие, так и низкие температуры деталей, ограничивающих “огневое” пространство, имеют для каждой детали свои определенные, безопасные уровни. Установлено, что не менее 30-35% всех неполадок в двигателях (недобор мощности, снижение экономичности, повышенный износ, отказы и даже аварии) вызываются ненормальным (небезопасным) тепловым состоянием всех или отдельных деталей ЦПГ.

Многолетний опыт двигателестроения позволяет рекомендовать следующие безопасные верхние значения температур в характерных точках деталей ЦПГ.

1. Максимальная температура днища поршня со стороны газов:

для поршней из чугуна -	340-400 ⁰ С;
для поршней из легких сплавов -	250-350 ⁰ С;
для поршней из сталей -	400-450 ⁰ С.

При более высоких значениях температуры происходит изменение структуры металла и резкое снижение его механических свойств. Такие температуры могут наблюдаться при зависании иглы распылителя форсунки, нарушении формы факела топлива и изменении его дальности из-за закоксовывания сопел форсунки, ухудшении воздухообеспечения, работе двигателя при высокой температуре окружающего воздуха.

2. Максимальная температура днища поршня со стороны его охлаждения (орошение, галерейное, циркуляционное охлаждение).

При масляном охлаждении, единственно приемлемом для мало- и средне-размерных дизелей (с диаметром цилиндра до 360 мм) указанная температура не должна превышать 190-200⁰С. При более высокой температуре начинается интенсивное старение масла, образование отложений на поверхностях охлаждения, что приводит к перегреву поршня.

3. Температура поршня в зоне первого поршневого кольца определяет состояние масляной пленки и поршневых колец - их упругость, подвижность в канавках. Эта температура над первой канавкой не должна превышать 160-240⁰С, учитывая что лакообразование минеральных масел начинается при температуре 230-250⁰С. Лакообразование приводит к залеганию поршневых колец, перегреву и заклиниванию поршня.

4. Максимальная температура головки цилиндров (обычно в зоне перемычки между клапанами) не должна превышать 340-370⁰С для чугуновых головок.

5. Температура внутренней поверхности гильзы цилиндра на уровне первого поршневого кольца не должна превышать 160-200⁰С. В то же время температура внутренней поверхности не должна быть ниже точки росы водяных паров в продуктах сгорания, которая составляет около 145-150⁰С.

6. Температура выпускных клапанов не должна превышать 650-700⁰С (в центре тарелки) и 400-500⁰С у посадочного пояса и ограничивается высокотемпературной коррозией жаропрочных сплавов, которая, в частности, может привести к неплотной посадке клапанов и их "прогарам".

Перегрев распылителя и зависание иглы влечет за собой существенное ухудшение процесса распыливания топлива, уменьшается угол опережения впрыска, увеличивается продолжительность впрыска, нарушается мелкость распыливания. Это влечет за собой ненормальное протекание процессов смесеобразования и сгорания, увеличение температуры газа на линии расширения, увеличение сажеосодержания, что само по себе способствует увеличению теплового потока в детали ЦПГ (в том числе распылителя) и их перегреву.

Во многих работах [1-10] на основании экспериментальных исследований приводятся предельные значения температур в отдельных точках основных деталей двигателя, образующих его камеру сгорания.

Так, предельные значения температур алюминиевых сплавов для поршня ограничивают величиной 350⁰С, выше которой существенно изменяются механические свойства материалов.

В табл. 1.1 приведены максимальные значения допустимых температур для материалов, применяемых для изготовления поршней и крышек [1].

В качестве иллюстрации к сказанному в табл.1.2 приведены экспериментальные значения температур в характерных точках поршней и крышек дизелей с различными способами смесеобразования.

Таблица 1.1

Материал деталей ЦПГ	Максимально допустимая температура, °С
Алюминиевые сплавы	280 - 320
Серые чугуны	450 - 500
Высокопрочные чугуны	500 -550
Жаростойкие, жаропрочные стали и сплавы	550 - 600

Чрезвычайно важно подчеркнуть одно обстоятельство: исследование температурного состояния деталей ЦПГ на стендах и специально препарированных двигателях и установление при этих испытаниях определенных безопасных температур еще не гарантирует безопасную и надежную эксплуатацию при соблюдении некоторых ограничительных показателей (часового расхода топлива, частоты вращения коленчатого вала, температуры охлаждающей воды на выходе из двигателя, температуры выхлопных газов и т.п.).

В реальных условиях эксплуатации карбюраторных двигателей отмечается значительный разброс по составу бензовоздушной смеси в отдельных цилиндрах одного и того же двигателя (исследования МАДИ), неодинаковость мощности электрической свечи и момента ее образования. У дизелей отмечена неидентичность цикловых топливоподач, углов начала и продолжительности впрыска.

Отмеченные особенности работы двигателей приводят к тому, что даже при одинаковых условиях эксплуатации однотипные двигатели имеют существенно различные мощностные, экономические и ресурсные показатели. Различия в организации рабочего процесса (в том числе и по отдельным цилиндрам одного

Таблица 1.2

Дизель	Материал поршня	Температура поршня, °С				Материал крышки цилиндров	Температура крышки цилиндров, °С
		центр днища	кромка днища	верхнее кольцо	кромка камеры		
6ЧН 12/14	АК-4	235	215	208	285	СЧ24-44	295
6ЧН 15/18	АК-4	250	230	240	-	АК-4	195
4ЧН 15/18	АК-21	290	275	215	-		

6ЧН 13/14	АК-4	320	-	250	280		320
6ЧН 18/22	АК-4	250	237	195	280	СЧ24-44	215
6ЧН 25/34	СЧ24-44	310	350	250	-	СЧ24-44	220
4Ч 8,5/11	АК-4	210	180	170	220	АЛ-9	290

и того же двигателя) приводит к большим различиям в температурном состоянии сходственных деталей, что приводит к форсированному износу в отдельных цилиндрах даже при сохранении косвенных критериев теплонапряженности всего двигателя на приемлемом уровне.

Отмечая важность недопущения высоких температур деталей, следует повторить, что и относительно низкие температуры деталей могут привести к негативным последствиям.

Снижение температуры всех деталей ЦПГ, как уже отмечено выше, наступает при уменьшении нагрузки на двигатель, снижении температуры охлаждающей воды и в ряде других случаев. Многочисленные наблюдения свидетельствуют, что при определенных условиях, часто имеющих место в эксплуатации, снижение температуры деталей ведет к снижению эффективной мощности и экономичности, увеличению износа.

Пониженная температура охлаждающей воды способствует снижению температуры масла на стенках цилиндра, что обуславливает рост потерь на трение пары поршень-втулка, в результате чего значительно снижается экономичность двигателя. При испытаниях дизеля 4Ч 8,5/11 с КС типа ЦНИДИ [7] отмечено, что при уменьшении температуры охлаждающей воды на выходе с 368 до 323К удельный эффективный расход топлива на режиме номинальной мощности возрастает с 246 до 258 г/кВт·ч.

Таким образом, одними из факторов, влияющих на работоспособность деталей ЦПГ, являются не только верхние (критические) значения температур, но и тепловая “недогруженность” элементов тепловоспринимающих поверхностей.

Поверхности деталей, соприкасающиеся с рабочей смесью и отработанными газами, подвергаются их химическому воздействию. Коррозионная стойкость металла в среде горячих газов определяется составом газовой среды, ее температурой и давлением. Как известно, основными продуктами сгорания топлив нефтяного происхождения являются углекислота CO_2 , вода H_2O и окись углерода CO .

Кроме того, в топливе всегда есть различные примеси, присадки, которые в процессе сгорания образуют различные сложные соединения. Особое место среди веществ, способных вызывать интенсивную коррозию поверхностей, занимает сера и различные серосодержащие органические соединения, присутствующие в нефтепродуктах (меркаптаны, сульфиды, тиофены и др.).

По ГОСТ 305-82 в топливах для автотракторных и тепловозных дизелей общее содержание серы не должно превышать 0,5%. В средне-и высоковязких топливах (для средне-и малооборотных двигателей) содержание серы может достигать до 4,5%. При сгорании в цилиндре двигателя все сернистые соединения образуют сернистый и серный ангидриды (SO_2 и SO_3) - высоко коррозионно-агрессивные соединения. При снижении температуры деталей (прежде всего гильзы цилиндра) ниже точки росы происходит конденсация паров воды с образованием кислых растворов - сернистой и серной кислот, а также кислых растворов соединений азота, брома и других элементов, добавленных в топливо специально в виде сложных соединений антидетонаторов, антидымных присадок и т.д.

Специальными исследованиями установлено, что температура конденсации водяного пара из продуктов сгорания прежде всего определяется содержанием SO_3 и SO_2 в них и составляет 120-135°C для бензиновых двигателей и 140-160°C для дизелей с наддувом и растет с увеличением процентного содержания серы в топливе.

Таким образом, поддержание нормального теплового режима деталей ЦПГ, в частности, за счет автоматического регулирования температурного режима в системе охлаждения является эффективным способом повышения долговечности и надежности, повышения мощностных и экономических показателей двигателей любого типа.

Следовательно, необходимо искать тот оптимальный уровень температур деталей ЦПГ, а, следовательно, и теплового состояния двигателя, которые позволят улучшить показатели рабочего процесса, увеличить ресурс двигателя, снизить содержание токсичных компонентов в ОГ и в то же время дадут возможность иметь достаточный запас по отношению к критическому уровню температур деталей КС ДВС.

Список литературы

1. Сеницын, В.А. Критические, предельные, безопасные уровни температур характерных точек деталей ЦПГ по верхнему и нижнему пределу [Текст] : / В.А.Сеницын, И.И.Закомолдин // Повышение эффективности колесных и гусеничных машин многоцелевого назначения. Научн. вестник № 26. - ЧВВАКИУ им. П.А.Ротмистрова. - Челябинск, 2010. - 219 с.
2. Грехов, Л.В. Особенности теплообмена в адиабатных двигателях [Текст] / Л.В.Грехов // Изв. вузов. Машиностроение. - 1989. - N10. - С. 65-69.
3. Кавтарадзе, Р.З. Локальный теплообмен в камерах сгорания дизелей [Текст] : дис. ... докт. техн. наук / Р.З.Кавтарадзе. - Москва, 1991. - 357 с.
4. Костин А.К. Влияние теплозащитных покрытий на тепловыделение и индикаторный КПД [Текст] / А.К.Костин, Д.Д. Матиевский, В.Т. Толстов В // Двигателестроение. - 1979. - N 3. - С. 19-21.
5. Кукис, В.С. Снижение тепломеханической напряженности поршней тракторных дизелей [Текст] / В.С. Кукис, Л.В. Кривошеина : сборник научных

трудов / под ред. Л.В.Нечаева; Алт. Гос. техн. ун-т. – Барнаул : АлтГТУ,1997.- С.22-34.

6. Старков, С.А. Увеличение корректорного запаса крутящего момента дизеля с целью повышения технико-экономических показателей [Текст] : дис. канд. техн. наук. - Чехов,1985. - 241 с.

7. Лебедев, С.В. Формирование конструктивного ряда поршней для типажа высокооборотных форсированных дизелей [Текст] / С.В.Лебедев, Г.В.Лебедева, Д.Д.Матиевский, В.И.Решетов : под ред. Д.Д.Матиевского.-Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003. - 89 с.

8. Сеницын, В.А. Экспериментальное исследование граничных условий теплообмена в цилиндре двигателя 1Д4,8/5,2 [Текст] / В.А.Сеницын, А.А. Балашов, А.Г. Кузьмин // Исследование и совершенствование быстроходных двигателей: Сб. науч. тр./под ред. Л.В.Нечаева. - Барнаул:АлтГТУ,1997. - С. 99-106.

9. Чернышев, Г.Д. Рабочий процесс и теплонапряженность автомобильных дизелей [Текст] / Г.Д. Чернышев, А.С. Хачиян, В.И. Пикус.- Москва: Машиностроение, 1986. - 216 с.

10. Исследование теплопередачи в дизелях [Текст] : сборник статей / под ред. В.И. Балакина. – Ленинград: ЦНИДИ, 1975. – Вып. 69. - 175 с.

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ И ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЦПГ ДИЗЕЛЯ ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА С РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

В.А. Сеницын, А.А. Балашов, К.В. Мамчур, Е.В. Журина
*Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул*

Аннотация. В настоящее время чрезвычайно актуальными являются исследования, связанные с созданием экономичного и малотоксичного рабочего процесса дизеля. Рециркуляция охлаждаемых отработавших газов дизеля приводит к снижению концентрации сажи в отработавших газах, температуры пламени, что в свою очередь является причиной снижения тепловой нагрузки деталей поршневой группы и токсичности выпуска ОГ.

Ключевые слова: теплообмен, отработавшие газы, рециркуляция, сажа, окислы азота, перепуск.

REDUCTION OF TOXICITY AND HEAT CONDITION OF DETAILS OF A DIESEL CYC BY ORGANIZING THE WORKING PROCESS WITH RECYCLING GAS

V.A. Sinitsyn, A.A. Balashov, K.V. Mamchur, E.V. Jurina
Altai State Technical University after I.I. Polzunov, Barnaul

Abstract. Currently, research related to the creation of an economical and low-toxic diesel workflow is extremely relevant. Recirculation of the cooled exhaust gases of a diesel engine leads to a decrease in the concentration of soot in the exhaust gases, flame temperature, which in turn causes a decrease in the thermal load of the piston group parts and toxicity of exhaust emissions.

Keywords: heat transfer, exhaust gases, recirculation, soot, nitrogen oxides, bypass.

На кафедре ДВС АлтГТУ в течение многих лет исследовалась возможность создания экономичного и малотоксичного рабочего процесса дизеля за счет комплекса мероприятий, позволяющих снизить температуру рабочего тела в процессе сгорания – расширения – объединения рециркуляции отработавших газов (ОГ) и присадки воды к рабочему телу [1,2].

Анализ существующих способов организации перепуска ОГ показал, что схема рециркуляции ОГ, основанная на объединении систем выпуска ОГ и впуска свежего заряда (перепуск-замещение), имеет существенный недостаток, так как уменьшает наполнение цилиндра свежим зарядом и по этой причине не может быть распространена на режимы нагрузок более 75% от номинальной, на которых токсичность ОГ для автотракторных двигателей наибольшая. Поэтому в наших исследованиях предпочтение было отдано влиянию перепуска ОГ на сажевыделение и радиационный теплообмен системе перепуска-дозарядки.

Применение перепуска ОГ приводит к увеличению выбросов сажи до $1,5 \text{ г/м}^3$ для номинальной нагрузки, что в несколько раз превышает выбросы сажи штатным двигателем. Добавка же воды для охлаждения перепускаемых ОГ уменьшает выбросы сажи до уровня $0,6 \text{ г/м}^3$, что на 10-15% ниже, чем в штатном двигателе (рисунок 1). Причем такой характер изменения концентрации сажи в ОГ сохраняется во всем диапазоне нагрузок.

Анализируя графики изменения в функции угла поворота коленчатого вала текущей концентрации сажи C , приходим к выводу об идентичном характере изменения величины C для исследуемых комплектаций дизеля 4Ч 10,5/12, что выражается в резком увеличении концентрации сажи во время интенсивного сгорания и достижения максимума к 20° п.к.в.

Максимальное значение концентрации сажи (8 г/м^3) соответствует комплектации с перепуском неохлаждаемых ОГ, минимальное – $5,3 \text{ г/м}^3$ – комплектации с перепуском ОГ, охлаждаемых водой. Таким образом, охлаждение перепускаемых ОГ приводит к резкому снижению концентрации сажи в цилиндре.

Результаты оптического индицирования цилиндра дизеля дают основания сделать вывод о существенном снижении температуры пламени $T_{\text{п}}$ при перепуске ОГ и их охлаждении. Для номинального режима работы дизеля это уменьшение $T_{\text{п}}$ достигает величины 200 – 250 К, причем большие значения соответствуют перепуску ОГ с добавкой воды.

На основании полученных данных об изменении в рабочем цикле дизеля концентрации сажи и температуры пламени по методике, разработанной в [2], были выполнены расчеты радиационного теплового потока, результаты которых представлены на рис. 2.

Величина максимального радиационного теплового потока в цилиндре дизеля при штатной комплектации составляет $4,0 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^2$, минимального - $2,3 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^2$ при перепуске ОГ с охлаждением. Такой характер изменения радиационного теплового потока наблюдается для всех исследованных режимов работы.

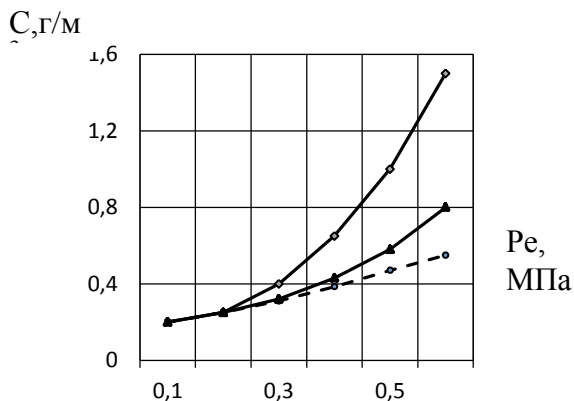


Рисунок 1 –Изменение концентрации сажи в цилиндре дизеля 4Ч 10,5/12 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$: Δ Δ – штатный ДВС; \diamond \diamond - перепуск ОГ; \circ \circ – перепуск охлаждаемых ОГ

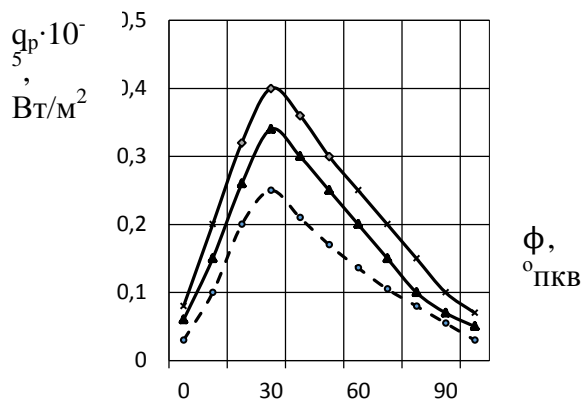


Рисунок 2 – Изменение теплового потока в цилиндре дизеля 4Ч 10,5/12 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$: Δ Δ – штатный ДВС; \diamond \diamond - перепуск ОГ; \circ \circ – перепуск охлаждаемых ОГ

Снижение величины теплового потока в цилиндре дизеля при организации межцилиндрового перепуска охлаждаемых ОГ свидетельствует о некотором снижении уровня тепловой нагрузки деталей камеры сгорания, что подтверждают расчеты температурного состояния поршня методом конечных элементов по методике МГТУ [3]. Так, температуры поршня в центре камеры сгорания и в районе первого поршневого кольца дизеля 4Ч 10,5/12 при реализации перепуска охлаждаемых ОГ по сравнению с штатной комплектацией снизились на 8-12 градусов.

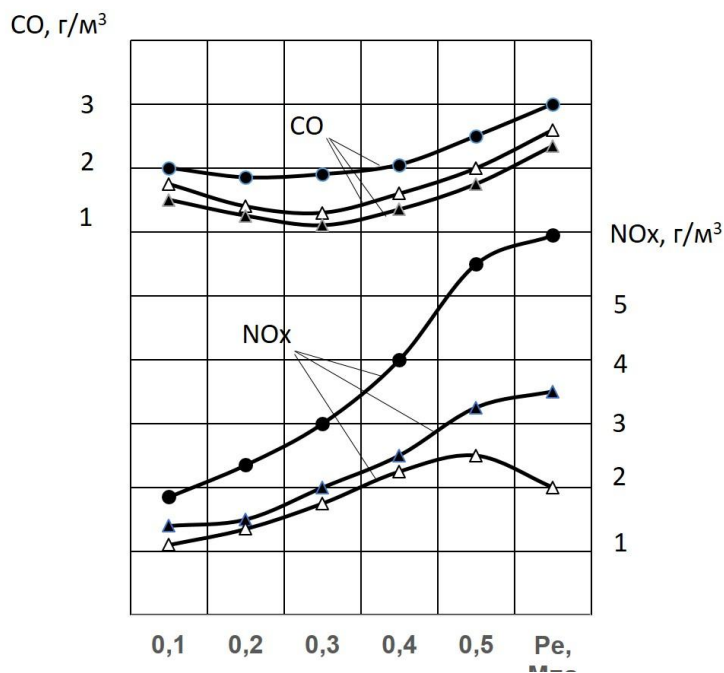


Рисунок 3 – Нагрузочная характеристика 1 ЧН 13/14 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$.
 \bullet \bullet – штатный двигатель;
 Δ Δ – перепуск ОГ;
 \blacktriangle \blacktriangle – перепуск ОГ, охлаждаемых водой

Токсичность ОГ определяется по двум основным компонентам: окислам азота NO_x и окиси углерода СО. Из графика на рисунке 3 видно, что с применением перепуска неохлаждаемых и охлаждаемых ОГ концентрация NO_x по сравнению с штатным двигателем значительно снижается. Такая тенденция изменения NO_x сохраняется во всем диапазоне нагрузок. Наибольшие значения концентрации окислов азота соответствуют режимам средних и особенно высоких нагрузок.

Для номинальной нагрузки содержание NO_x уменьшается с 4,60 г/м³ до 3,1 г/м³, т.е. на 30%. Содержание окиси углерода СО снижается примерно на 0,8 – 1,0 г/м³ во всем диапазоне исследуемых нагрузок.

Выполненные исследования влияния межцилиндрового перепуска отработавших газов на рабочий процесс, сажевыделение и теплообмен дизеля 4Ч 10,5/12 позволяют утверждать, что:

- система перепуска – дозарядки предпочтительнее системы перепуска-замещения по параметрам экономичности, содержания сажи в ОГ и уровня теплового состояния деталей ЦПГ;

- охлаждение перепускаемых ОГ приводит к резкому снижению концентрации сажи и температуры пламени в цилиндре дизеля, что в итоге приводит к значительному (на 15-20%) снижению радиационного теплового потока и температур поршня (на 8-12 К);

- с применением межцилиндрового перепуска неохлаждаемых ОГ токсичность отработавших газов по основным компонентам NO_x и СО уменьшается довольно существенно. Однако при этом имеет место нежелательный рост содержания сажи в ОГ;

- добавка воды к ОГ с целью их охлаждения приводит к резкому уменьшению выбросов сажи в диапазоне нагрузок от P_е до номинальной. Для охлаждения перепускаемых ОГ можно принять количество воды, равное 50% от расходуемого топлива.

Основной причиной таких изменений является организация рабочего цикла с меньшими значениями температур рабочего тела в процессе сгорания, что благоприятно влияет на содержание сажи в ОГ, снижение токсичности и увеличение индикаторного КПД дизеля.

Список литературы

1. Губин, М.А. Снижение вредных выбросов дизеля организацией межцилиндрового перепуска отработавших газов, охлажденных водой [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук / М.А.Губин. - Ленинград, 1986. – 16 с.

2. Повышение топливной экономичности, улучшение экологических показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив [Текст] / Д.Д. Матиевский, М.А. Челябинков, М.А. Губин, В.А. Сеницын // Научно-технический прогресс в машиностроении: тез. докл. - Барнаул, 1987. - С. 31-33.

3. Сеницын, В.А. Постановка и численное решение задачи о локальном радиационном теплообмене в камере сгорания дизеля [Текст] / В.А. Сеницын // Известия вузов. Машиностроение. - 1994. - N7-9. - С. 88-94.

4. Закомолдин, И.И. Критические, предельные, безопасные уровни температур характерных точек деталей ЦПГ по верхнему и нижнему пределу [Текст] / И.И.Закомолдин, В.А.Синицын // Научн. вестник, № 26, ЧВВАКИУ им. П.А.Ротмистрова. - Челябинск, 2010. - 219 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ СИБИРИ

Е.В. Сугак, О.В. Бразговка

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнёва*

Аннотация. Инвестиционная привлекательность промышленных регионов определяется не только наличием соответствующих ресурсов и уровнем развития инфраструктуры, но и уровнем инвестиционных рисков. Высокий инвестиционный потенциал регионов Сибири существенно нивелируется низким инфраструктурным потенциалом и высоким уровнем инвестиционных рисков, в первую очередь – социальных и экологических. В настоящее время практически отсутствуют методики оценки социально-экологических рисков причинения вреда здоровью населения конкретного промышленного региона с учетом его особенностей. Для проверки приемлемости использования методов интеллектуального анализа данных для оценки социально-экологических рисков построены нейросетевые модели, описывающие влияния вредных факторов окружающей среды на здоровье населения Красноярска и Красноярского края.

Ключевые слова: *инвестиционный потенциал, инвестиционный риск, экологический риск, интеллектуальный анализ данных.*

ENVIRONMENTAL SECURITY AND INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF THE INDUSTRIAL REGIONS OF SIBERIA

E.V. Sugak, O.V. Brazgovka

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

Abstract. Investment attractiveness of industrial regions is determined not only by the availability of appropriate resources and level of development of infrastructure, but also the level of investment risk. High investment potential regions of Siberia substantially outweighed by low infrastructural capacity and a high level of investment risk, especially social and environmental. Currently, there are almost no techniques for assessment of the socio-environmental risks of harm to the health of the population of a specific industrial region with consideration for its peculiarities. For verifying the acceptability of the use of data mining techniques for the assessment of the socio-environmental risks constructed neural network models describing the influence of harmful environmental factors on the health of the population of Krasnoyarsk Wednesday and Krasnoyarsk Krai.

Keywords: *investment potential, investment risk, environmental risk, data mining.*

Одна из основных задач, стоящих перед современным обществом, - создание благоприятных условий для интенсификации экономического роста и повышения качества жизни населения. Решение этой задачи возможно путем привлечения инвестиций в реальный сектор экономики. Объем и темпы роста инвестиций являются индикаторами инвестиционной привлекательности как страны в целом, так и её регионов. Инвестиционная привлекательность региона

играет огромную роль в системе комплексной оценки эффективности функционирования региональной экономики и конечного результата ее функционирования - повышения качества и рост уровня жизни населения.

Главными факторами, определяющими инвестиционную привлекательность регионов, являются инвестиционный потенциал и инвестиционный риск (рис.1) [1].

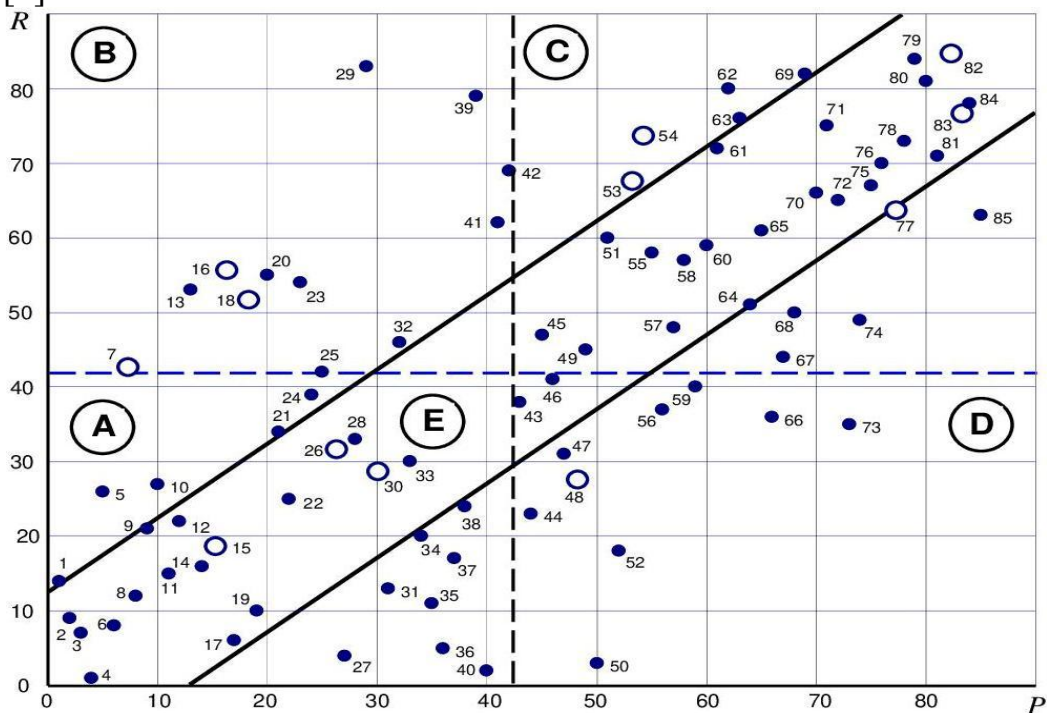


Рис. 1. Инвестиционный рейтинг российских регионов по рангам потенциала P и риска R :

1 - г.Москва; 2 - Московская обл.; 3 - г.Санкт-Петербург; 4 - Краснодарский край; 5 - Свердловская обл.; 6 - Республика Татарстан; 7 - Красноярский край; 8 - Нижегородская обл.; 9 - Ростовская обл.; 10 - Челябинская обл.; 11 - Республика Башкортостан; 12 - Самарская обл.; 13 - Пермский край; 14 - Ханты-Мансийский АО; 15 - Новосибирская обл.; 16 - Кемеровская обл.; 17 - Белгородская обл.; 18 - Иркутская обл.; 19 - Воронежская обл.; 20 - Республика Саха (Якутия); 21 - Приморский край; 22 - Ставропольский край; 23 - Волгоградская обл.; 24 - Саратовская обл.; 25 - Ямало-Ненецкий АО; 26 - Алтайский край; 27 - Ленинградская обл.; 28 - Оренбургская обл.; 29 - Республика Дагестан; 30 - Омская обл.; 31 - Тюменская обл.; 32 - Хабаровский край; 33 - Калининградская обл.; 34 - Калужская обл.; 35 - Тульская обл.; 36 - Курская обл.; 37 - Владимирская обл.; 38 - Ярославская обл.; 39 - Республика Крым; 40 - Липецкая обл.; 41 - Удмуртская Республика; 42 - Мурманская обл.; 43 - Брянская обл.; 44 - Пензенская обл.; 45 - Ульяновская обл.; 46 - Тверская обл.; 47 - Сахалинская обл.; 48 - Томская обл.; 49 - Смоленская обл.; 50 - Тамбовская обл.; 51 - Архангельская обл.; 52 - Рязанская обл.; 53 - Республика Бурятия; 54 - Забайкальский край; 55 - Республика Коми; 56 - Чувашская Республика; 57 - Вологодская обл.; 58 - Астраханская обл.; 59 - Кировская обл.; 60 - Ивановская обл.; 61 - Республика Карелия; 62 - Республика Северная Осетия - Алания; 63 - Кабардино-Балкарская Республика; 64 - Орловская обл.; 65 - Псковская обл.; 66 - Новгородская обл.; 67 - Республика Мордовия; 68 - Амурская обл.; 69 - Чеченская Республика; 70 - Курганская обл.; 71 - Камчатский край; 72 - Костромская обл.; 73 - Республика Марий Эл; 74 - Республика Адыгея; 75 - г.Севастополь; 76 - Магаданская обл.; 77 - Республика Хакасия; 78 - Карачаево-Черкесская Республика; 79 - Республика Ингушетия; 80 - Чукотский АО; 81 - Еврейская АО; 82 - Республика Тыва; 83 - Республика Алтай; 84 - Республика Калмыкия; 85 - Ненецкий АО.

На рисунке 1 область построения разделена на четыре квадранта (кластера) по рангам инвестиционного потенциала P и инвестиционного риска R соответствующих регионов России. Соответственно, все 85 регионов разделены на 4 группы: группа **A** – регионы с высоким инвестиционным потенциалом ($P = 1 \div 42$) и низким инвестиционным риском ($R = 1 \div 42$); группа **B** – регионы с высоким инвестиционным потенциалом ($P = 1 \div 42$) и высоким инвестиционным риском ($R = 43 \div 85$); группа **C** – регионы с низким инвестиционным потенциалом ($P = 43 \div 85$) и высоким инвестиционным риском ($R = 43 \div 85$); группа **D** – регионы с низким инвестиционным потенциалом ($P = 43 \div 85$) и низким инвестиционным риском ($R = 1 \div 42$).

Кроме того, на рисунке 1 выделена диагональная область и, соответственно, группа регионов **E**, у которых инвестиционный потенциал примерно соответствует уровню инвестиционных рисков и разность рангов потенциала и риска не превышает 12 единиц по модулю.

Приведенная классификация регионов по рангам потенциала P и риска R и их соотношению при всей ее условности позволяет выявить, с одной стороны, наиболее привлекательные и, с другой стороны, наиболее проблемные регионы.

Регионы Сибирского федерального округа (СФО) существенно отличаются друг от друга как по инвестиционному потенциалу (таблица 1), так и по уровню инвестиционных рисков (таблица 2). При этом 12 регионов СФО можно условно разделить на три группы:

- регионы, у которых инвестиционный потенциал примерно соответствует уровню инвестиционных рисков и, соответственно, разность рангов потенциала и риска не превышает 12 единиц по модулю - Новосибирская обл. (точка 15 на рисунке 1), Алтайский край (26), Омская обл. (30), Республики Тыва (82) и Алтай (83);

- регионы, у которых рейтинг инвестиционного потенциала существенно ниже рейтинга инвестиционных рисков и разность рангов выше 12 единиц, при этом у Томской области (точка 48) средний рейтинг инвестиционного потенциала сочетается с высоким рейтингом инвестиционных рисков, а у Республики Хакасия (77) достаточно низкие оба показателя;

- регионы, у которых рейтинг инвестиционного потенциала существенно выше рейтинга инвестиционных рисков и разность рангов ниже минус 12 единиц, при этом у Красноярского края (точка 7), Кемеровской (16) и Иркутской (18) областей высокий рейтинг инвестиционного потенциала сочетается с низким рейтингом инвестиционных рисков, то у Республики Бурятия (53) и Забайкальского края (54) достаточно низкие оба показателя.

Например, Красноярский край по инвестиционному потенциалу в целом занимает высокое 7 место, а по природно-ресурсному потенциалу – 1-е место, тогда как по инвестиционным рискам в целом – только 43-е место, по экологическому риску – 78-е место, по социальному – 57-е место [1]. То есть высокий в целом инвестиционный потенциал Красноярского края существенно нивелируется низким инфраструктурным потенциалом и высоким уровнем рисков, в первую очередь – социально-экологических (рис.1, точка 7).

Таблица 1

Инвестиционный потенциал регионов СФО

Место (СФО)	Ранг (РФ)	Регион	Ранги составляющих инвестиционного потенциала									Разность рангов потенциала и риска
			Трудовой	Потребительский	Производственный	Финансовый	Институциональный	Инновационный	Инфраструктурный	Природно-ресурсный	Туристический	
1	7	Красноярский край	14	14	15	11	13	16	78	1	9	-36
2	15	Новосибирская обл.	13	16	20	17	9	6	49	40	32	-4
3	16	Кемеровская обл.	17	18	16	19	26	37	53	4	36	-40
4	18	Иркутская обл.	20	23	18	15	20	20	74	7	13	-34
5	26	Алтайский край	24	24	33	28	30	13	44	23	25	-6
6	30	Омская обл.	26	21	17	24	21	27	60	43	64	1
7	48	Томская обл.	37	60	44	50	45	10	82	37	79	20
8	53	Республика Бурятия	55	58	65	59	65	63	79	10	15	-15
9	54	Забайкальский край	64	52	64	57	62	74	70	9	43	-20
10	77	Республика Хакасия	75	74	67	73	70	81	67	32	78	13
11	82	Республика Тыва	80	80	83	80	82	78	84	31	72	-3
12	83	Республика Алтай	82	82	84	83	81	83	81	60	50	6

Таблица 2

Инвестиционный риск регионов СФО

Место (СФО)	Ранг (РФ)	Регион	Ранги составляющих инвестиционного риска						Разность рангов потенциала и риска
			Социальный	Экономический	Финансовый	Криминальный	Экологический	Управленческий	
1	19	Новосибирская обл.	44	13	9	39	41	50	-4
2	28	Томская обл.	64	35	19	27	58	12	20
3	29	Омская обл.	42	8	21	73	56	59	1
4	32	Алтайский край	55	40	23	31	42	58	-6
5	43	Красноярский край	57	21	28	44	78	43	-36
6	52	Иркутская обл.	68	26	17	59	72	61	-34
7	56	Кемеровская обл.	33	66	54	33	73	32	-40
8	64	Республика Хакасия	60	60	61	48	52	55	13
9	68	Республика Бурятия	75	19	75	69	67	45	-15
10	74	Забайкальский край	71	70	73	80	75	53	-20
11	77	Республика Алтай	78	73	81	41	57	10	6
12	85	Республика Тыва	85	48	83	64	62	78	-3

Среди 12 регионов Сибирского федерального округа (СФО) Красноярский край по инвестиционному потенциалу в целом занимает 1 место, по природно-ресурсному потенциалу – 1-е место, тогда как по инвестиционным рискам в целом – только 5 место, а по экологическому риску – последнее (таблицы 1 и 2).

Таким образом, можно считать, что Красноярский край находится в числе одних из самых перспективных, но достаточно «рискованных» регионов.

По разнице рангов инвестиционного потенциала и риска в 2015 году Красноярский край с показателем -36 находился в числе аутсайдеров (81 место) и опережал только Республику Дагестан (-54), Пермский край (-40), Кемеровскую обл. (-40) и Республику Крым (-40) (см. табл.2). Среди регионов Сибирского федерального округа Красноярский край по этому показателю занимает предпоследнее место, опережая только Кемеровскую обл. (-40), немного отстает от Иркутской области (-34) и существенно отстает от лидера – Томской области (+20) (таблица 3).

Следовательно, фундаментальной основой обеспечения устойчивого социально-экономического развития региона продолжает оставаться оптимизация социально-экологических рисков [2,3].

Здоровье человека определяется факторами наследственности, факторами качества жизни и факторами окружающей среды. Вклад каждого фактора в возникновение и развитие заболеваний очень изменчив и зависит от вида заболеваний, состояния здравоохранения и уровня социально-экономического развития общества. По обобщенным оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) средний удельный вес влияния отдельных факторов на состояние здоровья населения составляет [4]: образ жизни – 49 - 53%; генетические и биологические факторы – 18 - 22%; окружающая среда – 17 - 20%; состояние здравоохранения – 8 - 10%. Эти оценки являются ориентировочными и вклад тех или иных факторов (в том числе – экологических) в формирование показателей здоровья населения различных регионов страны будет значительно различаться (таблица 3) [2].

Однако в настоящее время практически отсутствуют методы количественной статистически достоверной оценки техногенных социально-экологических рисков причинения вреда здоровью населения региона [5 - 7]. Существующие методы, как правило, основаны на масштабных долгосрочных и дорогостоящих медико-биологических и эпидемиологических исследованиях и не учитывают специфические для конкретного региона факторы - географические и природно-климатические условия, уровень промышленного и социально-экономического развития, особенности социальной структуры и образа жизни населения, уровень развития системы медицинского обслуживания и другие факторы.

Анализ и сравнение существующих методов показывают, что только комбинирование классических методов и методов интеллектуального анализа данных может позволить полноценно оценить влияние вредных факторов окружающей среды на здоровье населения региона [6 - 9].

Таблица 3

Рейтинг регионов СФО по уровню загрязнений и воздействий на окружающую среду

Место (СФО)	Ранг (РФ)	Регион	Ранги составляющих			
			Загрязнение воздуха	Загрязнение водоемов	Нарушение экосистем	Охрана экосистем
1	3	Республика Тыва	26	9	17	20
2	4	Республика Бурятия	24	18	22	23
3	5	Иркутская обл.	59	27	19	58
4	12	Республика Хакасия	70	7	36	21
5	24	Красноярский край	88	28	25	49
6	29	Забайкальский край	16	19	20	75
7	35	Томская обл.	77	31	21	70
8	49	Алтайский край	43	21	67	68
9	53	Новосибирская обл.	74	22	45	52
10	59	Омская обл.	71	36	54	71
11	63	Кемеровская обл.	82	61	42	9
		Республика Алтай	-	-	-	-

Перспективным при построении зависимости «доза-эффект» представляется использование нейросетевых моделей, которые позволяют разрабатывать эффективные компьютерные системы анализа и прогнозирования смертности и заболеваемости при изменении факторов окружающей среды [10 - 12].

Для оценки экологических рисков построены нейросетевые модели, описывающие влияние вредных факторов на здоровье населения Красноярска и Красноярского края [10 - 13]. В качестве индикаторов состояния окружающей среды использовались концентрации и объемы выбросов в атмосферу основных загрязняющих веществ, в качестве индикаторов здоровья - данные о первичной заболеваемости, смертности и продолжительность жизни.

Расчеты показывают, что нейросетевые модели удовлетворительно описывают исходные данные – погрешность по различным показателям здоровья населения составила от 0,4 до 4,7% [10 - 13].

Полученные результаты позволяют определить зависимости «доза-эффект» для отдельных компонентов окружающей среды и дают возможность создания комплексной количественной статистически достоверной методики интеллектуального анализа и прогнозирования социально-экологических рисков населения конкретного промышленного региона по имеющимся базам данных мониторинга выбросов и концентраций загрязняющих веществ и состояния здоровья населения [13 - 14].

Однако по результатам выполненных работ наряду с достоинствами выявлены и недостатки предложенного подхода с использованием стандартных методов интеллектуального анализа данных и искусственных нейронных сетей. В

частности, выявлена высокая чувствительность построенных моделей к качеству, количеству, структуре и полноте исходных статистических данных [14, 15]. Вследствие этого, например, при расширении номенклатуры контролируемых или измеряемых загрязняющих веществ необходимо перестраивать искусственную нейронную сеть.

Для преодоления этих недостатков разработан метод автоматизированного проектирования коллективных технологий интеллектуального анализа данных, основанный на самонастраивающихся эволюционных алгоритмах и искусственных нейронных сетях, коллективный самонастраивающийся бионический метод решения сложных задач оптимизации и основанные на нем методы проектирования технологий анализа данных [15 - 17].

Таким образом, разрабатываемые нейросетевые модели позволят по имеющимся базам данных мониторинга выбросов и концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и состоянии здоровья населения автоматически получать зависимости, отражающие причинно-следственные связи между показателями загрязнения окружающей среды и индикаторами состояния здоровья населения (заболеваемости, смертности, продолжительности жизни и другими). Модели значительно упростят и ускорят оценку и прогноз развития социально-экологической обстановки на территории в результате техногенного воздействия на окружающую среду и здоровье населения без масштабных клинических биомедицинских исследований.

Интерпретация полученных результатов позволит оценить реальную или предполагаемую социально-экономическую эффективность реализованных или планируемых технических, технологических, административно-хозяйственных и управленческих решений в промышленном и социально-экономическом развитии промышленного региона и управлении охраной окружающей среды, даст возможность обоснования программ социально-экономического развития региона, разрабатывать региональные нормативы качества окружающей среды.

При появлении новых данных в условиях изменения окружающей среды полученные модели могут быть легко скорректированы путем «доучивания». При соответствующем «обучении» и настройке модель может быть адаптирована к изменяющимся социально-экологическим условиям любого промышленного региона России с учетом его специфических особенностей - географических и природно-климатических условий, уровня промышленного и социально-экономического развития региона, особенностей социальной структуры и образа жизни населения, уровня развития системы медицинского обслуживания и других факторов [14 - 17].

Список литературы

1. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов 2015 года. Обзор. - М.: «Эксперт РА», 2016. - 30 с.
2. Каранина Е.В., Вершинина Н.А. Экологические риски регионов России. - Вестник Московского финансово-юридического университета, 2016, № 2, с.21-38.

3. Сугак Е.В., Бразговка О.В., Бельская Е.Н. Техногенные социально-экологические риски населения промышленного региона.- Актуальные направления научных исследований начала XXI века. - Ростов-на-Дону, 2015, с.13-24.
4. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Окружающая среда и здоровье населения: Региональная экологическая политика. - М.: ЦЭПР, 2003. - 149 с.
5. Сугак Е.В. Современные методы оценки экологических рисков. - *European Social Science Journal*, 2014, т.2, № 5, с.427-433.
6. Сугак Е.В., Окладникова Е.Н., Ермолаева Л.В. Информационные технологии управления социально-экологическим риском.- *Вестник СибГАУ*, 2008, вып.4(21), с.87-91.
7. Сугак Е.В., Окладникова Е.Н., Кузнецов Е.В. Вычислительные и информационные технологии анализа и оценки социально-экологических рисков. - *Экология и промышленность России*, 2008, № 8, с.24-29.
8. Сугак Е.В., Кузнецов Е.В., Назаров А.Г. Информационные технологии оценки экологической безопасности. - *Горный информационно-аналитический бюллетень*, 2009, т.18, № 12, с.39-45.
9. Furze J.N., Swing K., Gupta A.K., McClatchey R.H., Reynolds D.M. (Eds.) *Mathematical Advances Towards Sustainable Environmental Systems*. - Springer International Publishing, Switzerland, 2017. - 355 p.
10. Потылицына Е.Н., Липинский Л.В., Сугак Е.В. Использование искусственных нейронных сетей для решения прикладных экологических задач.- *Современные проблемы науки и образования*, 2013, № 4, с.51-58.
11. Потылицына Е.Н., Сугак Е.В. Оценка социально-экологических рисков населения с использованием искусственных нейронных сетей. - *Экологический риск. Мат. IV Всероссийской научной конф.* – Иркутск, 2017, с.325-327.
12. Потылицына Е.Н., Сугак Е.В. Прогнозирование ожидаемой продолжительности жизни населения с использованием искусственных нейронных сетей. - *Нейроинформатика, её приложения и анализ данных: Материалы XXV Всероссийского семинара*. - Красноярск: Институт вычислительного моделирования СО РАН, 2017, с.43-48.
13. Бельская Е.Н., Сугак Е.В., Бразговка О.В. Расчет и прогнозирование индивидуального риска смерти населения промышленного региона. - *Безопасность в техносфере*, 2016, № 4, с.18-22.
14. Сугак Е.В. Инвестиционная привлекательность и социально-экологические риски Красноярского края. – *Наука Красноярья*, 2017, т.6, № 4-2, с.146-151.
15. Хритоненко Д.И., Семенкин Е.С., Сугак Е.В., Потылицына Е.Н. Решение задачи прогнозирования экологического состояния города нейрорезольвционными алгоритмами.- *Вестник СибГАУ*, 2015, т.16, № 1.- с.137-142.
16. Хритоненко Д.И., Семенкин Е.С., Потылицына Е.Н., Сугак Е.В. Проектирование коллективов нейросетевых предикторов экологического состояния города самоконфигурируемыми эволюционными алгоритмами. - *Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2014)*. - Кемерово, 2014, с.438-439.

17. Хритоненко Д.И., Семенкин Е.С., Сугак Е.В., Потылицына Е.Н. Автоматическое генерирование нейросетевых моделей в задаче прогнозирования уровня заболеваемости населения. - XIV Национальная конференция по искусственному интеллекту (КИИ-2014). - Казань, 2014, с.276-285.

УТИЛИЗАЦИЯ БЕЛКОВЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ МИКРООРГАНИЗМАМИ, ВЫДЕЛЕННЫМИ ИЗ СТОЧНОЙ ВОДЫ КОЖЕВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В.С. Ткачев, А.Ю. Рогожкин, А.А. Тихонова, И.В. Владимцева
Волгоградский государственный технический университет

Аннотация. В работе приведены экспериментальные результаты изучения возможности утилизации белковых веществ бактериальным штаммом *Bacillus subtilis* ВГТУ 05, выделенным из сточных вод кожевенного предприятия. Опыты проведены в жидкой синтетической питательной среде с различными концентрациями белка. Показана прямая зависимость концентрации биомассы от количества белка в среде.

Ключевые слова: биологическая очистка сточных вод, белковые загрязнения, микроорганизмы-деструкторы.

UTILIZATION OF ALBUMINOUS POLLUTANTS BY MICROORGANISMS ISOLATED FROM THE WASTE WATER OF A TANNERY

V.S.Tkachev, A.Yu. Rogozhkin, A.A.Tikhonova, I.V. Vladimtseva
Voigograd State Technical University

Abstract. The paper presents the experimental results of studying the possibility of utilization of protein substances by the bacterial stamm of *Bacillus subtilis* VSTU 05, which was isolated from the waste water of a leather enterprise. The experiments were carried out in a liquid synthetic nutrient medium with different concentrations of protein. The direct dependence of the concentration of microbial biomass on the amount of protein in the medium was shown.

Keywords: biological waste water treatment, protein contaminants, destructor microorganisms.

Сточные воды кожевенных заводов и меховых фабрик содержат значительное количество опасных загрязнителей, поэтому их относят к группе токсичных и высококонцентрированных [1,2]. Содержание токсикантов настолько велико, что при поступлении таких сточных вод в окружающую среду могут произойти необратимые процессы, вплоть до полного разрушения сложившейся экосистемы [3]. Сточные воды кожевенно-меховых предприятий характеризуются высокими показателями минеральных загрязнителей, ХПК, БПК, взвешенных веществ и др. Благодаря наличию значительного количества органических примесей, в том числе белковых веществ, стоки подвержены загниванию.

В настоящее время основным способом очистки сточных вод от органических соединений является биологический метод, основанный на биодеградации загрязнителей микроорганизмами, использующими органические и минеральные вещества в качестве источников питания и энергии. Биологические методы

всё более активно применяются для решения проблем охраны окружающей среды и восстановления нарушенных экосистем. Эффективность биологической очистки сточных вод в первую очередь связана со скоростью роста и ферментативной активностью бактериальных штаммов, осуществляющих биодegradацию токсикантов. В связи с этим научные исследования, направленные на изучение утилизирующей способности бактериальных культур-деструкторов являются весьма актуальными.

Целью данной работы являлось изучение способности утилизировать белок бактериальным штаммом-деструктором, выделенным из сточной воды кожевенного предприятия.

В экспериментах был использован штамм *Bacillus subtilis* ВГТУ 05, выделенный из коллектора отстойника сточной воды кожевенного завода «Шеврет» г. Волгограда [4]. Ранее нами было установлено, что данная культура осуществляет осветление сточной воды кожевенного предприятия в 15-24 раза и снижает рН от сильнощелочного значения (8,8) до нейтрального (7,2) [5]. Выбранный штамм отличается повышенными ростовыми характеристиками и депонирован в Государственной коллекции патогенных микроорганизмов и клеточных культур ФБУН ГНЦ ПМБ («ГКПМ-Оболенск») (свидетельство № 96 от 11.11.2015, штамм № В-7837).

Исследование возможности биодegradации белковых веществ осуществляли, выращивая бактериальный штамм *Bacillus subtilis* ВГТУ 05 в жидкой синтетической питательной среде, содержащей в качестве единственного источника углерода различные концентрации бычьего сывороточного альбумина (БСА). Основу синтетической среды составляли минеральные компоненты (%): NH_4NO_3 - 0,3; MgSO_4 - 0,05; NaSO_4 - 0,01; NaCl - 0,5; CaCl_2 - 0,01; MnSO_4 - 0,01. Среду стерилизовали автоклавированием при 1 атм в течение 15 мин. Белковый раствор стерилизовали фильтрационным методом и соединяли с минеральными компонентами непосредственно перед началом эксперимента.

Методика постановки опытов заключалась в следующем. Жидкую синтетическую минеральную среду в объеме 3 мл разливали в стерильные пробирки. В первую пробирку вносили 3 мл 10% раствора БСА и проводили разведение концентрации в последующих пробирках путем двукратного титрования. В качестве контрольного образца использовали синтетическую питательную среду, не содержащую белковый ингредиент. Во все пробы засеивали бактериальную культуру *Bacillus subtilis* ВГТУ 05, внося в каждую пробирку по 0,1 мл бактериальной взвеси с концентрацией 10^9 микробных клеток в 1мл. Посевы инкубировали в течение 24 часов при температуре 37°C. Интенсивность роста и накопления биомассы микроорганизмов оценивали фотоколориметрическим методом на приборе КФК-2-УХЛ-4.2. при длине волны 540 нм в кюветах с длиной оптического пути 5,065 мм. Опыт ставили в 5 повторностях. Результаты экспериментов представлены на рис.1.

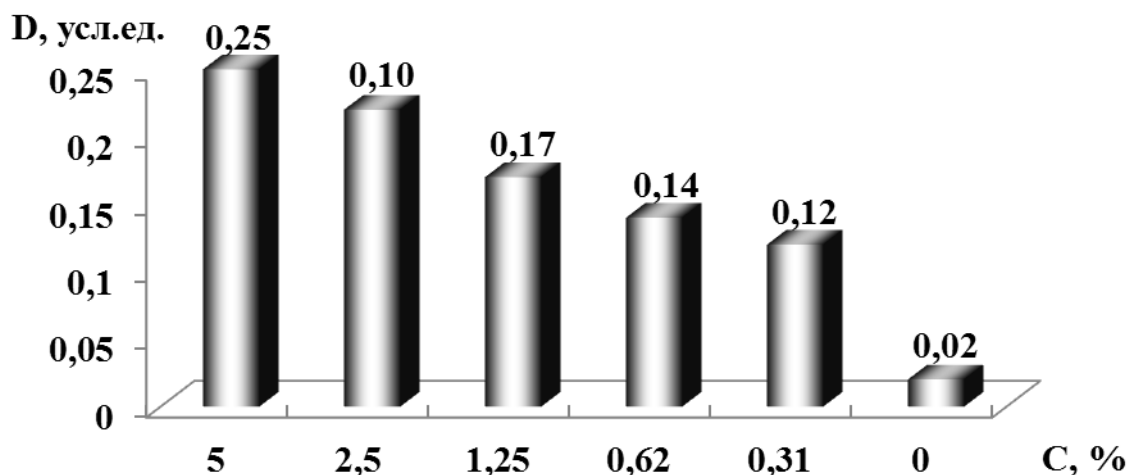


Рис.1. Оптическая плотность взвесей штамма *Bacillus subtilis* BGTY 05, полученных после выращивания культуры на синтетических питательных средах с различной концентрацией БСА

Приведенные на рис.1 результаты свидетельствуют, что культура *Bacillus subtilis* BGTY, выделенная из сточных вод кожевенного предприятия, утилизирует белковый ингредиент питательной среды, т.е. обладает протеолитической активностью. При этом оптическая плотность бактериальных взвесей и, соответственно, концентрация биомассы бактериального штамма прямо пропорциональна содержанию БСА в среде культивирования.

Таким образом, осветление сточной воды кожевенного завода в результате использования штамма *Bacillus subtilis* BGTY 05, вероятно, связано с утилизацией содержащихся в ней белковых веществ. Полученные экспериментальные результаты подтверждают возможность использования данного штамма для конструирования биопрепарата, осуществляющего очистку сточных вод кожевенных производств.

Список литературы

1. Смирнов, В.И. Экологические проблемы развития кожевенной промышленности // Кожевенно-обувная промышленность. 1994. №9. С. 42-44.
2. Александров, В.И. Повышение эффективности очистки сточных вод кожевенного и мехового производства / В.И. Александров, П.А. Гембицкий, Н.Е. Кручинина и др. // Экология и промышленность. 2002. №10. С 36-37.
3. Артемов, А.В. Производство изделий из кожи: проблемы экологии / А.В. Артемов // Экология и промышленность. 2004. № 2. С 32-35.
4. Владимцева, И.В. Исследование бактериального штамма для очистки сточных вод кожевенного производства / И.В. Владимцева, Н.В. Герман // Экологические проблемы урбанизированных территорий: матер. Всерос. конф. (г. Пермь, 16-18 март 2011 г.) / ГОУ ВПО «Пермский гос. техн. ун-т». – Пермь. 2011. С. 40-44.

5. Герман, Н. В. Лабораторное моделирование биологической очистки сточных вод кожевенного производства / Н. В. Герман, И. В. Владимцева, И. В. Соколова, С. Н. Орлова // *Естественные и технические науки*. 2014. № 4. С. 32-35.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕРЕВЬЕВ В ГОРЕЛЬНИКАХ

С.В. Фокин¹, О.Н. Шпортко²

¹-ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова»

²-ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Ю.А.Гагарина»

Аннотация. В статье рассматривается направление практического использования повреждённых деревьев огнём в результате воздействия лесного пожара. Данное направления использования низкокачественной древесины горельников основана на измельчении сохранившейся древесины мобильными дисковыми рубительными машинами. В результате измельчения производится щепа, которая может быть использована для производства строительных материалов и в качестве энергетического материала.

Ключевые слова: Горельники, энергетическая древесина, топливная щепа, мобильная дисковая рубительная машина.

THE PRACTICAL USE OF TREES IS IN BURN WOOD

S.V. Fokin¹, O.N. Sportko²

¹*Saratov state agricultural university,*

²*Saratov state technical university*

Summary. In the article direction of the practical use of the damaged trees is examined by a fire as a result of influence of forest fire. Given directions of the use of bad quality wood of burn wood based on growing of the saved wood by mobile cutter-type. As a result of growing shallow wood chips that can be used for the production of building materials and as power material are produced.

Keywords: Burn wood, power wood, fuel wood chips, mobile cutter-type chipper.

Изучение влияния пожаров на лес необходимо для рационального использования горельников и освоения гарей. Последствия лесных пожаров всегда имеют негативный характер. Неконтролируемое распространение огня наносит экономически значимый урон, но и ведет к непоправимым последствиям для экосистемы лесов. Выгорание обширных площадей леса вызывает радикальное изменение экосистем пострадавшего региона, что в итоге может повлечь за собой непредсказуемый результат [1].

К негативным последствиям лесного пожара можно отнести: преобразование видового разнообразия биоценоза, появление риска полного исчезновения на территории возгорания редких пород деревьев, изменение состава почвы и ее водного режима, локальное изменение круговорота углерода и азотистых соединений.

С начала 2018 года в России зафиксировано 438 лесных пожаров общей площадью 77,9 тысячи гектаров. От 50 до 90% ежегодно охватываемой огнем площади лесов приходится на несколько регионов страны с экстремальными погодными условиями, к которым относится территория Саратовской области. До 95% всей охватываемой огнем площади лесов приходится на крупные пожары, число которых не превышает 5% от общего количества загораний в лесах.

За семь месяцев 2018 года в Саратовской области произошло 73 лесных пожара на общей площади 1200 гектаров. При этом за тот же период 2017 года было всего 10 лесных пожаров на площади 22,7 га [2]. В соответствии с информацией министерства по чрезвычайным ситуациям Саратовской области, превышение числа возгораний в лесу с аналогичным периодом прошлого года составило более чем в семь раз. Главными причинами возгораний являлись засуха и человеческий фактор. За прошедшие 100 лет среднегодовая температура воздуха в Саратовской области повысилась на 1°C. В среднем, на ее территории за год выпадает 505 мм атмосферных осадков. Меньше всего их выпадает в марте и октябре, а более значительное количество в июле.

Крупный лесной пожар комплексное явление с большим количеством факторов, влияющих на его возникновение и развитие. Основными факторами являются: наличие горючих материалов, рельеф местности, погодные условия, время года и человеческий фактор.

В лесу имеется на две основные группы горючих материалов: - легковоспламеняющиеся и быстрогорящие (сухая трава, мхи, лишайники, отмершие листья, хвоя, мелкие ветки, сучья). Они обеспечивают быстрое распространение огня и служат воспламенителями для медленновоспламеняющихся материалов;

- медленновоспламеняющимся относится валежник, пни, нижние слои лесной подстилки, кустарники и деревья. Эта группа горючих материалов при горении выделяет большое количество тепла и способствует развитию и усилению действия пожара.

От пожарной зрелости (сухости) материалов, их количества, зависит скорость и интенсивность горения, особую опасность представляет мертвый запас горючих материалов (валежник, порубочные остатки). Рельеф местности оказывает влияние на направление и скорость распространения горения [1,2].

Погодные условия способствуют распространению огня, стабилизируя и уменьшая горение. Сухая жаркая погода создает наиболее благоприятные условия для возникновения и распространения огня. Время года (весна, лето, осень) влияет на интенсивность развития лесных пожаров.

Человеческий фактор способствует возникновению пожаров при неосторожном обращении с огнем и нарушении правил пожарной безопасности (не затушенные костры, небрежное обращение с огнем, транспортные средства без искрогасителей, производство работ без учета пожарной обстановки) [1].

Наиболее важным вопросом, возникающим после лесного пожара, является правильное определение жизнеспособности экосистемы территории леса после воздействия на нее огнем. В результате воздействия лесного пожара проис-

ходит повреждение всех элементов лесного сообщества[1]. Самое долгое восстановление после воздействия огня у деревьев.

Учет повреждений, определение потерь древесины и других потерь производится сразу после ликвидации пожара. С этой целью определяются и уточняются местонахождение и величина выгоревшей площади (в том числе лесной и покрытой лесной растительностью), преобладающая порода и средний ее диаметр в поврежденных огнем древостоях, составляется схематический чертеж пожарища с привязкой его границ к ближайшим просекам или другим ориентирам.

На плано-картографический материал наносят контуры пожара и уточняют пройденные огнем площади молодняков естественного происхождения, сомкнувшихся и несомкнувшихся лесных культур, площадей, пройденных воздействием естественному возобновлению, а так же определяется возможность разработки горельника, вывозки и реализации заготовленной древесины.

Горельники можно классифицировать следующим образом:

- 1) горельники с уничтоженным древостоем;
- 2) горельники сухостойные и валежные;
- 3) горельники с жизнедеятельным древостоем:

а) с незначительным (менее 10 %) числом жизнедеятельных деревьев из первого яруса и полностью отмершими нижними ярусами;

б) с более значительным (более 10 %) числом жизнедеятельных деревьев первого яруса и также с совершенно отмершим нижним ярусом;

в) с частичным отмиранием лишь подчиненных ярусов леса или даже полным их сохранением.

Для предприятий лесного комплекса важное значение имеет вопрос освоения горельников, которые после пожаров не были использованы. Установление типов горельников необходимо для определения пути рационального использования и освоения горельников, которые могут отличаться [3,4].

Рассматривая низкокачественную древесину горельников 2 и 3 группы, как прибыльное, ценное сырьё, необходимое для производства древесной щепы, которая может быть использована как исходный материал для изготовления стеновых блоков из арболита, брикетированного твёрдого топлива и топливной щепы [5,6]. Применение данной технологии позволит исключить убыточные лесокультурные мероприятия по расчистке горельников, в виде их бульдозерной расчистки с последующим сжиганием поваленных стволов деревьев [7].

Выполнять данную технологическую операцию можно при помощи мобильных дисковых рубительных машин, которые отвечают следующим требованиям: машины маневренны и компактны; данные устройства прицепные и могут агрегатироваться с тракторами общего назначения, которыми насыщены предприятия лесного комплекса; машины отвечают требованиям экологической безопасности в плане: отсутствия нарушения поверхностного гумусного слоя почвы при производстве работ; снижения пожароопасности проводимых работ; при эксплуатации данного типа машин машины низкая трудоемкость производимых работ, путем замены человеческого труда механическим; они отве-

чают технологическим условиям производства работ в горельниках [8,9,10]. Получаемая с их помощью щепа имеет физико-механические показатели, приведенные в табл.1.

Таблица 1

Физико-механические показатели щепы, получаемой при измельчении низкокачественной древесины

Показатель	Доверительный интервал значений
относительная влажность, %	57,74 ± 1,34
наличие коры, %	20,11 ± 1,53
наличие гнили, %	2,51 ± 0,43
наличие зелени, %	9,66 ± 0,65
остатки щепы на ситах анализатора, %:	
- поддон	3,4 ± 0,94
- 5,мм	42,18 ± 10,87
- 10 мм	27,37 ± 5,84
- 20 мм	24,04 ± 5,44
- 30 мм	3,14 ± 0,62
- 50 мм	0,7 ± 0,6

Приведенные физико-механические показатели щепы, получаемой при измельчении низкокачественной древесины горельников, позволяют сделать вывод о том, что данный тип сырья может быть использован для дальнейшего практического применения [11,12,13,14].

Список литературы

1. Фокин, С.В. Противопожарная профилактика в лесах /С.В. Фокин, К.С.Золотов// Техногенная и природная безопасность: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции.- Саратов: Издательство «КУБиК»,2013.- С. 64-65.
2. Фокин, С.В. Противопожарные мероприятия при проведении лесокультурных работ / С.В. Фокин, К.С.Золотов // Техногенная и природная безопасность: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции.- Саратов: Издательство «КУБиК»,2013.- С. 65-66.
3. Фокин, С.В. Совершенствование технических средств переработки отходов лесосечных работ на топливную щепу в условиях вырубки: монография / С.В. Фокин- М. : ИНФРА-М, 2018. — 187 с.
4. Фокин, С.В. Об основных видах энергетической древесины / С. В. Фокин, О.А. Фомина // В сборнике: Forest Engineering материалы научно-практической конференции с международным участием- Якутск, 2018. - С. 273-276.
5. Фокин, С.В. Обзор видов древесного топлива, производимого мобильными рубительными машинами и требования к размеру частиц / С. В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика:

сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции: изд-во ВГЛТУ, Воронеж, 2015 г. № 4-1(15-1)-т.1-С.122-125.

6. Фокин С. В. О проблемах измельчения порубочных остатков на лесосеке / С.В. Фокин, Е.В. Саввин //Лесотехнический журнал.2011. № 2.С.30-31.

7. Фокин, С.В. К технологии полосной расчистки нераскорчеванных вырубков в степной и лесостепной зонах / С.В. Фокин, В.В.Цыплаков //Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2007. № 4. С. 91-92.

8. Фокин, С.В. Описание конструкции и работы опытного образца рубительной машины для измельчения порубочных остатков / С. В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции: изд-во ВГЛТУ, Воронеж, 2015 г. № 2-1(13-1)-С.146-149.

9. Фокин, С.В. Техничко-экономические показатели работы новой конструкции дисковой рубительной машины / С.В.Фокин, С.В.Березников// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика -2014. Т. 2. № 3-2 (8-2).-С. 270-272

10. Фокин С. В. Основные экологические и лесотехнические требования, предъявляемые к рубительным машинам фрезерного типа для измельчения древесины / С. В. Фокин, О.Н.Шпортько //Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-1 (13-1). С. 144-146.

11. Фокин, С.В. Современное состояние рынка биоэнергетических технологий / С.В. Фокин //Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014.Т.2. № 3-4 (8-4). С.107-110.

12. Фокин, С.В. Экологосберегающие технологии при ведении современных агролесомелиоративных мероприятий/ С. В. Фокин, О.Н. Шпортько, А.С.Бурлаков // Научная жизнь, В.7/ООО «Буква».-Москва, 2017- С.77-90.

13. Фокин, С.В. Технические средства, применяемые при очистке вырубков от отходов лесосечных работ / С. В. Фокин, А.В. Храмченко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции: изд-во ВГЛТУ, Воронеж, 2015 г. № 9-ч.2(20-2)- С.280-282.

14. Фокин, С.В. О применении устройства для измельчения порубочных остатков при реконструкции защитных лесонасаждений /С.В. Фокин, В.В.Цыплаков // Научное обозрение.-2011.-№ 5- С.253-257.

К ВОПРОСУ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

С.В. Фокин¹, О.А. Фомина²

¹ *Саратовский государственный аграрный университет,*
² *Государственный аграрный университет Северного Зауралья*

Аннотация. В статье рассматривается возможность производства энергетической древесины в виде топливной щепы в условиях Западно-Сибирского экономического района. Обосновывается применения мобильных дисковых рубительных машин для измельчения порубочных остатков в условиях степной и лесостепной лесорастительных зон Западно-Сибирского экономического района. Приводится конструктивная схема мобильной дисковой рубительной машины для измельчения порубочных остатков.

Ключевые слова: *энергетическая древесина, топливная щепа, дисковая машина для измельчения порубочных остатков.*

TO THE QUESTION OF PRODUCTION OF POWER WOOD IN THE CONDITIONS OF THE WEST SIBERIAN ECONOMIC REGION

S.V. Fokin¹, O.A. Fomina²

¹ *Saratov state agricultural university,*
² *State agricultural university of the Northern Trans-Ural region*

Summary. In article the possibility of production of power wood in the form of fuel spill in the conditions of the West Siberian economic region is considered. Is proved use of mobile disk crushing cars for crushing of the felling remains in the conditions of steppe and forest-steppe forest vegetation zones of the West Siberian economic region. The constructive scheme of the mobile disk crushing car for crushing of the felling remains is provided.

Keywords: *power wood, fuel spill, the disk car for crushing of the felling remains.*

Лесопромышленный комплекс Западно-Сибирского экономического района представлен всеми основными видами отраслями, связанными с древесиной: лесозаготовка, деревообработка, целлюлозно-бумажная и лесохимия. В Западной Сибири большими объемами лесозаготовок выделяются Томская, Кемеровская области, Алтайский край. Лесопромышленными центрами являются Томск, Новосибирск, Омск [1].

Однако отсутствие в регионе целлюлозно-бумажной промышленности обуславливает проблему рационального использования лесных ресурсов путем внедрения малоотходных технологий по переработке отходов лесозаготовки и деревопереработки. Так в Западно-Сибирском экономическом районе ежегодно не используются свыше 6 млн. куб. м отходов лесосечных работ и лесопиления, хотя при этом они могли бы заменить для производственных целей более 20 млн. куб. м деловой древесины [2].

Практический опыт показывает, что с развитием химической и химико-механической переработки, разработки новых конструкций топливного оборудования в практике все более широкое применение находит низкотоварная дре-

весина в виде: сучьев, ветвей, вершин, пней, коры. Однако важным условием является то, что данный вид сырья должен быть заготовлен и переработан на технологическое сырье в виде щепы, как правило, в условиях вырубki [3,4]. Данное условие является определяющим для развития данного направления использования низкотоварной древесины, но оно сдерживается большим количеством ручного труда при заготовке сырья и отсутствием высокопроизводительных машин, работающих в стесненных условиях.

Применение высокопроизводительных рубительных машин экономически оправдано при проведении больших объемов лесозаготовки на значительных площадях, так как данный класс рубительных машин очень дорог [5]. Но следует учитывать, что Западно-Сибирский экономический район, помимо таежной лесорастительной зоны, которой свойственны значительные объемы промышленной заготовки древесины, имеет большие площади, относящиеся к степной и лесостепной лесорастительным зонам, в которых применение таких рубительных машин нецелесообразно [6].

Данный факт обуславливается тем, что в данных лесорастительных зонах практически отсутствует производство товарной древесины и лесосечные работы ведутся в виде различных видов санитарных рубок и рубок ухода. Такому виду лесосек свойственно территориальная разобщенность и малая площадь. Отходы древесины, получаемые при проведении санитарных рубок, не находят своего потребителя и остаются на вырубках, становясь потенциально опасными в экологическом плане [7].

Поэтому измельчение древесных отходов после проведения данных лесохозяйственных мероприятий позволит решить проблему их использования в качестве топливной щепы, как источника тепловой энергии для нужд предприятий и населения региона. Производство топливной щепы из предлагаемых отходов можно отнести к важной экономической проблеме, решение которой будет способствовать повышению жизненного уровня населения, так как получаемый продукт может быть использован для энергетических целей [8,9].

Наиболее остро проблема обеспечения населения теплом стоит в сельской местности, где установка и обслуживание традиционного газового оборудования обходится очень дорого. Помимо прочего полученная топливная щепа послужит прекрасным минеральным удобрением в случае отсутствия экономической целесообразности при ее вывозе с вырубki [10].

Практический опыт показывает, что для производства топливной щепы в степной и лесостепной лесорастительных зонах часто используют агрегаты на базе колесных тракторов общего назначения, так как существует необходимость их частого перемещения по лесосекам. Как правило, в состав таких агрегатов входят дисковые рубительные машины. Широкий спектр применения машин данного типа свидетельствует об универсальности используемых конструктивных схем, которым свойственны: маневренность, высокая производительность и компактность [11,12,13].

Нами предлагается дисковая рубительная машина, для измельчения древесных отходов [14,15,16].

Дисковая рубительная машина для измельчения древесных отходов (см. рис.1), содержит корпус загрузочного патрона 1, щепопровод 2, измельчитель 3, ременную передачу 4, приводной вал 5, механизм подачи 6, состоящий из подающего устройства 7 и подающих валцов 8, раму подъемного устройства 9 с шарнирами 10, 11 и тягой 12, гидроцилиндр 13, трубопровод 14, систему шкивов, состоящую из шкивов 15, шкива 16, шкива 17, вал 18, вал 19, клиноременную передачу 20, понижающий редуктор 21.

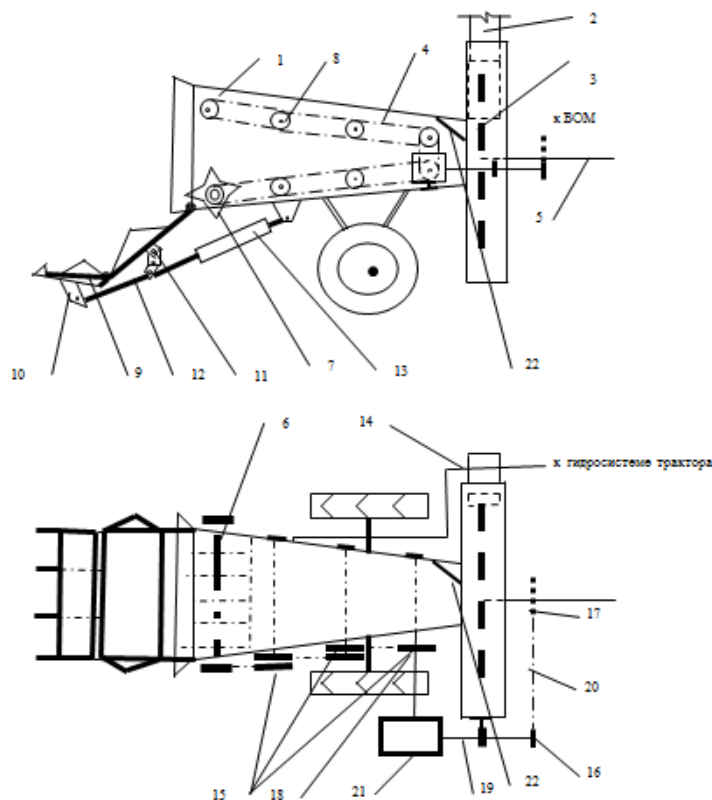


Рис. 1. Схема рубительной машины для измельчения древесных отходов

Данная машина работает следующим образом: маневрированием трактора устройство подается к куче порубочных остатков таким образом, чтобы рама подъемного устройства 9, шарнирно закрепленная с внешней стороны боковых стенок корпуса загрузочного патрона 1 на оси подающего устройства механизма подачи 6, располагалась в нижней части кучи порубочных остатков.

После этого в гидроцилиндре 13 при помощи трубопровода 14, соединенного с гидросистемой трактора, создается избыточное давление. Вследствие этого шток гидроцилиндра 13, выходя из корпуса гидроцилиндра 13 через шарниры 10, 11, расположенные на раме подъемного устройства и тягу 12 воздействует на раму подъемного устройства 9. Так как рама подъемного устройства 9 представляет из себя многосвязную систему, то горизонтальное движение штока гидроцилиндра 13 преобразуется в вертикальное движение рамы подъемного устройства 9. В результате куча порубочных остатков располагается на уровне большего основания корпуса загрузочного патрона 1, имеющего приз-

мовидную форму, меньшим основанием прикрепленным к измельчителю 3, а большее основание является входным отверстием для подачи порубочных остатков.

При этом подающее устройство механизма подачи 6, ось которого установлена в основании нижней части входного отверстия корпуса загрузочного патрона 1 и подающие вальцы 8, перпендикулярно прикрепленные к внутренним боковым стенкам корпуса загрузочного патрона 1 в два ряда, обеспечивают постоянную подачу ветвей в корпус загрузочного патрона 1 и дальнейшее движение порубочных остатков к измельчителю 3. Вращательное движение подающего устройства 7 механизма подачи 6 и подающих вальцов 8, а соответственно и линейное движение измельчаемого материала в корпусе загрузочного патрона 1 с определенной скоростью подачи, обеспечивается при помощи ременной передачи 4 и системы шкивов, состоящей из шкивов 15, шкива 16, шкива 17, которые через понижающий редуктор 21 с валами 18,19, приводного вала 5 и клиноременную передачу 20, соединены с валом отбора мощности трактора.

Доуплотнение порубочных остатков производится при помощи пластин 22. Измельчение порубочных остатков происходит при помощи режущих элементов расположенных на фронтальной части измельчителя 3. Измельченные части крон и ветвей под действием центробежной силы транспортируется через щепопровод 2 в приемную тару для дальнейшего применения.

Предлагаемая дисковая рубительная машина позволяет перерабатывать отходы, получаемые при проведении санитарных рубок и рубок ухода в высокоэффективное биотопливо [17].

Список литературы

1. Экономическая география России: Учебник /Под общей ред. акад. В.И. Видяпина. - М.: ИНФРА-М, Российская экономическая академия, 1999. - 533 с.
2. Данченко А.М., Бех И.А. Кедровые леса Западной Сибири / А.М.Данченко, И.А. Бех // Томск: Томский государственный университет, 2010. - 424 с.
3. Фокин, С.В. Общие вопросы производства биотоплива из отходов лесосечных работ / С.В. Фокин, Д.В. Есков, Д.А. Рыбалкин // В сборнике: Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского Экономического Союза материалы I международной научно-практической конференции. - 2015. С. 236 - 238.
4. Фокин, С.В. Экологосберегающие технологии при ведении современных агролесомелиоративных мероприятий/ С. В. Фокин, О.Н. Шпортько, А.С.Бурлаков // Научная жизнь, В.7/ООО «Буква».-Москва, 2017- С.77-90.
5. Фокин, С.В. Совершенствование технических средств переработки отходов лесосечных работ на топливную щепу в условиях вырубki: монография / С.В. Фокин- М. : ИНФРА-М, 2018. — 187 с.
6. Фокин, С.В. К выбору мобильной рубительной машины для переработки лесосечных отходов // С.В. Фокин, О.Н.Шпортько. - Центральный научный

7. Фокин, С.В. К вопросу переработки древесных отходов на предприятиях АПК / С. В. Фокин, О.Н. Шпортко, К.С. Манышев // Современное экологическое состояние природной среды и научно- практические аспекты рационального природопользования: сборник материалов II научно-практической интернет- конференции.- ФГБНУ «ПНИИАЗ».- Астрахань, 2017- С.1822-1826.

8. Фокин, С.В. Об использовании древесных отходов при восстановлении защитных лесных полос / С. В. Фокин, О.Н. Шпортко, В.В.Цыплаков // Научная жизнь, В.6/ООО «Буква».-Москва, 2015- С.134-142.

9. Фокин, С.В. Об основных видах энергетической древесины / С. В. Фокин, О.А. Фомина // В сборнике: Forest Engineering материалы научно-практической конференции с международным участием- Якутск, 2018. - С. 273-276.

10. Фокин, С.В. Обзор видов древесного топлива, производимого мобильными рубительными машинами и требования к размеру частиц / С. В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции: изд-во ВГЛТУ, Воронеж, 2015 г. № 4-1(15-1)-т.1- С.122-125.

11. Фокин, С.В. О конструктивных схемах выброса щепы в рубительных машинах / С. В. Фокин, Д.А.Рыбалкин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции: изд-во ВГЛТУ, Воронеж, 2015 г. № 8-ч.3(19-3)- С.15-18.

12. Фокин, С.В. К проверке работоспособности опытного образца рубительной машины в производственных условиях / С. В. Фокин, А.Н. Фетяев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции: изд-во ВГЛТУ, Воронеж, 2015 г. № 9-ч.3(20-3)- С.227-231.

13. Фокин, С.В. Технические средства, применяемые при очистке вырубок от отходов лесосечных работ / С. В. Фокин, А.В. Храмченко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции: изд-во ВГЛТУ, Воронеж, 2015 г. № 9-ч.2(20-2)- С.280-282.

14. Фокин, С.В. Описание конструкции и работы опытного образца рубительной машины для измельчения порубочных остатков / С. В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции: изд-во ВГЛТА, Воронеж, 2015 г. № 2-1(13-1)-т.3- С.146-149.

15. Фокин, С.В. К обоснованию конструктивно-технологических элементов машины для измельчения порубочных остатков / С. В. Фокин, С.В. Березников

// Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13172> (дата обращения: 21.05.2014).

16. Фокин, С.В. Способы транспортирования щепы из рубительных машин / С. В. Фокин, О.А. Фомина // М., Научная жизнь. 2018. № 2.- С. 10-15.

17. Фокин, С.В. Общие вопросы производства биотоплива из отходов лесосечных работ / С. В. Фокин, Д.В. Есков, Д.А.Рыбалкин // В сборнике: Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза: материалы I Международной научно-практической конференции, Саратов, 2015. - С. 236-238.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ В УЗБЕКИСТАНЕ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Т.Н. Халмурадов, И.Г. Горлова

Ташкентский Государственный Аграрный Университет

Аннотация. В статье рассмотрены исследования кризисных ситуаций воздушного бассейна Республики Узбекистан. Приведены экстренные меры по сохранению жизни в бассейне Аральского моря, экосистем пустынь. Предложена организация рационального природопользования на основе возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: природные экосистемы, ресурсы, экологическая катастрофа, усыхание, уровень воды Арала, пустынные равнины.

CURRENT PROBLEMS OF ECOLOGY IN UZBEKISTAN AND CORRESPONDENT DISTRICTS OF CENTRAL ASIA

T.N. Khalmuradov, I.G. Gorlova

Tashkent State Agrarian University

Annotation. The article deals with the study of crisis situations of the air basin of the Republic of Uzbekistan. Emergency measures to preserve life in the Aral Sea basin and desert ecosystems are given. The organization of environmental management based on renewable energy sources is proposed.

Keywords: natural ecosystems, resources, ecological catastrophe, shrinking, water level of the Aral Sea, desert plains.

Современное развитие человечества характеризуется интенсификацией промышленного производства, возрастающим потреблением природных ресурсов, и, как следствие, невиданным загрязнением окружающей среды.

Актуальность данной проблемы обусловлена и необходимостью смены системы ценностей, ухода от одностороннего технократического подхода к природе, необходимостью учета при ее освоении и использовании законов природы.

Охрана окружающей среды концентрирует свое внимание, прежде всего на потребностях самого человека. Это комплекс самых различных мероприятий, направленных на обеспечение функционирования природных систем, необходимых для сохранения здоровья и благосостояния человека.

Исследования ведущих специалистов экологов приводят к заключению,

что в настоящее время создалась кризисная ситуация, которая требует принятия срочных мер [1]. Иначе уже к середине следующего века он перейдет в экологическую катастрофу, при которой разрушительные процессы выйдут из-под контроля человека и примут необратимый характер. Вывести человечество от создавшегося положения может только подлинная научно-техническая революция, при которой любые технические решения должны опираться на предварительные серьезные научные изыскания, и прежде всего в области экологии. При этом самым сложным является процесс изменения мировоззренческих позиций, признание абсолютного приоритета задачи повышения устойчивости природных систем над задачей роста хозяйственных благ.

Человечество не может существовать, не используя природные ресурсы, не влияя на их количество и качество, а, следовательно, не внося изменений в окружающую его природную среду. В любом случае необходимо сделать так, чтобы эти изменения не влияли на параметров климата.

Внимание к проблеме изменения климата сегодня акцентировано и в России, который 2017 год назвали – годом экологии.

Проблема изменения климата – одна из самых сложных в своем политическом решении для всего человечества, поскольку затрагивает жизненно важный для каждой страны вопрос о перспективах её экономического развития, которое как в случае непринятия, так и принятия мер по предотвращению глобального потепления с неизбежностью трансформируется. Отсюда и складывающаяся логика дискуссий конференций, посвящённая климатическим изменениям в Париже (COP21), которая основывалась не столько на моральных соображениях, сколько исходила из оценки экономических плюсов и минусов предлагаемых действий по сокращению выбросов парниковых газов.

Поэтому, несмотря на то, что повестка дня саммита 21-й сессии Конференции сторон (COP21) Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Париже (30 ноября – 12 декабря 2015 г.), согласовалась заранее, уже с первых часов его проведения стало очевидно, что принятие соглашения, которое должно прийти на смену Киотскому протоколу, будет делом не простым. Об этом можно было судить уже по выступлениям лидеров 195 государств, принявших участие в COP21. Не все они были одинаково политически равновесны, и ключевая роль по-прежнему отводилась четырем главным «коллекторам» парниковых газов – Китаю, США, Евросоюзу и Индии.

Загрязняя природную среду, мы перекладываем затраты на будущие поколения, создавая им огромные экологические, социально - экономические проблемы, сужая их возможности удовлетворять свои собственные нужды. Исчерпаем в ближайшем будущем природных ресурсов, происходит деградация сельскохозяйственных земель. Ежегодно в окружающую среду выбрасываются миллионы тонн вредных веществ. Это обусловлено беспощадным использованием полезных ископаемых при выработке энергии. Отрицательные внешние эффекты уже породили множество проблем для многих стран. У каждого государства есть определенные территориальные границы, но окружающая среда у всех одна. Загрязнение рек, атмосферы в одних странах создает экологи-

экономические проблемы у других стран, вынуждает последних нести огромные дополнительные затраты для охраны окружающей среды.

В результате техногенной и природной катастрофы в атомных электростанциях городах Чернобыль и Фукусима погибли огромные количества людей, впоследствии которого, до сих пор продолжается излучение людей в соседних ему странах.

Воздушный бассейн северной части Сурхандарьинской области Республики Узбекистан загрязняется выбросами алюминиевого завода, расположенного на территории Республики Таджикистан. Согласно данным Госкомприроды Узбекистана, ежегодно в атмосферу выбрасывается более 40 тысяч тонн загрязняющих веществ, в том числе 300-400 тонн фтористого водорода и диоксидов серы. Уровень загрязнения воздушного бассейна этих районов в настоящее время столь значителен, что окружающая среда деградирует.

Существует и уже проявляет себя опасность радиоактивного загрязнения Узбекистана вследствие попадания радионуклидов с Майлисайского хвостохранилища Киргизии в водные ресурсы Ферганской долины Узбекистана. Есть определенные проблемы и в приграничных с Таджикистаном районах, где во времена СССР активно велось урановое производство.

Среди глобальных экологических проблем Узбекистана, которые носят международный характер, является усыхание Аральского моря. «Аральский кризис – одна из самых крупных экологических и гуманитарных катастроф в истории человечества, под его воздействием оказалось около 35 млн. человек, проживающих в бассейне моря» [2].

В связи с усыханием Аральского моря сформировался сложный комплекс социально-экономических проблем, которые оказывают отрицательное воздействие на людей и природу в Средней Азии и Казахстане. Если обратить внимание на статистические данные, то за последние 40-50 лет уровень воды Аральского моря понизился более чем на 22 метра. Площадь акватории уменьшилась более чем в 3,8 раза, объем воды более 10 раз, соленость воды увеличилась до 72 г/л. Аральское море практически превратилось в маленькое озеро. Площадь высохшего дна составила 4,2 млн. га, что стало источником выноса на прилегающие территории пыли и соли. Шлейфы пыли достигают 400 км в длину и 40 км в ширину, а радиус действия пыльных бурь - до 300 км. Ежегодно в атмосферу здесь поднимается от 15 до 75 млн. тонн пыли, в результате чего загрязняются воздух, вода и почва соседних государств [1].

Высохшее дно Аральского моря стало источником выноса ядовитых кристаллов солей отравляющих людей, животных, растений, воздух и почву в радиусе 300-500км от берега моря. По различным экспертным оценкам из высохшего дна моря ежегодно выносятся 75-100 млн. т солей при исходных их запасах более 10 млрд. тонн.

Приведенное достаточно для заключения о том, что в бассейне Аральского моря в действительности сложилась бедственное положение, и оно по своему характеру является водно-экологической проблемой.

Для перехвата солевого выноса из высохшего дна моря и улучшения гид-

рогеологического режима дельты р. Амударья предлагают создать так называемый зеленый барьер - зону вдоль его южного естественного побережья и несколько регулируемых водоёмов- озер в пределах дельты р. Амударья за счет направляемого в него стока воды. Это мероприятие ускорит гибель моря и, усиливая циклонические процессы, обеспечит поднятие еще на большие высоты ядовитой пыли и её распространения еще на большую площадь.

Следовательно, нужны самые экстренные меры по сохранению жизни в бассейне Аральского моря. Эти меры условно могут быть разделены на следующие группы, подлежащие поэтапному осуществлению [4]:

1. Стабилизация уровня Аральского моря. Аральское море должно быть сохранено как природный объект, но с уменьшенной акваторией. За экологически минимально допустимый уровень моря следует понимать тот уровень, при котором сохраняется естественный водоем с единым зеркалом. Он должен быть около +38...+37 м абсолютной отметки, т.к. при дальнейшем снижении его произойдет окончательное расчленение моря на три лагуны, т.е. исчезнет море как природный объект. Для поддержания такого уровня необходима подача в него (в море) около $30\text{ км}^3/\text{год}$, т.е. столько воды сколько её испаряет море в данных условиях. Названное количество воды, можно получить путем осуществления радикального просмотра планировки водопользования, отраслевой структуры и состава сельхозкультуры выращиваемых на орошаемых землях.

2. Признать статус Аральского моря в качестве экологического объекта, сохранить среду обитания человека- жителей бассейна. Напомним, что для моря не требуется выделения постоянного количества воды в любой год по водности, а достаточно поступление в него необходимого объема воды для поддержания уровня в среднемноголетнем разрезе.

3. Строго имитируя водозабор в течении всего вода во все водохозяйственные системы, лишней сток без растаскивания по ирригационной сети следует пропускать непосредственно в море.

4. Применение строгих мер по отношению нарушителям нужно вообще осуществлять на основе пересмотра принципа эксплуатации гидромелиоративных систем, согласовав план водоподачи с планом водопользования всеми водопотребителями, беспрекословно выполняя согласованное со всеми странами СНГ.

5. Безотлагательно пересмотреть структуру посевных площадей и состав сельхозкультур. Полностью исключить специализированные рисоводство, выращивать рис как мелиоративную культуру на землях, подверженных засолению. Устранить монокультуру и использование низкопродуктивных земель под посевы хлопчатника.

6. Форсировать и завершить сбор и вывод в море дренажного стока со всего Каракалпакского Приаралья, Хорезмской, Ташаузской, Кызылординской областей, повернуть коллекторы Дарьялык и Озерный в Арал, не допускать сброса избыточного стока р. Сырдарья в Арнасай-Айдарское понижение, это дает морю не менее $7\text{ км}^3/\text{год}$ воды.

7. Осуществить фитомелиоративные работы на высохшем дне Аральского моря.

Водные ресурсы Узбекистана являются частью общих водных ресурсов, которыми располагает бассейн Аральского моря. К этому бассейну принадлежат крупнейшие реки Средней Азии: Амударья и Сырдарья, являющиеся главными источниками поверхностного стока и непосредственно впадающие в Аральское море, а также гидрографически тяготеющие к бассейну и расположенные в пределах Аральской впадины. К ним относятся реки Зарафшан, Кашкадарья, Теджен и Мургай (две последние связаны с бассейном Амударьи, Каракумским каналом), реки Чу, Талас, Асса, реки впадающие в озеро Иссык-Куль и многие мелкие реки, не доносящие воды до основных речных систем, стекающие со склонов Памиро-Алая и Тянь-Шаня. Как было указано выше качество воды в этих водных экосистемах сильно ухудшается по мере продвижения с горных территорий.

Для провинции, охватывающей значительную часть равнин и гор Узбекистана и сопредельных районов Средней Азии, характерна единая структура вертикальной поясности растительного покрова. Эта структура состоит из следующих элементов:

Пустынная зона. Пустыня представляет собой "биотическую область" (американский термин "Biotis area"), т.е. географический район, характеризующийся наличием определенных жизненных форм и экологических признаков, отличающихся от таковых прилегающих районов.

Экосистемы пустынь представляют собой комбинацию наиболее крайних (конечно, в первую очередь климатических) условий природы. Основной чертой климата жарких пустынь является прежде всего малое количество осадков и высокая температура.

В литературах [1,4], характеризуя экосистемы пустынь, отмечается что для них характерна определенная напряженность двух факторов - влажности и температуры. Экстраординарные черты климата ярко отражаются в развитии в пустынных экосистемах солончаков, связанных с термическим выветриванием, являющихся вторым минимум-фактором в преобладании эоловых процессов, восходящих минеральных растворов в почве и т.д. В борьбе со всеми отрицательными явлениями природы пустынь растения и животные вырабатывают особые формы приспособления. В последнем определении охватываются все компоненты природы в едином комплексе, и подчеркивается роль определяющего звена пустынного - климата.

Растительность экосистем пустынной зоны дифференцируется в зависимости от характера субстрата - каменистые (или гипсовые), песчаные, глинистые и солончаковые пустыни.

Основными экологическими факторами экосистем гипсовых пустынь является полукустарничек юргун с листочками, полукустарничковые полыни и солянка кейреук, кустарниковый коровий саксаул, колючий кустарниковый вьюнок.

Экосистемы песчаных пустынь по сравнению с каменистыми особенно весной не производят впечатление пустынь. Пески покрыты сплошь песчаной осокой, а на ее зеленом фоне - белый саксаул, различные джужгуны, кустарники из семейства гречишных, кустарники из семейства гречишных, кустарниковые астрагалы и солянки, песчаный злак аристида, однолетние солянки и немногие эфемеры (красиво цветущая жимолость, крестовник и астрагал). А местами встречается оригинальный тюльпан, лемана с оттенками от желтого до красного цвета и эффективные султаны эремуруса неравнокрылого. Большинство песчаных растений имеет те или иные приспособления к жизни в песках: "универсальные" корневые системы углубляющиеся и горизонтальные корни; легкие, перекачиваемые или переносимые ветром плоды. Относительное богатство песков растительностью объясняется благоприятным водным режимом, наличием так называемого "горизонта висячей влаги".

Экосистемы каменистых и песчаных пустынь занимают в провинции огромные массивы. В них вкраплены обычно небольшие участки экосистем солончаков и глинистых пустынь. Здесь распространены черный саксаул.

Типичное долинное растение на солончаках - юлгунники - заросли кустарников тамарисков, семейство маревых. Часть встречаются солончаки, занятые только этими травянистыми галофитами.

Экосистемы долины рек Узбекистана и сопредельных к ней районов Средней Азии в пустынной зоне особенно хорошо развиты. Им свойственны особые формации растительности: древесные кустарниковые, крупнотравные, объединяемые в тип тугайной растительности. Из деревьев здесь - тополь, относящийся к секции туранга, ива, лох, из кустарников - гребенщик (тамариск) и береза; из травянистых растений - тросник, эрмантус, вейник, верблюжья колючка, солодка.

Зона пустынных равнин и низкогорий Турана сменяется на северо-востоке, востоке и юге предгорно-горной областью, в которую входят хребты Западного Тянь-Шаня, Алайский и Туркестанский хребты, Нуратинская горная система, Зеравшанский и Гиссарский хребты, Карабиль и Бадхыз, Копетдаг и Большой Балкан с межгорными впадинами и предгорными равнинами. Вся эта территория с абсолютными отметками от 200 до 4000 м и более характеризуется крайней пестротой орографических, гидрогеологических и песчаных условий. Пестрота экологических условий, очень сильно меняющихся даже на весьма ограниченных площадях, обуславливает исключительное разнообразие горной растительности.

В 2008 году в Узбекистане стартовал проект по достижению стабильности экосистем на деградированных землях в Каракалпакстане и пустыне Кызылкум. Для эксперимента выбраны два посёлка. Цель проекта помочь или хотя бы дать шанс тысячам людей проживающих поселенных территориях улучшить условия жизни. Одно из задач проекта закрепить пески. В первый год испытали два вида механических защит, на второй ещё три, под их прикрытием посажена несколько видов кандыма. Уже через год кандым даёт семена. Семена разносить

ветер помогая, саморазастанию пустыни. Отлично зарекомендовал себя и саксаул черный. Он неподвержен болезням и засухоустойчив.

Развитие природо-эксплуатирующих секторов экономики наносит значительный экологический ущерб другим секторам, особенно аграрному. Так, из-за добычи угля в Ангренском угольном бассейне из почвы в окружающих сельхозземлях ушла вода. Деятельность и промышленных комплексов приводит к выбытию из сельхозоборота земельных угодий, пастбищ, либо делает их непригодными к дальнейшему использованию в аграрном секторе. Во всех случаях сельское хозяйство вынуждено нести дополнительные издержки.

Неоспорим тот факт, что вмешательство человечества во все сферы природы вызывает резкое ухудшение состояния экологических систем, иногда даже гибель уникальных природных комплексов, сокращение и исчезновение популяций отдельных видов растений и животных, изменения в структурах экологических сфер, которые могут привести к непрогнозируемым отрицательным последствиям.

Смириться с такой экологической ситуацией невозможно. Поэтому разработаны национальные мероприятия по охране природы Республики Узбекистан, которые сочетаются с сотрудничеством с другими государствами и международными организациями. Разработана Государственная программа по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов. Также в Узбекистане был создан Международный фонд экологии и здоровья «ЭКОСАН» [1]. Основная деятельность фонда направлена на всестороннее изучение актуальных социально-экологических проблем с последующей выработкой рекомендаций по улучшению социально-экологической обстановки в Узбекистане и Центрально-Азиатском регионе.

В результате структурных преобразований, проводимых в Узбекистане, произошли серьезные прогрессивные сдвиги в решении проблем охраны окружающей среды, организации рационального природопользования, воспроизводства энергетических ресурсов на основе возобновляемых источников энергии, обеспечения экологической безопасности населения и экологических систем.

Политика экологической безопасности Республики Узбекистан проводится на основе Конституции, Законодательства, Концепции национальной безопасности Республики Узбекистан, принципов международных Деклараций по окружающей среде и устойчивому развитию, с учетом обязательств Республики, вытекающих из международных конвенций и соглашений. Экологическая политика нашей страны направлена на осуществление перехода от защиты отдельных элементов природы к всеобщей защите экосистем, гарантирования оптимальных параметров жизненной среды обитания человека. Реализация такой экологической политики должна стать одним из основных условий устойчивого развития экономики и общества в целом.

Следует отметить, что при принятии долгосрочных решений, необходимо обратить внимание на принципы, определяющие устойчивое развитие, а именно: стабилизация численности населения; переход к более энерго- и ресурсо-

сберегающем технологиям; развитие экологически чистых возобновляемых источников энергии; создание малоотходных и безотходных промышленных технологий; создание сбалансированного сельскохозяйственного производства, не истощающего почвенные и водные ресурсы и не загрязняющего землю и продукты питания.

Список литературы

1. Эргашев А. Общая экология. – Ташкент, 2003. – С. 20-36.
2. Каримов И. А. Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия и гарантии прогресса. – Ташкент. Узбекистан, 1997. – С. 118.
3. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (2002-2004 гг.) / под общ. ред. Б. Б. Алиханова. – Ташкент, 2005. – С. 6.
4. Сабитова Н.И. Основы экологии. – Ташкент, 2007. – С. 64-96.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА УЧАСТКЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ КИРОВСКОГО РАЙОНА Г.ВОЛГОГРАДА

М.В. Хрунина, С.Г. Артемова

«Институт архитектуры и строительства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются основные экологические проблемы Кировского района г. Волгограда.

Ключевые слова: экология, загрязняющие вещества, загрязнение воздуха.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS ON THE SITE OF THE STREET ROAD NETWORK OF KIROVSKY DISTRICT G. OF VOLGOGRAD

M.V. Hrunina, S.G. Artyomova

"Institute of architecture and construction of" federal state-funded educational institution of the higher education "Volgograd state technical university"

Abstract. In article the main environmental problems of Kirovsky district of Volgograd are considered.

Keywords: ecology, pollutants, air pollution.

Проблема экологического состояния окружающей среды обострилась, когда началось интенсивное развитие промышленности и транспорта. Экология окружающей среды является одним из факторов, от которых зависит качество жизни людей в современном мире и соответственно будущее всего человечества. В современных городах автомобили ежедневно сжигают огромное количество нефтепродуктов и различных загрязняющих веществ: окиси углерода, окислов азота, сера углеводородов, сажи и т.д., тем самым они наносят ощутимый вред окружающей среде и человеку. Несовершенство технологических

процессов привело к загрязнению атмосферы, воды, почвы. Изучение влияния автопарка на окружающую среду является архитектурной проблемой.

Для исследования был выбран участок автотрассы ул. 64-й Армии (2-я продольная магистраль) г. Волгограда, имеющий хороший обзор и длину 2 км. На данном участке улично-дорожной сети мы определим уровень загрязнения воздуха выхлопными газами автомобильного транспорта и определим кислородный баланс.[1]

Определим количество единиц автотранспорта проходящего по выбранному участку с 12:00-13:00 5.10.2018, так как исследования проводились в октябре 2018 года, такой вид автотранспорта как мотоцикл не учитываем, в связи с отсутствием. Данные исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вид АТС	Количество ТС за 1 час	Общий путь пройденный каждым типом АТС
Легковые	2964	3300
Маршрутные такси	235	576
Грузовые	88	318
Автобусы	65	36
Итого	3352	4230

Необходимое количество топлива для каждой группы, рассчитываем по формуле (1), результаты представлены в таблице 2.

$$L = N * L_3, \quad (1)$$

где L- Общий путь пройденный данными видами транспорта.

Таблица 2

Вид АТС	Количество с дизельным двигателем		Количество с карбюраторным двигателем		Количество топлива для каждой группы	
	шт	%	шт	%	Дизельный	Карбюраторный
Легковые	650	84	2314	98	54	144
Грузовые	59	7	29	2	37,5	7
Автобусы	65	9	0	0	15,1	0
Маршрутные такси	0	0	0	0	0	0
Итого	774=100%		2343=100%		106,6	151

Учет транспортных средств на газобаллоном оборудовании не учитывается. Количество топлива рассчитываем по формуле:

$$Q=L*n, \quad (2)$$

где n- удельный расход топлива (л/км).

Таблица 3

	Вид АТС		
	Легковые	Грузовые	Автобусы
удельный расход топлива (л/км)	0,12	0,28	0,42

Количество топлива для:

-дизельных двигателей $106,6 \cdot 0,82 = 87,4$

-карбюраторных двигателей $151 \cdot 0,4 = 60,4$

Данные, по количеству токсичных веществ в отработанных газах, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Токсичные вещества	Количество токсичных веществ при сгорании 1 кг топлива в двигателе			
	Карбюраторные		Дизельные	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Оксид углерода	225	73,8	25	25,5
Оксид азота	55	18,1	38	38,8
Углеводороды	20	6,6	8	8,2
Оксид серы	2	0,7	21	21,4
Альдегиды	1	0,3	1	1,0
Сажа	1,5	0,5	5	5,1
Итого:	304,5	100	98	100

На данном участке улично-дорожной сети площадь зеленых насаждений составила $F = 1 \text{ км}^2$, где произрастало 126 деревьев, 70 кустарников и $0,2 \text{ км}^2$ занято под травяной газон и клумбы с цветами, 2304 человек проживает. Скорость фотосинтеза (V_{ϕ}) оценивается как:

$$V_{\phi} = 50 \frac{\text{кг}}{\text{км}^2} = 5000 \frac{\text{кг}}{\text{км}^2} \quad (3)$$

Тогда примерное производство кислорода (W_{O_2}) от зеленых насаждений на данном участке за 1 час соответствует:

$$W_{O_2} = F * V_{\phi} = 1 * 5000 = 5000 \text{ кг}, \quad (4)$$

Человек потребляет кислорода на 1 кг своего веса $d = \text{г/ч}$, в расчетах принимаем средний вес человека равным $g_{cp} = 50 \text{ кг}$, оцениваем потребность населения в кислороде:

$$P_{O_2} = N_{\text{нас}} * d_p * g_{cp} = 2304 * 0,36 * 50 = 41472 \quad (5)$$

Не стоит забывать о том, что автомобиль при сжигании топлива так же потребляет кислород. В расчетах принимаем усредненный расход автомобиля $q = 10 \text{ л/ч}$. Бензин представляет собой смесь различных углеводородов, плотность которой равна $700 * 780 \text{ кг/м}^3$, таким образом, плотность бензина равна $\rho = 740 \text{ г/л} = 0,74 \text{ кг/л}$. При сжигании 1 кг топлива расходуется 15 кг воздуха, при этом 20,95% кислорода в воздухе. Для сгорания общего количества топлива используемого транспортными средствами на данном участке улично-дорожной сети необходимо следующее количество кислорода:

$$15 * 106,6 = 1599 \text{ кг воздуха, при этом кислорода сжигается } 334,9 \text{ кг.}$$

Основываясь на результатах расчетов, можно сделать вывод, что существующие зеленые зоны, не справляются со своей задачей, т.к. общее потребление кислорода превышает репродукцию в 1,74 раза.

Для улучшения экологической обстановки можно предложить следующие мероприятия:

1. Совершенствование и развитие сетей автомобильных дорог в области:

-доведение технического уровня существующих территориальных дорог в соответствии с ростом интенсивности движения.

2. Увеличение доли транспортных средств, работающих на сжиженном и сжатом природном газе, обеспечение соответствующей инфраструктуры.

3. Снижение доли неорганизованных источников загрязнения воздушных бассейнов:

-изготовление и установка систем улавливания паров бензина.

4. Увеличить площадь зеленых насаждений.

Список литературы

1. Немчинов М.В., Систер В.Г., Силкин В.В., Рудакова В.В. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог. Уч. пособие – М.: Издательство Ассоциаций строительных вузов, 2009. – 240с.

ЭКОУСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ РАЗВИТИИ ТЕРРИТОРИЙ, ЗАНЯТЫХ АВАРИЙНЫМ ЖИЛЫМ ФОНДОМ НА ПРИМЕРЕ Г. НОВОСИБИРСКА

А.А. Цехоцкая

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Аннотация. Рассмотрены проблемы экологической безопасности при развитии территорий, занятых аварийным жилым фондом, причины их возникновения и предложения по оптимизации сложившейся ситуации.

Ключевые слова: *экоустойчивость, сертификация экоустойчивости, развитие застроенных территорий, аварийный жилой фонд.*

SUSTAINABILITY IN THE DEVELOPMENT OF THE TERRITORIES OC- CUPIED EMERGENCY HOUSING STOCK ON THE EXAMPLE OF NOVO- SIBIRSK

А.А. Tsekhotskaya

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Abstract. The problems of environmental safety in the development of territories occupied by emergency housing, the causes of their occurrence and proposals to optimize the situation.

Keywords: *environmental sustainability, certification of environmental sustainability, development of built-up areas, emergency housing.*

Экоустойчивость архитектуры и городского пространства в целом имеет важное значение при оценке комфортности городской среды. Главными задачами «зеленого» строительства являются ресурсосбережение и защита окружающей среды. Для оценки экоустойчивости зданий в 1990-е гг. в Великобритании и США появились системы сертификации – BREEAM [1] и LEED [2] соответственно. Данные системы сертификации рассматривают обширный круг критериев в области ресурсосбережения, защиты окружающей среды, транс-

портной доступности объектов капитального строительства, уменьшения воздействия применяемых строительных материалов и т.п. При этом в данные системы оценки не вошел учет полного жизненного цикла зданий.

В отличие от предыдущих систем оценки экоустойчивости, немецкая система сертификации DGNB [3] связывает экологию, экономику и социокультурные аспекты жизнедеятельности человека. Именно на нее опирались в Российской Федерации при разработке системы добровольной сертификации «Оценка экоустойчивости среды обитания «Союза архитекторов России-Совета по Зеленому строительству» (САР-СПЗС) [4]. Основные принципы и подходы оценки экоустойчивости сформулированы в пяти крупных блоках: функциональное качество, техническое качество, местоположение и инфраструктура, экология и управление процессом. Всего в системе 71 критерий, среди которых: сохранение плодородного слоя почвы при строительстве, компенсация зеленой зоны, плотность застройки, доступность объектов инфраструктуры и др.

Согласно указу президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», в сфере жилья и городской среды, одними из основных задач являются обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда, а также кардинальное повышение комфортности городской среды и повышение индекса качества городской среды на 30 процентов [5].

Непригодными для проживания признаются многоквартирные дома, получившие статус аварийных в связи с физическим износом здания в процессе эксплуатации, в результате чего уровень надежности здания, прочность и устойчивость строительных конструкций и оснований снижается до недопустимого уровня [6]. Индекс качества городской среды оценивается по инициативе Минстроя России по 30 индикаторам, в числе которых доля аварийного жилого фонда, разнообразие жилой застройки и уровень озеленения города. Интегральный индекс рассчитывается как сумма значений индикаторов, оцениваемых по шкале от 0 до 10, максимальный индекс качества составляет 300, минимальный – 0 [7].

Несмотря на приоритетные направления развития для повышения комфортности городской среды, город Новосибирск занимает 412 место в Российской Федерации по оценке индекса качества городской среды со значением 141 (плохое состояние). На данный момент в городе зарегистрировано 242 аварийных дома, 175 из которых признаны аварийными до 31.12.2017 г. и их расселение планируется в рамках муниципальной программы на 2019 – 2023 годы. Также, в г. Новосибирске в 2017 г. была утверждена карта границ территорий, предусматривающих осуществление деятельности по комплексному и устойчивому развитию территорий. Тем не менее, разработанные меры не достаточны для г. Новосибирска, т.к. список аварийных домов постоянно расширяется. Кроме того, в рамках целевых программ по переселению граждан из аварийного жилого фонда не учитываются параметры экоустойчивости территорий, отсутствует комплексная оценка участков на предмет состояния инженерных

коммуникаций, транспортной доступности, доступности социальных объектов и т.д.

По программе «Ветхое жилье», действующей в г. Новосибирске в 2011-2017 годы было расселено и снесено 252 аварийных дома общей площадью более 80 тыс. кв. м.

На земельном участке, расположенном на пересечении ул. Кирова и ул. Дунайская (рис. 1) по договору о развитии застроенной территории был осуществлен снос двух 2-этажных аварийных домов (ул. Кирова, 238, ул. Кирова, 240) и последующее строительство 20-23-этажного многоквартирного жилого дома.

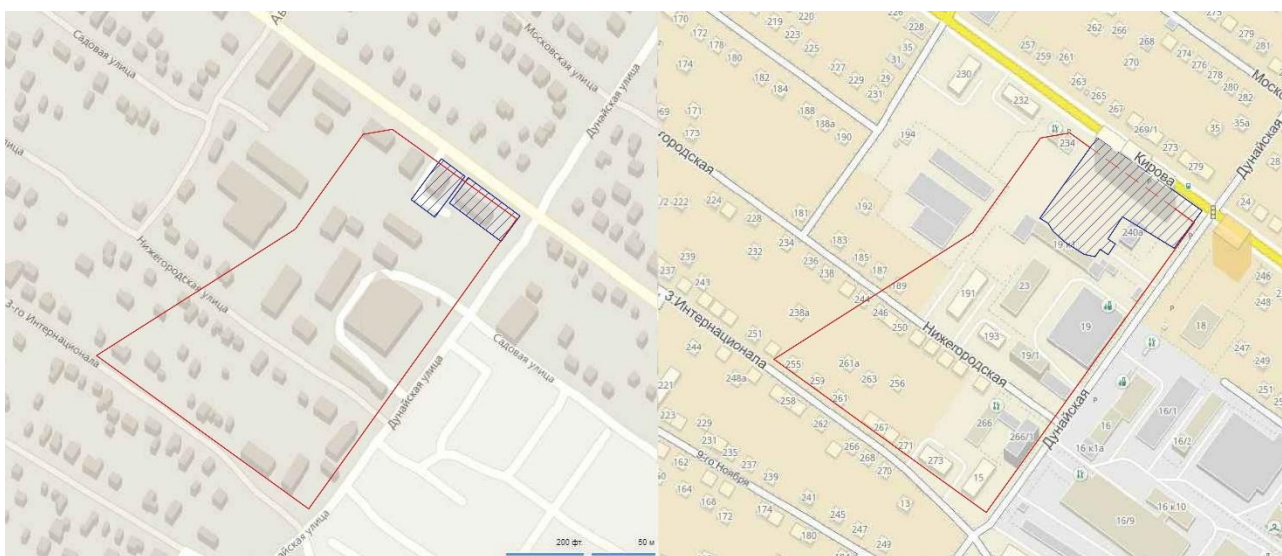


Рис. 1. Земельный участок на пересечении ул. Кирова и ул. Дунайская в Октябрьском районе г. Новосибирска до принятия решения о развитии и после (слева направо)

Сравнительная характеристика земельного участка до принятия решения о развитии застроенных территорий путем сноса аварийного жилья/после приведена в табл. 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Существующее состояние (на момент принятия решения о развитии)	Проектные значения	Прирост
Площадь земельного участка (ов)	2215,34	5942,0	3726,66
Количество жилых помещений, шт	16	285	269
Общая площадь жилых помещений, м ²	646,1	13378,76	12732,66
Количество человек (всего/на 1 га)	43 / 194	446 / 751	403 / 557

Продолжение таблицы 1

Требуемое количество мест в детских дошкольных учреждениях/общеобразовательных организациях	2 / 5	16 / 52	14 / 47
Жилищная обеспеченность, м ² /чел	15	30	15
Количество машино-мест для хранения автотранспорта, шт	8	196	188
Площадь озеленения (всего/на 1 чел), м ²	443,07 / 10,3	810,77 / 1,82	367,7 / -8,48

Таким образом, проектные решения, принятые при развитии застроенной территории, привели к серьезному видоизменению территории.

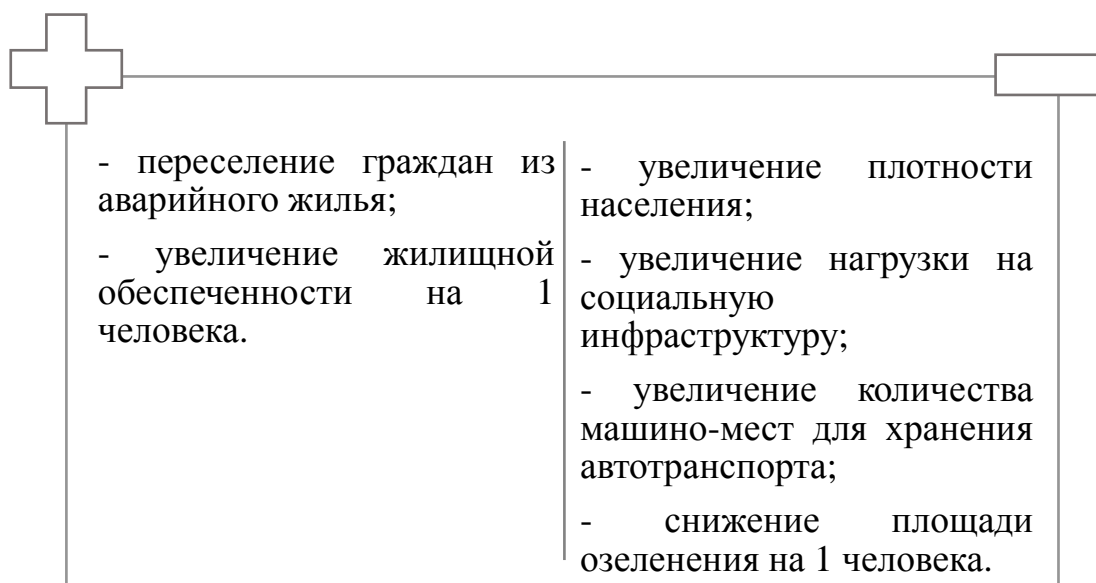


Рис. 2. Положительные и отрицательные стороны реализованного проекта на пересечении ул. Кирова и ул. Дунайская в г. Новосибирске

В границах планировочного квартала (рис.3) площадью 44618,91 м² по данным геопортала Новосибирска [8] выделены 3 функциональные зоны: ОД-1.1 (зона делового, общественного и коммерческого назначения с объектами различной плотности жилой застройки - 10053,83 м²), П-1 (зона производственной деятельности - 11822,4 м²) и Ж-1.1 (зона застройки жилыми домами смешанной этажности различной плотности застройки - 22742,68 м²). Большую часть зоны Ж-1.1 занимают индивидуальные жилые дома.



Рис. 3. Функциональные зоны в границах красных линий

Расчетная плотность населения планировочного квартала:

- до принятия решения о развитии застроенных территорий – 39 чел/га;
- существующее состояние (ноябрь 2018 г.) – 130 чел/га;
- прогнозное состояние (до 2030 г.) – 420 чел/га.

Таким образом, при развитии зоны Ж-1.1 плотность населения не должна превысить 290 чел/га, то есть, реализованный проект накладывает ограничения на следующие этапы развития территории.

Из анализа земельного участка следует, что отсутствие комплексного подхода к проектированию с учетом экоустойчивости объектов капитального строительства, приводит к снижению комфортности городской среды, что противоречит стратегическим задачам в сфере жилья и городской среды.

Вывод: Для оптимизации сложившейся ситуации необходимо:

- проработать методику работы с участками, занятыми аварийным жильем;
- рассмотреть возможность создания преференций застройщикам при условии сертификации по оценке экоустойчивости для таких участков;
- ввести изменения в градостроительную документацию с выделением зон устойчивого развития.

Список литературы

1. Система сертификации BREEAM [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: <https://www.breeam.com> (дата обращения 02.11.2018).
2. Система сертификации LEED [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: <https://new.usgbc.org/leed> (дата обращения 02.11.2018).
3. Система сертификации DGNB [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке <https://www.dgnb.de/> (дата обращения 02.11.2018).

4. Система добровольной сертификации «Оценка экоустойчивости среды обитания «Союза архитекторов России – Совета по Зеленому Строительству» (САР-СПЗС) [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке <http://rsabc.ru/ru/sertifikatsiya/> (дата обращения 02.11.2018).

5. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: указ президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. №204. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: <http://docs.cntd.ru/document/557309575> (дата обращения 30.10.2018).

6. Об утверждении Положения о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции: Постановление правительства Российской Федерации от 28 января 2006 г. №47. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: <http://docs.cntd.ru/document/901966282> (дата обращения 30.10.2018).

7. Об утверждении Методики определения индекса качества городской среды муниципальных образований Российской Федерации: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 октября 2017 г. №1494/пр. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке <http://docs.cntd.ru/document/555650494> (дата обращения 02.11.2018).

8. Геопортал Новосибирска – департамент строительства и архитектуры мэрии города Новосибирска [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке <http://gis.novo-sibirsk.ru> (дата обращения 06.11.2018).

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА РУССКОГО ДОМА

Н.А. Чернецкая¹, М.К. Чернецкая²

¹*Рубцовский индустриальный институт (филиал)*

*федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Алтайский государственный технический университет
имени И.И. Ползунова»;*

²*Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
«Гимназия №3»*

Аннотация. Рассмотрены основные принципы строительства русского дома и материалы, используемые в его строительстве. На основании этого выбран строительный материал наиболее приемлемый для современного «зеленого» строительства. Выявлены экологические особенности строительства русского дома, приемлемые для современного «зеленого» строительства.

Ключевые слова: «зеленое» строительство; русский дом; природный строительный материал; солома; экологические воздействия.

ENVIRONMENTAL FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF THE RUSSIAN HOUSE

N.A. Chernetskaya, M.K. Chernetskaya

¹*Rubtsovsk industrial Institute (branch)*

Abstract. The basic principles of construction of the Russian house and the materials used in its construction are considered. On the basis of this selected building material is the most suitable for modern «green» construction. The ecological features of construction of the Russian house acceptable for modern «green» construction are revealed.

Keywords: «green» construction; Russian house; natural building material; straw; environmental impacts.

Актуальность темы: Современное строительство, как один из элементов нагрузки на окружающую среду, и крупных городов, и мелких населенных пунктов предполагает возведение различных объектов жилого, социального и коммерческого назначения. В целом строительная индустрия способствует развитию негативных экологических воздействий:

- чрезмерное потребление энергоресурсов;
- изменение ландшафтов;
- вытеснение с привычных мест обитания представителей флоры и фауны;
- увеличение численности и плотности автотранспорта в пределах жилых и промышленных территорий;
- увеличение количества выбросов и сбросов в атмосферу и воду все более разнообразных загрязнителей;
- увеличение количества и разнообразия твердых бытовых и промышленных отходов;
- увеличение дефицита солнечного света, необходимого для жизнедеятельности флоры и фауны по причине затенения территорий, на которых производится застройка;
- понижение стойкости к землетрясениям застроенных локаций;
- повышение уровня опасности работ на стройплощадках;
- повышение вероятности возникновения пожаров и увеличение скорости их распространения.

Одним из направлений снижения вредного воздействия человека на окружающую среду стало «зеленое» строительство, основанное на принципах экологичности и энергосбережения. Его цель - обеспечение комфортного и безопасного проживания в современном доме. Экологическое или «зеленое» строительство нацелено не только на возведение из экологических чистых материалов, но и на экономию всех видов энергии. По данным мировой статистики около 40% всей мировой энергии потребляется именно жилыми зданиями, а выбросы углекислого газа составляют около 35%, 50% твердых бытовых отходов относятся к городским отходам [1].

Существует богатейший национально-культурный опыт строительства русского дома. Натуральные природные строительные материалы, особые технологии постройки, принципиальные подходы к выбору места и времени нача-

ла строительства дома – все это обеспечивает наиболее благоприятные условия проживания в таком доме.

Цель работы: выявить экологические особенности строительства русского дома, приемлемые для современного «зеленого» строительства.

Задачи:

1. Рассмотреть основные принципы строительства русского дома.
2. Рассмотреть материалы, используемые в строительстве русского дома.
3. Выбрать строительный материал наиболее приемлемый для современного «зеленого» строительства.

Основные принципы строительства русского дома во многом соответствуют подходам современного «зеленого» строительства. Всё разнообразие народных традиций строительства жилья, накопленных за многие века, можно объединить в три принципа, актуальных на сегодняшний день.

Первый принцип - природные строительные материалы. Предпочтительно все, что произрастает в лесу или в поле, природные материалы в месте строительства здания:

- древесина, пиломатериалы, солома;
- каменные породы: песок, известняк, природный камень или гранит;
- глиняные изделия: саман, кирпич и кладочный раствор;
- теплоизоляционные материалы, смеси из торфа и деревянной стружки.

Второй принцип – безопасность для окружающей среды. Это очень важно на всех этапах: строительства, эксплуатации и уничтожения.

Третий принцип – энерго- и ресурсоэффективность. Экологичный дом должен потреблять минимально необходимое количество тепловой и других видов энергии. Пассивная энергоэффективность обеспечивается пассивным поглощением и сохранением тепла, которое поступает из окружающей среды, а также применением максимального количества утеплителя, для снижения потерь тепла или использованием тепловой инерции. Вода может собираться с крыши и храниться в спецрезервуаре.

Все подходы, как в единичном варианте, так и в комплексе, экономят природные ресурсы и позволяют современному человеку быть более рациональным и бережливым с экологической точки зрения.

В истории строительства русского дома отмечается использование природного материала, который можно было добыть в окрестностях постройки.

Почти до XV века большинство построек на Руси возводили из дерева. Леса занимают основную территорию России. Деревянное строительство всегда имело большую популярность. Древесина подходит для любых регионов с разными климатическими условиями. Дома из дерева, сооружались намного быстрее, чем каменные. Деревянные строения лучше сохраняли тепло. Такой дом долговечен и надежен. Деревянные избы из бревен - срубы, построенные ещё в XVI-XVII веке, стоят до наших дней [2]. На сегодняшний день известно более 50 вариантов возведения срубов, каждый из которых имеет свою технологию и

традиции. Самые значительные строения на Руси возводились из выстоянных бревен, заготовленных из деревьев, которым по несколько сотен лет. Единственным критерием размеров строения становились размеры бревна – его длина и толщина [3].

В помещениях деревянного строения влажность воздуха всегда оптимальна для жизнедеятельности человека. Уникальная структура древесного массива, состоящая из капилляров, впитывает лишнюю влагу из воздуха, а при излишней сухости отдает ее в помещение. Срубы обладают природной энергетикой, создают в доме особый микроклимат, обеспечивают естественную вентиляцию. От деревянных стен веет домовитостью и покоем, они защищают летом от жары, а зимой от морозов. Дерево отлично удерживает тепло. Даже в трескучий мороз стены деревянного сруба теплые внутри [2].

Из коротких вертикальных или горизонтальных бревен дровяного типа в России умели строить каркасные дома. Такая конструкция проще в работе, чем стены рубленые и намного дешевле, чем из цельных бревен. Известен был в России и каркасный тип дома с засыпным типом органического утеплителя стен. Конструктивно стена состоит из деревянного каркаса, между стойками которого уложены блоки, щиты, панели, органический утеплитель, который для удобства укладки минерализуется. Применение названных экономичных типов каркасных конструкций встречалось при строительстве домов не только исключительно бедными слоями населения, но и в дворцовом строительстве XIX века [1].

Природные растительные материалы, такие, как солома, тростник, камыш и др., использовались многими народами как строительный материал или в качестве наполнителя в «саманные» блоки.

Большие преимущества дает использование в строительстве соломы. Стена из глиносоломенной смеси – это солома, смоченная глиняным раствором (90% – солома, 5 – 10% – глина). Подобная технология известна с X в. и в слегка модернизированном виде используется по сей день. Соломенные стены легко дышат, не выделяют вредных веществ, обладают способностью абсорбировать запахи, превосходной шумоизоляцией, поддерживают постоянную влажность и в целом создают превосходный микроклимат. Эксплуатационная влажность соломы в конструкциях дома устанавливается на значительно более низком уровне (6 - 8%), чем уровень в 18 - 20%, при котором возможно развитие жизнедеятельности гнилостных грибков и бактерий. В правильно построенном соломенном доме не заводятся грызуны. Соломенные стебли имеют высокую относительную прочность (выше, чем у дерева) и неравномерную плотность в малом масштабе. Кроме того, солома имеет теплопроводность в 7 раз ниже, чем кирпич, и в 4 раза ниже, чем дерево. Стены толщиной 40 – 45 см обладают такой же теплоизолирующей способностью, как кирпичная кладка толщиной 70 см, а также рядом других преимуществ: легко "дышат", не выделяют вредных веществ, связанных с тепловой обработкой. Затраты на отопление такого дома снижаются в 4 - 5 раз. Долговечность таких домов 300 – 400 лет и после их «гибели» нет проблем с утилизацией строительного мусора. Недостаток

технологии – большая трудоемкость и большие сроки строительства, обусловленные временем сушки самонесущего наполнителя стен [4].

Саман содержит всего 10% соломы, а остальное – глина с добавлением органики. Конструкция саманного дома на хорошем фундаменте и с надежной, не протекающей крышей, может прослужить более пятисот лет, пережив тем самым традиционные каркасные дома. Прочность саманному дому обеспечивает плотно переплетенные волокна соломы в структуре материала. Глинистый грунт разводят водой, разминают в ямах, ящиках или на ровных площадках и тщательно перемешивают с добавками. Сырцовая прочность при растяжении глинобетона зависит от жирности глины и времени приготовления смеси. Оптимальное время перемешивания определяют опытным путём на небольших образцах. Размеры сырого кирпича не имеют чётких стандартов и в зависимости от местных условий могут быть крупного, среднего и мелкого размера (25×12×7 см). Хороший кирпич прочен, не разбивается при падении с высоты двух метров [5].

С X века начинается каменное строительство [6]. Белый природный камень стал главным градостроительным материалом Древней Руси. Вяжущие свойства обожженного, размолотого и размоченного известняка позволяли возводить прочные стены из любого камня. Для скрепления каменных башен и стен применялся известковый раствор, а саму кладку вели с деревянных лесов. Первый «СНиП» на строительные работы был издан в XI веке и назывался «Строительный устав». Многие творения древних зодчих до сих пор существуют потому, что под фундаментами зданий расположены мощные известняковые массивы [7].

Наиболее широко известняк применяется как строительный материал. Прочность многих сортов известняка достаточна для возведения многоэтажных строений. Тонкие пласты износостойчивого камня – известковый плитняк – являются собой готовый материал для облицовки строений и мощения дорожек. Слоистый известняк с выраженным рельефом выветривания ценится декораторами, дизайнерами и ландшафтными архитекторами [8].

Среди рассмотренных **природных строительных материалов**, используемых в строительстве русского дома, **наиболее приемлемым для современного «зеленого» строительства**, на наш взгляд, является солома. Важное преимущество с экологической точки зрения – это доступность такого материала. В России ежегодно образуется около 800 миллионов тонн ржаной и пшеничной соломы. Значительная ее часть сжигается. Для выращивания соломы на дом площадью 100 кв. м. достаточно около 4-х гектаров посевов зерновых. В России пшеницей и рожью засеваются 26 - 28 млн. гектаров. Половины получаемой соломы достаточно для возведения 390 млн. кв. м. жилья в год или 2.6 млн. домов по 150 кв. м. Каркасно-соломенные технологии позволят ускорить решение жилищной проблемы в России [9].

Солома как природный строительный материал обладает целым рядом преимуществ перед другими, используемыми в строительстве натуральными материалами. Солома – наилучший стеновой материал Прессованная солома

является наилучшим утеплителем, а, в ряде случаев, и несущим строительным материалом. Теплоизоляционные свойства соломенного блока при стандартной толщине в 0,4 – 0,5 м. обеспечивают сопротивление теплопередаче стены 7 – 9, что, в три раза лучше нормы и, как правило, достаточно для создания энергопассивного (безотопительного) дома. Солома, будучи пористым материалом, обладает хорошими звукоизоляционными свойствами. Солома долговечна за счет повышенного в 2 - 3 раза содержания в ней кремнезема. Это более стойкий материал, чем древесина, что подтверждается более чем столетним опытом эксплуатации домов построенных из соломы. Способность «дышать» - свойство пористых строительных материалов впитывать и возвращать влагу и удалять из воздуха помещений вредные примеси. Солома «дышит» значительно лучше дерева, обладает великолепными парозащитными свойствами, механизм которых до конца еще не ясен. За счет повышенной способности к испарению неравновесной влаги, соломенные конструкции имеют устойчивость к увлажнению и могут переносить даже непродолжительные наводнения. При отсутствии протечек устойчивость к биоповреждениям высокая, солома не гниет. Существуют специальные приемы строительства из соломы, препятствующие поселению грызунов. При правильном строительстве грызуны не представляют проблемы в соломенных домах и без них. Соломенные стены обладают высокой ремонтпригодностью. Огнестойкость соломы намного выше огнестойкости дерева за счет увеличенного в 2 - 3 раза содержания кремнезема. Плотные спрессованные тюки (плотностью 200 - 300 кг/м³) не горят. Как каркасная, так и бескаркасная технологии строительства из соломы позволяют обеспечить требуемую устойчивость к ветровым воздействиям. В бескаркасных соломенных домах усадка нет за счет предварительного напряжения стен металлической арматурой. В каркасно-соломенных домах усадка отсутствует за счет каркаса. Каркасная технология позволяет устраивать любую внешнюю отделку любыми штукатурками и красками. Соломенный дом возводится быстрее и требует меньше трудозатрат, чем кирпичный или бетонный. Строительство может вестись круглогодично. Требования к квалификации рабочих минимальны. Экономичность заключается в низкой стоимости соломы, а также в сопутствующей строительной экономии на трудозатратах, фундаменте, системе отопления и т.д. На отопление соломенного дома уходит в 5 - 15 раз меньше топлива. Строительные технологии с использованием соломы сертифицированы во многих странах, в том числе в Белоруссии, Германии, Турции, Скандинавии, Англии, Венгрии, Китае и в Монголии.

Наряду с массой достоинств, природный строительный материал – солома имеет некоторые недостатки. Соломенные дома уступают по прочности кирпичным и бетонным. Неправильно построенные каркасные дома, могут обладать повышенной зыбкостью, слабой шумозащитой. Главными врагами дома из соломы является влага, и недобросовестное проведение строительных работ. [10]

Выводы. В результате достижения цели исследования выявлены экологические особенности строительства русского дома, приемлемые для современно-

го «зеленого» строительства и выбран наиболее экологичный природный строительный материал - солома. Снижение негативных экологических воздействий от строительства и эксплуатации соломенного дома и проявляются в следующем:

- серьезно снижается антропогенная нагрузка на природную среду, поскольку солома — продукт ежегодно возобновляемый;
- требуется меньше пиломатериалов — сохраняются лесные ресурсы;
- сведено к минимуму использование различных токсичных материалов, таких как гипсокартон и гипсовые смеси, пенно- и газобетон, которые способны вызывать хронические заболевания, и сокращают продолжительность жизни человека;
- использование в качестве отделочных материалов глины и извести. Глина – природный абсорбент. Известь – антисептик, который способен убить микробы и очистить воздух помещения;
- высокий уровень шумоизоляции стен;
- технология строительства из плотно спрессованных тюков более устойчива к пожару, чем постройка из кирпича, пенополистерола, железобетона, дерева или пенобетона. Также жаростойкость обеспечивает глиняная штукатурка. При пожаре глина обжигается, превращается в керамику и не дает огню добраться до соломенных блоков;
- энергоэффективность обеспечивается тем, что солома – лучший изолятор тепла, чем дерево или камень;
- отсутствует проблема со строительным мусором. Соломенный дом демонтируется без загрязнения среды, а экологически чистые строительные материалы на протяжении длительного срока эксплуатации не ухудшают своих характеристик и поддерживают благоприятный микроклимат;
- благоприятное влияние факторов микроклимата дома на функциональные системы человека с учетом его компенсаторных (адаптивных) возможностей. «Дышащие» стены регулируют влажность и температуру в доме, приводя их к оптимальным значениям. Солома используется для защиты от геопатогенных воздействий.

Заключение. Современное «зеленое» строительство может обеспечить снижение негативных экологических воздействий на окружающую среду основываясь на принципах строительства русского дома и используя природный строительный материал – солому. Это даст возможность человеку двигаться в направлении достижения цели устойчивого развития.

Список литературы

1. Русский экологичный дом. // Газета «Родовая Земля» №10 (016) 2005 г. [Электронный ресурс]. - URL: <https://zeninasvet.ru>
2. Широков Е.И., Лапин Ю.Н., Надденный А.В. Технология строительства энергоэффективных домов из натуральных материалов. [Электронный ресурс]. - URL: <https://allyslide.com/ru/presentation/prezentaciya-energoeffektivnoe-stroitelstvo>

3. Русская изба – технологии строительства предков. [Электронный ресурс]. - URL: <http://kaminstroy.org/>
4. Широков Е.И. Из истории строительства соломенных домов. [Электронный ресурс]. - URL: <http://yaradom.ru/articles/148-iz-istorii-stroitelstva-solomennykh-domov-shirokov-e-i>
5. Дом из самана. Особенности и технология строительства. [Электронный ресурс]. - URL: <http://yaradom.ru/articles/118-dom-iz-samana-osobennosti-i-tehnologiya-stroitelstva>
6. Технологии строительства в древнем мире. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.kakprosto.ru/kak-855796-tehnologii-stroitelstva-v-drevnem-mire#ixzz5Ye5YtHVm>
7. Каменное строительство на Руси. [Электронный ресурс]. - URL: <https://fraukorps.livejournal.com/18782.html>
8. Известняк. [Электронный ресурс]. - URL: <http://finesell.ru/prirodniye-kamni/izvestnjak.html>
9. Р. Кунц Теплодом из соломенных блоков. Руководство по планированию и конструированию. – Швейцария, изд-во: Oekofacta GmbH, 2008 – 87 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://neoklassika.ru/index.php/knigi-na-russkom-yazyke/133-teplodom-iz-solomennykh-blokov>
10. Дома из соломы — это действительно реально, тепло и надежно! [Электронный ресурс]. - URL: <http://decorwind.ru/doma-iz-solomy-eto-dejstvitelno-realno-teplo-i-nadezhno/#i-2>

МОСТ МЕЖДУ ПРИРОДОЙ И ЧЕЛОВЕКОМ

В.И. Шаповалова, Е.Е. Лучникова

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос взаимодействия окружающей среды и человека, негативное влияние жизнедеятельности человека на экосистемы и способы борьбы с ним.

Ключевые слова: экологические проблемы, окружающая среда, перенаселение, загрязнение.

THE BRIDGE BETWEEN NATURE AND MAN

V.I. Shapovalova, E.E. Luchnikova

Tomsk state university of architecture and civil building

Abstract. The article considers the issue of interaction between the nature and humans, also the negative impact of human activity on ecosystems and ways of solution this problem.

Keywords: environmental problems, environment, overcrowding, pollution.

Всем известно, что численность населения нашей планеты стремительно растет с каждым годом, что становится все более и более насущной проблемой. Вопрос перенаселения небезосновательно связывают с увеличением числа природных катаклизмов. Мы наносим непоправимый вред экосистемам Земли, и это требует незамедлительного решения проблемы. Жизнь по принципу «по-

сле нас хоть потоп», когда существует столько различных технологий, способных помочь хотя бы частично, никак не вписывается в рамки современного цивилизованного мира [1, с. 31-33].

Перенаселение одна из основных экологических проблем, которая является причиной множества других, не менее катастрофичных проблем современного общества. Обратим ли мы внимание на количество производимых бытовых отходов, будем ли жаловаться на недостаток пригодной для потребления воды и вырубку лесов, вспомним ли о вымирании целых видов живых существ и растений – все это не произошло бы так стремительно быстро, а то и вовсе бы было предотвращено, если бы не такое огромное количество людей. Для примера можем сравнить Землю и небольшое озерцо – отдельное царство природы, в которое не вмещается человек. Никогда там не произойдет перенасыщение водными существами, потому как там действует естественный отбор, и природа в целом всегда стремится к гармонии, все находится в равновесии и не противоречит естественному ходу событий. Человек, к сожалению, уже давно отстранился от природы. Наши успехи в развитии медицины и компьютерных технологий, а также улучшение уровня жизни, несмотря на все свои положительные стороны, все-таки имели и пагубные для нас последствия. Теперь, когда человек может контролировать продолжительность жизни, он обязан нести повышенную ответственность за все свои действия [2, с.162-165]. Не стоит «плевать в колодец» и безответственно жить не только не стараясь помочь, но и более того, поступая во вред природе. Каждый должен начать именно с себя. Отдать то небольшое, что может быть полезно, чтобы принести большую пользу впоследствии – вот каким должно быть настроение современного человека. Это то, что безусловно дало бы значимый результат, если бы было исполнено на самом деле. Разумеется, кроме личной ответственности и бережного отношения каждого человека, следует уделить отдельное внимание самому контролю роста населения Земли в целом [3, с. 96].

Следует помнить, что данная проблема априори не может решиться в считанные дни. Единственное более или менее осуществимое решение это расселение и контроль рождаемости на законодательном уровне. Общество подсознательно само стремится к сокращению. Примером могут служить childfree семьи, то есть супружеские пары, которые не планируют продление своего рода. Или же люди, ставящие свою профессиональную реализацию на первый план, в ущерб общепринятому семейному быту. Таких людей становится все больше и это в общем отвечает тенденции развития современного мира, когда развитие технологий позволяет расширить возможности раскрытия личного потенциала каждого отдельно взятого человека. Но не стоит забывать, что это не полное решение проблемы. Необходимо помимо всего прочего воспитывать самосознание и прививать бережное отношение к природе [4, с. 10-13].

Важно понимать, что экология Земли это проблема, которая касается непосредственно каждого из нас. Мы не можем полностью нейтрализовать причиненный нами вред, но мы тем не менее можем сократить его негативное влияние на природу. Обыкновенная сортировка мусора и дальнейшая его перера-

ботка уже дает неплохой результат. Нашумевшая новость о том, что в Швеции закончился мусор ярчайший пример того, как крупнейшее скандинавское государство, решив «разобраться» с отходами, достигло успеха. И этому примеру стоит следовать всем уважающим себя организациям на абсолютно всех уровнях без исключения, пусть это будет целая страна или же рядовое промышленное предприятие [5, с. 199-201].

В настоящее время можно заметить увеличение количества волонтерских движений и акций, направленных на улучшение состояния окружающей среды, что, безусловно, не может не радовать. Поддержание и активная пропаганда мероприятий «спасательного» характера со стороны влиятельных людей или организаций по всему миру несомненно привнесли бы немалую пользу общему делу. Однако, это абсолютно не значит, что помогать должны только успешные и обеспеченные люди, важно, чтобы каждый сам для себя понимал, как важно не только улучшение общего состояния экологии нашей планеты, но и поддержание порядка на ней, во избежание ухудшения ее состояния [6, с. 65-70].

Современный мир страдает не только от перенаселения, загрязнения водоемов, их окисления, вырубки лесов, вымирания целых видов животных, озоновых дыр, скопления неорганического мусора, отравляющего почву загрязнения атмосферы и прочего. Главная проблема – безразличие большинства. Недостаточный уровень осознания себя как части огромного мира, где все без исключения взаимосвязано и создано для максимально продуктивного сосуществования. Прогресс в развитии общества и его достижения, как видно, в чем-то не только не продвинули нас вперед, но откинули назад.

Экологические проблемы требуют незамедлительного решения. В настоящее время отмечен возрастающий темп ухудшения состояния экологии в целом, и меры, направленные на предотвращения большего ущерба окружающей нас среде, должны быть приняты незамедлительно и повсеместно. В связи с этим нельзя обойтись без привлечения все большего количества людей, равнодушных к будущему нашей планеты [7, с. 1541-1543]. Движение за сохранение природы должно быть максимально распространено и заметно. К сожалению реклама подобных проектов не приводит к ожидаемым результатам притока масс, в частности, как раз-таки огромное количество граждан нашей планеты влияет на этот фактор, ведь в понимании большинства всегда найдется тот, кто поможет, кроме меня. Мысль о том, что природе нужна наша помощь, должна внедряться на подкорки сознания, звучать на каждом повороте, встречаться за каждым углом, озвучиваться в каждой рекламной компании, быть как вирус, чтобы привлечь к себе действительное внимание.

Бесспорно, людей, сопереживающих снижению качества экологической среды постепенно становиться больше. Это вселяет надежду, что с дальнейшим распространением идеи помощи окружающей, их число будет непрерывно расти и в итоге, набрав необходимый оборот, станет наконец возможным внести результативные и заметные изменения в лучшую сторону. А с пониманием важности данного вопроса взгляды современных людей на взаимоотношения с

природой кардинально поменяются и бережное отношение станет негласным правилом и долгом каждого из нас [8, с. 170-173].

Список литературы

1. Гегамян, М. А., Горбунова, О. Н. Перенаселение Земли глобальная социально-экономическая проблема / М. А. Гегамян, О. Н. Горбунова // Социально-экономические явления и процессы. 2011. №9. С. 31-36.
2. Олейников, Ю. В. Влияние природной среды на развитие человека / Ю. В. Олейников // История и современность. 2013. №2. С. 162-181.
3. Кушхова, А. М. Проблемы исследования взаимовлияния человека и природы / А. М. Кушхова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. 2010. №4. С. 96-99.
4. Фельдштейн, Д. И. Человек в современном мире: возможности развития / Д. И. Фельдштейн // Человек и образование. 2009. №3 С. 10-16.
5. Чернышов, В. И. Обращения с твердыми бытовыми отходами в Швеции / В. И. Чернышов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016. №1. С. 199-201.
6. Зерщикова, М. А. Последствия загрязнения окружающей среды и их влияние на экономические показатели (методы сохранения и улучшения состояния окружающей среды) / М. А. Зерщикова // Инженерный вестник Дона. 2011. №1. С. 65-77.
7. Алиев, Ш. М., Набиева, Д. Н. Экологическое образование как фактор сохранения окружающей среды / Ш. М. Алиев, Д. Н. Набиева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. №1(7) С. 1541-1543.
8. Дмитриева, Н. В. Современное состояние проблемы взаимоотношения природы-человека общества: социально-философский анализ / Н. В. Дмитриева // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2012. №1. С. 170-175.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ПИРОЛИЗА

А.Н. Шаронов, В.И. Блоцкий, Е.А. Шаронов

*Военная академия материально-технического обеспечения им.генерала армии
А.В. Хрулева (г. Санкт-Петербург)*

Аннотация. В статье разработана опытно-промышленная установка по переработке твердых бытовых отходов. Установка предполагает перерабатывать углеводородное сырье методом газификации (пиролиза) в топливные компоненты для получения газа и строительного материала. Приведена принципиальная схема установки, состав оборудования и процесс термического разложения твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: *твердые бытовые отходы, утилизация, пиролизер, система топливоподачи, плазмотрон, реактор.*

TECHNOLOGICAL SCHEME OF PILOT PLANT FOR PROCESSING OF MUNICIPAL SOLID WASTE BY PYROLYSIS

A.N. Sharonov, V.I. Blacki, E.A. Sharonov

Military Academy of logistics.army General A.V. Khruleva (Saint-Petersburg)

Annotation. The article developed a pilot plant for the processing of municipal solid waste. The installation involves processing hydrocarbon raw materials by gasification (pyrolysis) into fuel components to produce gas and construction material. The schematic diagram of the installation, the composition of the equipment and the process of thermal decomposition of municipal solid waste.

Keywords: *solid domestic waste, utilization, pyrolyzer, fuel supply system, plasma torch, reactor.*

Жизнедеятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов. Резкий рост потребления в последние десятилетия во всем мире привел к существенному увеличению объемов образования твердых бытовых отходов (ТБО). В настоящее время масса потока ТБО, поступающего ежегодно в биосферу достиг почти геологического масштаба и составляет около 400 млн. тонн в год.

Утилизация и переработка твердых бытовых отходов (ТБО) является актуальной не только для экономики гражданского сектора, но и для воинских подразделений вооруженных сил РФ. Использование технологий переработки ТБО позволяет производить новые материалы для дальнейшего использования в строительстве, коммунальном хозяйстве (отопление, горячее водоснабжение, производство электроэнергии), а также в других отраслях экономики.

Процессы термического разложения органических и неорганических соединений называются пиролизом. Особенностью сжигания при этом методе считается ограничение доступа кислорода. Данный способ утилизации считается безотходным (малоотходным) и позволяет создавать циклический механизм переработки твердых бытовых отходов. В результате переработки органических отходов получают два вида продуктов: кокс и жидкие компоненты: пиролизный газ и смолы. Для реализации метода требуется соответствующее оборудование.

Рассмотрим технологическую схему переработки твердых бытовых отходов и принципиальную схему опытно-промышленной установки по переработке углеводородного сырья в топливные компоненты путём газификации (пиролиза) [1-3]. Установка предназначена для утилизации ТБО (твердых бытовых отходов) и получения синтез-газа, а также строительного материала четвертого (пятого) класса опасности, получаемого из шлака, образующегося в нижней части реактора. Принципиальная схема установки представлена на рис.1.

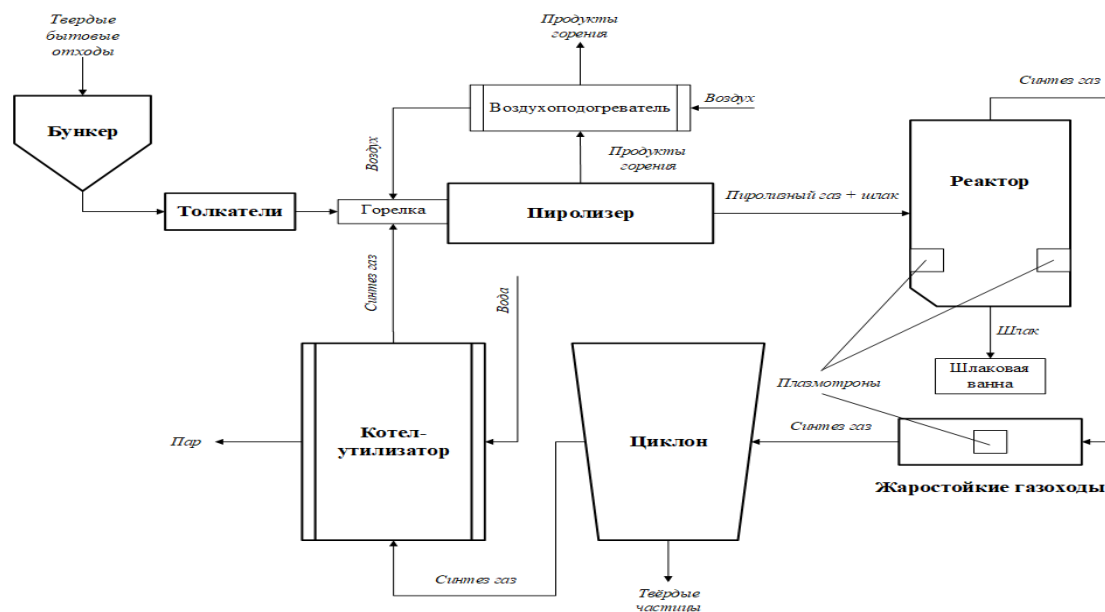


Рис. 1. Технологическая схема переработки ТБО на основном топливе

Твердые бытовые отходы с заранее определенной фракцией загружаются в расходный бункер через загрузочное отверстие, расположенное в верхней части. Под действием собственного веса отходы перемещаются в нижнюю часть, имеющую приемные отверстия толкателей поршневого типа. При проектировании расходного бункера необходимо предусмотреть люк-лаз в нижней части для обслуживания и уровнемер для оценки загрузки. Минимальные и максимальные уровни топлива можно контролировать удалённо посредством лазерных датчиков.

Толкатели могут быть выполнены в виде цилиндрического устройства основными частями которого являются корпус, поршень и гидродинамический цилиндр. Основной задачей толкателей является обеспечение требуемого расхода ТБО в обогреваемые трубы пиролизера. В каждом цилиндре толкателя сделано приёмное окно для попадания материала (ТБО) из бункера. Для обеспечения надежной работы толкательно-поршневой системы предусматривается маслостанция, включающая в себя емкость для масла, регулируемую и запорную арматуру, а также масляные насосы и систему охлаждения масла.

С помощью гидроприводов масляной системы ТБО поступает в зону их подогрева продуктами сгорания от горелочного устройства, установленного горизонтально (для удобства настройки и обслуживания) и закрепленного на коробе горячих газов, представляющих собой систему из двух-трех ходов. По ходу движения продуктов сгорания на небольшом расстоянии от толкательно-поршневой системы в горизонтальном коробе могут быть установлены воздухоподогреватель (воздух в него подается от вентилятора) и подогреватель сетевой воды, поступающей из котельной и уходящей после подогрева в нее. Воздух, нагретый в воздухоподогревателе, поступает в горелочное устройство. Охлажденные в вышеперечисленных теплообменниках дымовые газы, выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу.

Эскиз системы топливоподачи, включающей в себя бункер, толкатели и маслостанцию представлен на рис.2.

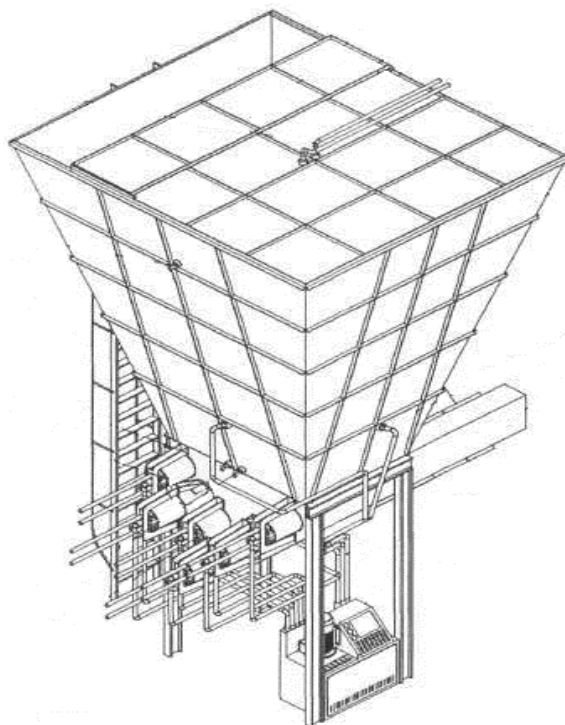


Рис. 2. Технический рисунок системы топливоподачи

Основной задачей пиролизера является организация процесса термического разложения ТБО в отсутствие окислителя при температуре порядка 800 °С. ТБО поступает в пиролизер из системы подачи посредством гидравлических толкателей. Продукты сгорания основного или резервного топлива отводятся в конвективную шахту, получаемый пиролизный газ и другие продукты пиролиза поступают в реактор.

Пиролизер представляет собой прямоугольный газоход, внутри которого располагаются обогреваемые трубы. Входные части обогреваемых труб оборудуются фланцами для стыковки с ответными частями труб толкателей.

Газоход выполняют из жаростойкой стали с применением наружного оребрения из уголка. При проектировании пиролизера учитываются его габариты при перевозке железнодорожным и автомобильным видом транспорта. При превышении размеров конструкцию необходимо выполнять в виде модулей, предусматривая лазы для удобства последующего монтажа. Пиролизер необходимо оборудовать бобышками для установки датчиков температуры, контроля факела и состояния обогреваемых труб, штуцерами импульсных линий датчиков давления, устройством доступа для зондов газоанализаторов.

В технологической схеме установки реактор расположен между пиролизером и газоходами с плазмотронами. Основной задачей реактора является термическое разложение твердых и жидких продуктов пиролиза в плазме с полу-

чением первичного синтез-газа и смешения его с пиролизным газом, а также расплав и вывод шлака в систему шлакоудаления.

Твердые и жидкие продукты поступают из пиролизера в нижнюю часть реактора на наклонную поверхность, где обрабатываются и газифицируются потоком плазмы, после чего шлак стекает в выходное отверстие летки. Расплавленный шлак сливается в шлаковую ванну, откуда удаляется скреперами. В шлаковую ванну подается вода. Интенсивность подачи воды определяется показанием соответствующего контактного датчика уровня, установленного в шлаковой ванне. Работа скреперов регулируется локальной системой автоматизированного управления шлакоотводом, по показаниям датчика уровня шлака, установленного в шлаковой ванне.

На боковых и задней стенах реактора расположено по одному фланцу для плазмотронов, направленных вниз под углом 45° к центру выходного отверстия. В задачу данных плазмотронов входит разогрев твердых и жидких продуктов пиролиза до температур выше температуры плавления золы, а также поддержания постоянной температуры выходного отверстия на уровне $1300\text{...}1400^\circ\text{C}$.

В верхней части реактора располагают выходные отверстия облицованных огнеупорной изоляцией. Газообразные продукты пиролиза в смеси с продуктами плазменной газификации твердых и жидких продуктов пиролиза поступает через эти отверстия в газоходы, в которых подвергаются дополнительной термической обработки плазмой. Так же в верхней части реактора расположен взрывной клапан, для обеспечения взрывобезопасности. Внутренняя поверхность реактора покрывается комбинированной многослойной огнеупорной изоляцией. Толщина футеровки реактора определяется из условия сохранения наружной температуры стенки не более 55°C . Для контроля температуры разогрева массы твердых и жидких продуктов пиролиза в верхней части реактора можно расположить фланец для установки пирометра, направленный в сторону летки. В верхней части реактора так же расположены бобышки для установки датчиков температуры газовой смеси и импульсные трубки для датчиков давления. Для визуального контроля поступления продуктов пиролиза в реактор на какой-либо стенке реактора располагают гляделки.

Задачей жаростойких газоходов является транспортировка газовой смеси к плазмотронам, размещение плазмотронов и участка термической обработки, транспортировка полученного синтез газа конечного состава в горячий циклон. Газоходы имеют внутреннюю огнеупорную футеровку, аналогичную по конструкции футеровки стен реактора. Для контроля температур и давления на участках газохода расположены бобышки для установки термомпар и штуцера импульсных линий датчиков давления. Плазмотрон (рис.3) состоит из катодного узла, включающего в себя медную обойму (1), в которую запрессована графитовая вставка (2) и размещен соленоид (3), анодного узла, состоящего из медного водоохлаждаемого электрода сложной геометрии (5), в конусной части которого установлены графитовая вставка (6) и соленоид (7) и поджигающего электрода (4).

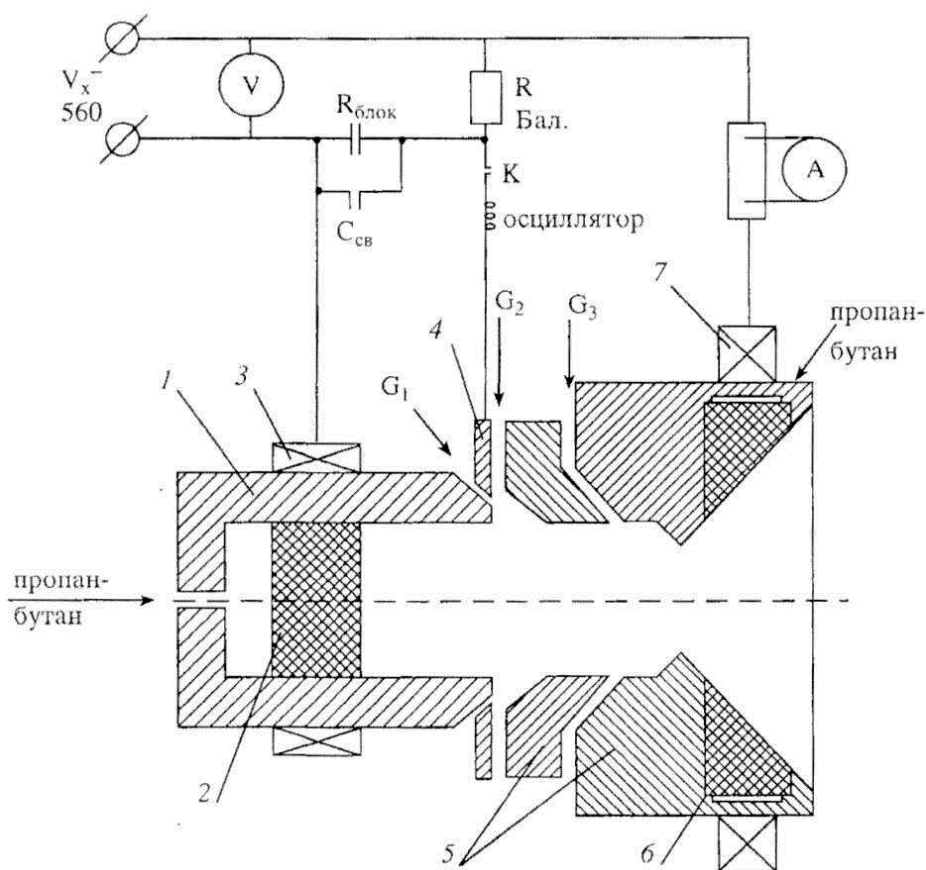


Рис. 3. Схема плазматрона

Для обеспечения работы плазматрона создается система распределенной подачи плазмообразующего газа G_1 -70%, G_2 -20%, G_3 -10%. Плазмообразующим газом является воздух. Интенсивность работы плазматронов регулируется локальной системой автоматизированного управления плазматронами по показаниям бесконтактного датчика температуры, расположенного на крышке реактора. Для работы плазматронов подается воздух и из соответствующей ёмкости (баллонной рампы) подводится пропан. Регулирование подачи воздуха и пропана, а также алгоритм и параметры определяются локальной системой автоматизированного управления плазматронами.

В технологической схеме установки горячий циклон расположен между газоходами синтез-газа с расположенными в них плазматронами и системой охлаждения синтез-газа. Основной задачей горячего циклона является улавливание и удаление твердых частиц из получаемого синтез-газа, а также увеличение времени пребывания синтез-газа в зоне высоких температур, для эффективного термического разложения углеводородных компонент газа. Под циклоном размещается шлюзовая системы отвода уловленного материала. В корпусе циклона должен быть установлен датчик уровня, инициирующий открытие шлюзовых затворов при повышении уровня твердой фракции в циклоне. Для проектируемой установки может быть выбран серийный циклон. Необходимо учитывать размер обмуровки на размер проходного сечения, применение обмуровки позволит использовать более доступную по цене сталь. Однако, отсут-

ствие достоверных данных по работе циклонов при столь высоких температурах газов (порядка 1200 °С) не позволяет достоверно рассчитать эффективность их работы.

Основной задачей котла-утилизатора является утилизация тепла синтез-газа, поступающего из горячего циклона и выработка пара для впрыска в реактор. Количество ступеней теплообменников и их размеры выполняется согласно нормативному методу. После теплообменников котла-утилизатора синтез-газ поступает в общий трубопровод. Из общего трубопровода часть синтез-газа подаётся компрессором с частотным регулятором к горелке установки, при этом сокращается подача природного газа на горение. Во время пуска установки и до момента выхода на режим, весь получаемый синтез-газ сжигается при помощи запального факела, установленного на общем трубопроводе.

Повышение производительности установки достигается за счёт увеличения скорости работы толкателей толкательно-поршневой системы с соответствующим повышением скорости подачи сырья и регулирования мощности горелки.

Таким образом, утилизация и переработка твердых бытовых отходов на представленной опытно-промышленной установке, позволит перерабатывать углеводородное сырьё в топливные компоненты для получения газа и строительного материала.

Список литературы

1. Мухина Т.Н., Барабанов Н.Л., Бабаш С.Е. Пиролиз углеводородного сырья. М.: Химия, 1987. – 240с.
2. Стариков В.Г. Пути интенсификации процесса пиролиза углеводородного сырья. Дис. канд. техн. наук. М.: МИНХ и ГП им. И.М Губкина. – 1997. – 141с.
3. Шаронов А.Н., Шаронов Е.А. Обоснование оборудования хлебопекарни арктической. Сборник научных статей ВА МТО. – СПб. Изд-во Политехнического университета. Выпуск 3(9) 2018 г. С.115-132.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА, ПОЛУЧЕННОГО КАТАЛИТИЧЕСКИМ РАЗЛОЖЕНИЕМ СМЕСИ ПРОПАНА И БУТАНА, В КАЧЕСТВЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ДОБАВКИ К ТОПЛИВУ

М.С. Широбокова, М.В. Попов

Новосибирский государственный технический университет

Аннотация. В данной работе рассматривается получение водорода методом каталитического разложения смеси пропана и бутана технического (СПБТ), для последующего его добавления в газомоторное топливо в качестве энергоэффективной присадки, улучшающей экологические показатели топлива.

Ключевые слова: топливо, энергоэффективность, двигатель внутреннего сгорания, углерод, водород, реактор.

STUDY OF THE USE OF HYDROGEN OBTAINED BY CATALYTIC DECOMPOSITION OF A MIXTURE OF PROPANE AND BUTANE AS AN ENERGY EFFICIENT ADDITION TO FUEL

M.S. Shirobokova, M.V. Popov
Novosibirsk State Technical University

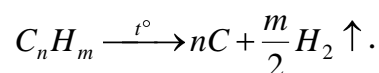
Annotation. This paper discusses the production of hydrogen by catalytic decomposition of a mixture of liquefied petroleum gas (LPG), for its subsequent addition to gas fuel as an energy efficient additive that improves the environmental performance of the fuel.

Keywords: fuel, energy efficiency, internal combustion engine, carbon, hydrogen, reactor.

На данный момент автомобильный транспорт считается неотъемлемой частью жизни современного человека. Автопарк России в 2017 год насчитывает 42 млн. единиц, что на 50% больше, чем 10 лет назад [1]. За ростом числа автомобилей следует и рост количества токсичных выбросов, таких, как оксид и диоксид углерода, оксиды азота, а так же не полностью сгоревшие углеводороды. В связи с этим, необходимым к решению вопросом считается уменьшение количества вредных выбросов работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Перспективный способ решения вышеуказанной проблемы – использование водорода в качестве присадки к бензинам или газомоторному топливу (ГМТ). Использование такой присадки позволяет получить не только топливо с меньшим количеством токсичных выбросов, но и улучшить его характеристики при сгорании в ДВС [2].

Решением данной проблемы может быть использование на автозаправочных станциях реакторов для получения водорода по средствам разложения смеси пропана и бутана технической (СПБТ) в ходе термической или каталитической реакции [3]:



Данный процесс обладает такими преимуществами, как небольшая температура протекания (около 650 °С) и невысокие значения давления (от 1 до 5 атм). Так же существенным преимуществом является то, что СПБТ, применяемый для получения водорода, можно использовать и как ГМТ, что сокращает стоимость процесса. Эффективность таких реакторов представлена в табл.1.

Таблица 1

Максимальная объемная доля водорода и время протекания реакции при проведении реакции разложения СПБТ в реакторе на катализаторе

Катализатор	Давление, атм	%об. H ₂ (max)	Время протекания реакции, ч
50Ni - 40Mo	1	46,5	7,1
50Ni - 40Mo	3	44,6	2,8
50Ni - 40Mo	5	48,9	23,2
50Ni - 40Fe	1	44,5	14,1
50Ni - 40Fe	3	40,4	6,0

50Ni - 40Fe	5	49,7	20,8
50Ni - 40Co	1	39,8	14,2
50Ni - 40Co	3	55,5	15,2
50Ni - 40Co	5	47,5	20,2

Наибольшую эффективность в получении водорода проявили катализаторы, содержащие 40 массовых долей железа, кобальта или молибдена, при проведении реакций под повышенным давлением, так как позволяют получить наибольшее количество водорода и сохраняют катализирующие свойства наиболее продолжительное время.

Так же преимуществом данного способа получения является снижение себестоимости полученного водорода за счет побочного продукта – нановолокнистого углерода (НВУ) [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках Тематического плана НИР НГТУ по проекту ТП-ХХТ-1_17.

Список литературы

1. За 10 лет автопарк России вырос на 50%. [Электронный ресурс] // <https://www.autostat.ru/news/32958/> - (дата обращения 30.10.18).

2. Брызгалов А.А., Шайкин А.П. Добавка водорода в метановоздушную смесь газового двигателя. – Материалы 65-ой Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) "Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров" Международного научного симпозиума «Автотракторостроение – 2009» / Москва: изд-во МГТУ «МАМИ», 2009 г., – С. 25-33.

3. М. В. Попов, Е. А. Соловьев, И. С. Чуканов, Г. Г. Кувшинов. Влияние давления на процесс получения водорода каталитическим пиролизом пропана на биметаллических Ni-содержащих катализаторах // Химическая технология. – 2013. – № 7. – С. 420-430.

4. Попов М. В, Широбокова М.С. Исследование текстурных характеристик нановолокнистого углерода синтезируемого каталитическим разложением смеси пропана и бутана // Материалы 4 междунар. Рос.-Казахстан. науч.-практ. конф., Казахстан, Алматы, 12–13 апр. 2018 г. – Алматы : Казак университеті, 2018. – С. 26-27.

УМЕНЬШЕНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМАХ

М.А. Шишкалова, А.Е. Свистула, Е.С. Ошкало

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. Приведена методика построения оптимизационной скоростной характеристики тракторного дизеля с учетом режимов эксплуатации. Показаны результаты расчетно-экспериментального исследования вредных выбросов дизеля на режимах оптимизационной скоростной характеристики. Построены графические зависимости выбросов продуктов не-

полного сгорания и окислов азота в зависимости от скоростного режима и выбранного варианта оптимизации.

Ключевые слова: тракторный дизель, оптимизационная скоростная характеристика, вредные выбросы, продукты неполного сгорания, оксиды азота.

REDUCTION OF HARMFUL SUBSTANCES EMISSIONS OF THE TRACTOR DIESEL ON THE OPERATIONAL MODES

M.A. Shishkalova, A.E. Svistula, E.C. Oshkalo
Polzunov Altai State Technical University

Abstract. The technique of creation of the tractor diesel optimizing high-speed characteristic in the operation modes is given. Results of the diesel harmful emissions settlement pilot study on the optimizing high-speed characteristic modes are shown. Graphic dependences of emissions of incomplete combustion products and nitrogen oxides depending on the high-speed mode and the chosen optimization option are constructed.

Keywords: tractor diesel, optimizing high-speed characteristic, harmful emissions, products of incomplete combustion, nitrogen oxides.

Важной научно-технической проблемой современного двигателестроения является обеспечение постоянно ужесточающихся норм по расходу топлива и вредных выбросов отработавших газов (ОГ). Она решается комплексом разноплановых мероприятий, в том числе и выполнением ряда специфичных, связанных с особенностями работы потребителя [1,2]. Так в дизель-генераторах с все режимным генератором и преобразователем частоты, используемых в энергетических комплексах на базе гибридных энергоустановок, предпочтительна работа дизеля по некой оптимизационной характеристике, обеспечивающей наименьший расход топлива на заданной мощности. Для тракторных дизелей промышленного и сельскохозяйственного назначения необходимо иметь значение коэффициента приспособляемости порядка 1,4, что дает преимущества в тягово-экономических показателях и разгонных качествах машино-тракторного агрегата на различных эксплуатационных режимах [2-4].

Работа посвящена исследованию показателей рабочего процесса и вредных выбросов с отработавшими газами (ОГ) по оптимизированной скоростной характеристики дизеля в составе гибридной силовой установки транспортного средства с целью снижения выбросов токсичных веществ с отработавшими газами и расхода топлива на эксплуатационных режимах в широком диапазоне нагрузки и частоты вращения.

Как ранее отмечено в работах исследователей [4-6] методика определения оптимизационной зависимости частоты вращения от мощности и потенциального эффекта снижения расхода топлива основана на учете значения мощности Ne_{const} и принятого условия построения внешней скоростной характеристики (ВСХ). Основные положения следующие: если условие – получение максимальной мощности Ne_{max} для каждой частоты n вращения, то в диапазоне $Ne_{const} \geq (0,7 \div 1,0) Ne_{ном}$ – это нагрузочная характеристика с $n = n_n = const$, для мощностей менее $0,7 Ne_{ном}$ – это настроенная переменная частота $n_{ном}$. Если условие – мак-

симальная экономичность, то оптимизационная характеристика есть ВСХ. Если комбинация условий (сначала по экономичности, затем по мощности), то при $Ne_{const} \geq (1,0 \div 0,70) Ne_{ном}$ - это ВСХ, а при меньшей мощности - настройка оптимальной частоты. Настройка сводится к расчету частоты, для которой загрузка двигателя по заданному значению Ne_{const} будет составлять $K_3 = 70 \div 80$ % от развиваемой мощности на ВСХ.

Выбор варианта оптимизационной зависимости осуществлен проведением экспериментальных исследований на дизеле 6ЧН13/14 (Д-461 ВСИ) путем снятия серии нагрузочных характеристик [2]. В табл.1 представлены режимные параметры оптимизационной скоростной характеристики.

Таблица 1

Оптимизационная скоростная характеристика [2]

$n/n_{ном}$	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1	1
$Ne/Ne_{ном}$	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,59	0,64	0,68	0,72	0,75	0,77	0,8	0,9	1

Результаты обработки серии характеристик [7] (рис. 1) показывают предпочтительность (в случае наименьшего расхода топлива) оптимизации частоты по линии ОВСД (вариант 1) как комбинации ВСХ (линия ОВ) при $Ne_{const} = (1,0 \div 0,65) Ne_{ном}$ и ветви СД настройки $n_{опт}$ при $Ne_{const} < 0,65 Ne_{ном}$ в полном соответствии с условиями построения характеристики этого дизеля: на высоких частотах – обеспечение экономичности, на пониженных – достижение мощности. В этом варианте оптимизации частоты снижение расхода топлива g_e по отношению к расходу на нагрузочной характеристике (НХ) при $n = n_n$ происходит во всем диапазоне уменьшения мощности и достигает 20 % при $Ne_{const} = 0,4 Ne_{ном}$.

Вариант 2 эффективен для мощностей менее $0,65 Ne_{ном}$, а вариант ВСХ – для мощностей более $0,65 Ne_{ном}$.

Следующим этапом необходимо выполнить исследование изменения выбросов токсичных веществ с ОГ от мощности [7] для различных характеристик управления дизелем по названной оптимизационной характеристике (рис. 2).

Скорректированные значения всех токсичных компонентов, по сути приведенные к одинаковым расходам воздуха с нагрузочной характеристикой $n = n_n$, снижаются по ВСХ и по оптимизационным характеристикам и заметно приближаются к их значениям по нагрузочной характеристике $n = n_n$. При этом оптимизационные характеристики имеют меньше (на 40-50 %) значения выброса оксида углерода CO и сажи C , но выше (на 30-40 %) значения выброса окислов азота NO_x в определенных интервалах изменения мощности. Меньший выход сажи и окислов азота в диапазоне мощностей 120-160 кВт соответствует оптимизационному варианту 1. Достаточно высокие значения температуры на выхлопе по оптимизационным характеристикам позволяют предполагать существенный эффект снижения содержания NO_x внешними средствами нейтрализации, например, рекомендуется использование каталитического нейтрализатора окисного типа [8], ступенчатой подачи топлива [9]. Такое решение предусмотрено высокими значениями температур ОГ при работе на режимах ХПМ

и низким содержанием продуктов неполного сгорания. Достижимый эффект – снижение NO_x не менее 40 %, дополнительное снижение окиси углерода CO и углеводородов C_xH_y ; температура отработавших газов на режимах ХПМ и оптимизационной должна составлять 400-550 °С.

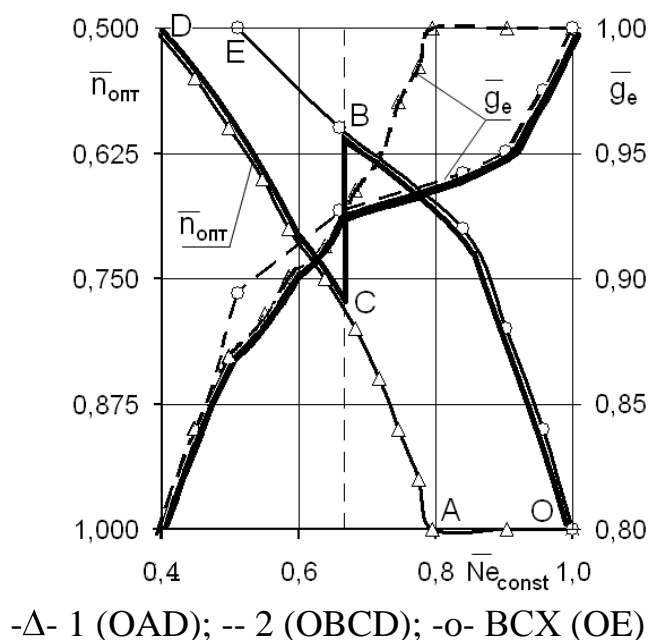
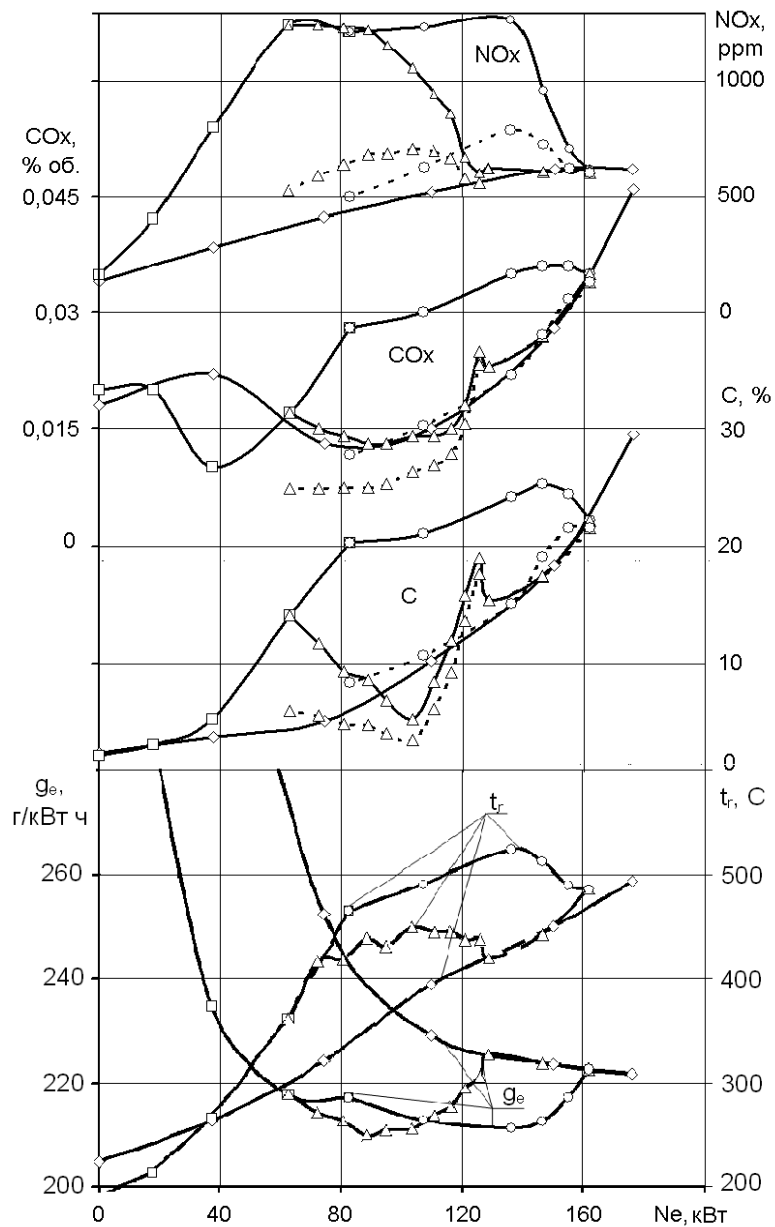


Рис. 1. Оптимизационная частота \bar{n}_{opt} и эффект снижения расхода топлива \bar{g}_e в зависимости от мощности $\bar{N}e_{const}$ для вариантов оптимизации [7]

Итак, обработкой результатов экспериментальных исследований подтверждено прогнозируемое снижение расхода топлива и уменьшение вредных выбросов продуктов неполного сгорания C и CO по оптимизационной характеристике $n_{opt} = f(Ne_{const})$, а выбросы окислов азота NO_x имеют более высокие значения. Высокие значения температуры на выхлопе по оптимизационным характеристикам позволяют предполагать существенный эффект снижения содержания NO_x внешними средствами нейтрализации.



-□- нагрузочная $n=1000 \text{ мин}^{-1}$; -◇- нагрузочная $n=2000 \text{ мин}^{-1}$;
 -○- ВСХ; -△- настройка на n_{opt} ;
 --- - прямые измерения; ---- скорректированные значения

Рис. 2. Зависимости удельного расхода топлива, температуры газов, содержания продуктов неполного сгорания и окислов азота в ОГ по характеристикам

Список литературы

1. Двигатели внутреннего сгорания: Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей [Текст] / Под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
2. Брякотин, М. Э. Построение характеристики постоянной мощности дизеля [Текст] / М. Э. Брякотин, Г. Д. Матиевский, А. Е. Свистула // Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2013. - Т. 5. - № 12 (115). - С. 51-54.
3. Копеин, А. В. Выбор скоростного режима первичных дизельных двигателей гибридных энергетических установок с целью улучшения их экологических характеристик [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А.В. Копеин. - Челябинск, 2008.- 153 с.
4. Свистула, А. Е. Оптимизационная скоростная характеристика двигателя [Текст] / Г. Д. Матиевский, А. Е. Свистула // Вестник Сибирского отделения академии военных наук. - № 10. – 2011. – С. 111-117.
5. Матиевский, Г. Д. Исследование оптимизационной скоростной характеристики двигателя постоянной мощности [Текст] / А. Е. Свистула, Г. Д. Матиевский // Двигатели внутреннего сгорания. - 2011. - № 2. - С. 46-49.
6. Брякотин, М. Э. Оптимизация скоростного режима дизеля по характеристике постоянной мощности [Текст] / А. Е. Свистула, Г. Д. Матиевский, М. Э. Брякотин // Известия Международной академии аграрного образования. - 2013. - Т. 4. - № 16. - С. 225-230.
7. Матиевский, Г. Д. Повышение экономичности и снижение вредных выбросов дизеля на режимах постоянной мощности [Текст] / А. Е. Свистула, Г. Д. Матиевский // Ползуновский вестник. - 2012. - № 3-1. - С. 113-117.
8. Кулманаков, С.П. Выбор и исследование нейтрализатора отработавших газов на эффективность очистки для дизеля, работающего на режимах постоянной мощности с системой топливоподачи CR [Текст] / В. А. Синицын, С. П. Кулманаков, Г. Д. Матиевский // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2011. - № 2. – С. 42-48.
9. Свистула, А. Е. Двойная подача топлива в дизеле с топливной системой непосредственного действия разделенного типа [Текст] / А. Е. Свистула, Г. Д. Матиевский // Ползуновский вестник. - 2009. - № 4. - С. 166-172.

БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

А.В. Эрмыш, А.А. Короткова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация. Представлена сущность комплексной переработки подсырной сыворотки по новой ресурсосберегающей технологии. Обоснован выбор способов использования продуктов фракционирования сыворотки с учетом достижения экономического, экологического и медико-социального эффектов.

Ключевые слова: *подсырная сыворотка, комплексная переработка, белковый мусс.*

WASTE-FREE TECHNOLOGY OF WHEY'S PROCESSING

A.V. Ermysh, A.A. Korotkova
Volgograd State Technical University

Summary. The complex processing essence of subcheese whey on new resource-saving technology is presented. The choice of use ways whey's fractionation products taking with accounting of economic, ecological and medico-social effects is reasonable.

Keywords: *subcheese whey, complex processing, proteinaceous mousse.*

Рост производства сыров ведет к увеличению объемов получаемой молочной сыворотки. Ввиду особенностей состава и свойств, ограничивающих возможности ее использования на пищевые цели, промышленной переработке подвергают около 20-30% молочной сыворотки [1, 2], преимущественно, подсырной, с получением, в основном, сухого продукта по весьма энергозатратной технологии. Часть сыворотки возвращают хозяйствам для откорма животных. Сливаемый в канализацию остаток сыворотки, содержащий большое количество органических веществ, значительно увеличивает показатели биохимического и химического потребления кислорода сточных вод, что свидетельствует о высокой загрязняющей способности и наносит вред окружающей среде [2, 3]. В связи с этим возникает необходимость поиска новых эффективных методов рационального использования подсырной сыворотки.

Разработанная технология предполагает комплексную безотходную переработку подсырной сыворотки с максимальным использованием ее фракций в целях полного вовлечения в хозяйственный оборот вторичных материальных и энергетических ресурсов. Оригинальная ресурсосберегающая технология реализует комплексный поэтапный подход к переработке сыворотки с получением широкого ассортимента продуктов и ингредиентов с высокой добавочной стоимостью, востребованных на отечественном рынке [4]. Организация производства предусматривает выделение из сыворотки сывороточных белков с последующей выработкой из него молочно-белкового мусса и ферментацией безбелковой осветленной сыворотки для получения сывороточных напитков. Целесообразность производства взбитого продукта обоснована хорошей пенообразующей способностью сывороточных белков. Использование осветленной подсырной сыворотки для выработки напитка целесообразно ввиду большого содержания лактозы, выступающей питательным субстратом для развития заквасочной микрофлоры, а отсутствие белков исключает специфический сывороточный привкус.

Сущность способа производства молочно-белкового мусса составляет взбивание сывороточных белков с добавлением растительного концентрата из мякоти бахчевых культур, выступающего источником подслащивающих веществ и пищевых волокон, обладающих функционально-технологическим свойством стабилизировать взбитую структуру продукта.

Подсырная сыворотка представляет собой грубодисперсную суспензию, дисперсной фазой которой являются хлопья сывороточного белка, а дисперсионной средой – безбелковая сыворотка-плазма, – истинный раствор молочного

сахара и природных солей. Для разделения сыворотки на фракции необходимо дестабилизировать дисперсную фазу. Метод термокислотной коагуляции сывороточных белков позволит получить мягкий сгусток с консистенцией, подходящей для взбивания. Оптимальная технология выделения сывороточных белков включает стадии нагревания сыворотки до температуры 90-95°C, подкисление лимонной кислотой до pH 4,5±0,1 и кислотности 30-35°Т с выдержкой при температуре нагрева не менее 5 минут, последующим раскислением до pH 6,0-6,5 и кислотности 10-15°Т и выдержкой не менее 15 минут. Использование вторичного молочного сырья и экономически доступных бахчевых культур в сочетании с технологическим приемом взбивания значительно снижает себестоимость продукта и увеличивает рентабельность производства.

Организация производства разработанных продуктов по усовершенствованной технологии позволит получить выраженные экономический, экологический и медико-социальный эффекты. Переработка вторичного молочного сырья на предприятиях сыродельной отрасли по представленной технологии выступает дополнительным источником прибыли. Главным аспектом экономической эффективности разработки является превращение фактических «отходов» сыродельного производства в коммерциализуемый продукт. Экологический эффект обусловлен уменьшением выброса промышленных отходов органического происхождения. Медико-социальный эффект обеспечивает биологически полноценный по всем незаменимым аминокислотам белковый состав мусса и витаминно-минеральный состав напитков.

Список литературы

1. Свириденко, Ю.Я. Использование молочной сыворотки и локальная очистка стоков / Ю.Я. Свириденко, Э.Ф. Кравченко, О.А. Яковлева // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – С. 58-60.
2. Щетинин, М.П. Производство и переработка молочной сыворотки в России и Алтайском крае / М.П. Щетинин, А.С. Дорохова // Ползуновский Вестник. – 2013. – № 4-4. – С. 80-84. Переработка молочной сыворотки: понятная стратегия, реальные технологии, адекватные инвестиции, востребованные продукты / Д.Н. Володин, М.С. Золоторёва, В.К. Топалов, И.А. Евдокимов, А.Г. Храмцов, П. Мертин // Молочная промышленность. – 2015. – № 5. – С. 111-116.
3. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учеб. пособие / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
4. Переработка молочной сыворотки: понятная стратегия, реальные технологии, адекватные инвестиции, востребованные продукты / Д.Н. Володин, М.С. Золоторёва, В.К. Топалов, И.А. Евдокимов, А.Г. Храмцов, П. Мертин // Молочная промышленность. – 2015. – № 5. – С. 111-116.

СЕКЦИЯ 7. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Председатель секции: кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры «Прикладная математика» Обухова Галина Александровна

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ СЕЛЕКТИВНОГО ГИДРИРОВАНИЯ ЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ ДО ГАММА-ВАЛЕРОЛАКТОНА

Д.А. Абусуек, Л.Ж. Никошвили

Тверской государственной технической университет

Аннотация. В работе исследовались катализаторы, синтезированные на основе благородных (Ru) и неблагородных металлов (Ni, Co, Cu, Zn), стабилизированных сверхсшитым полистиролом, в реакции гидрирования левулиновой кислоты до гамма-валеролактона. Изучено влияние концентрации и природы металла в каталитической системе. Показано, что неблагородные металлы неактивны в данной реакции в выбранном диапазоне температур и давлений, тогда как применение биметаллических катализаторов, а именно Ru-Co, позволяет в два раза повысить конверсию левулиновой кислоты (более 65%) по сравнению с монометаллическим рутений содержащим образцом.

Ключевые слова: левулиновая кислота, гамма-валеролактон, сверхсшитый полистирол, катализ, гидрирование.

BIMETALLIC CATALYSTS OF SELECTIVE HYDROGENATION OF LEVULINIC ACID TO GAMMA-VALEROLACTONE

D.A. Abusuek, L.Zh. Nikoshvili

Tver State Technical University

Abstract. The catalysts synthesized on the basis of noble (Ru) and non-noble metals (Ni, Co, Cu, Zn) stabilized by hyper-crosslinked polystyrene were investigated in the reaction of hydrogenation of levulinic acid to gamma-valerolactone. The influence of concentration and nature of the metal in the catalytic system was studied. Non-noble metals were shown to be inactive in this reaction in the selected temperature and pressure range, while the use of bimetallic catalysts, namely Ru-Co, allows nearly twofold increase of conversion of levulinic acid (more than 65%) in comparison with monometallic ruthenium-containing sample.

Keywords: levulinic acid, gamma-valerolactone, hyper-crosslinked polystyrene, catalysis, hydrogenation.

Открытия огромных нефтяных месторождений десятилетиями удерживают производство бензина и дизельного топлива в руках нефтяных компаний. Однако с недавним ростом цен на нефть наряду с проблемами глобального потепления, вызванного выбросами углекислого газа, возросло внимание к биотопливу, получаемому переработкой растительной биомассы [1]. Следует отметить, что биомасса является широко распространенным термином, означающим любой источник органического углерода, который быстро обновляется как часть углеродного цикла.

Растительное сырье, применяемое для производства биотоплив, разделяют на несколько поколений: сырье первого поколения производится из сахаров и растительных масел, являющихся сельскохозяйственными культурами. Источ-

ником сырья второго поколения являются лигноцеллюлозная биомасса или древесные культуры, сельскохозяйственные отходы или отходы растительного происхождения, источником которых, в свою очередь, является пищевая промышленность [1,2].

Таким образом, сырье, используемое для производства биотоплива второго поколения, также может расти на пахотных землях, но является лишь побочным продуктом фактического урожая (основной культуры) или выращивается на землях, которые нельзя использовать для эффективного выращивания продовольственных культур [2,3], а в некоторых случаях к ним не применяется ни дополнительный полив, ни внесение удобрений.

Это имеет как преимущества, так и недостатки. Преимущество состоит в том, что, в отличие от обычных продовольственных культур, никакие плодородные земли не используются исключительно для производства топлива. Недостатком является то, что процесс получения топлива может быть довольно сложным. Например, для преобразования лигноцеллюлозной биомассы в жидкое топливо, пригодное для транспортного сектора, может потребоваться серия физических и химических методов обработки [4-6]. Так целлюлоза может быть превращена в глюкозу посредством химического или ферментативного гидролиза [6], и может быть использована для синтеза таких химических веществ, как леволиновая кислота (ЛК). Последующее гидрирование ЛК позволяет получить гамма-валеролактон (ГВЛ) (рисунок 1), который используется в пищевых производствах и парфюмерной промышленности, а также активно применяется как молекула-платформа в процессе получения биотоплива и топливных добавок [7,8].

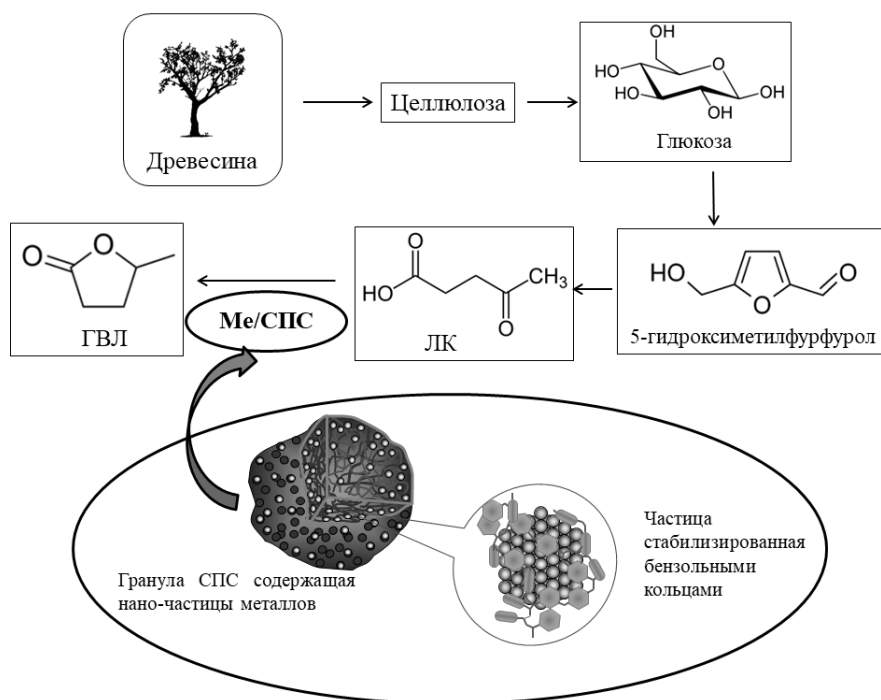


Рис. 1. Схема получения ГВЛ

Ключевым фактором, влияющим на синтез ГВЛ, является выбор катализатора. Традиционно используют каталитические системы на основе благородных металлов: платины, палладия и рутения [8-11]. Вместе с этим, активно ведутся исследования катализаторов на основе неблагородных металлов, таких, как Co, Mg, Cu, Cr, Fe, нанесенных на органические и неорганические носители [12-15]. Однако такие катализаторы требуют более жестких условий реакции, чем катализаторы на основе благородных металлов. Кроме того, активно изучаются биметаллические системы гидрирования ЛК.

В рамках данного исследования была синтезирована серия каталитических систем: монометаллические рутениевые катализаторы (с расчетным содержанием Ru 5 мас.%); моно- и биметаллические катализаторы на основе неблагородных металлов, таких, как Cu, Co, Zn и Ni (с расчетным содержанием металла 5-25 мас.%); а также биметаллические катализаторы – 5%Ru-2%Co и 5%Ru-2%Cu. Все системы были синтезированы на основе сверхсшитого полистирола (СПС) марки MN100 (содержащий аминогруппы).

Необходимо отметить, что СПС, как носитель, может применяться для стабилизации благородных и неблагородных металлов. Уникальным свойством СПС является его способность к набуханию в различных растворителях, что способствует включению органо-металлических соединений в матрицу СПС.

В типичном синтезе каталитической системы на основе благородного металла, навеску СПС пропитывали раствором Ru(OH)Cl₃ в смешанном растворителе (1 мл дистиллированной воды, 1 мл метанола и 8 мл тетрагидрофурана), затем рутений-содержащий полимер сушили при 70°C в течение 30 мин, и обрабатывали раствором 0.1 н гидроксида натрия с добавлением перекиси водорода. Катализатор промывали водой до нейтральной pH и вновь сушили при 70°C.

Для синтеза биметаллических катализаторов готовый 5%Ru/СПС пропитывали раствором Cu(CH₃COO)₂ (или Co(CH₃COO)₂), сушили и обрабатывали водным раствором Na₂CO₃. После промывки и сушки до постоянной массы получали готовые биметаллические катализаторы.

Получение монометаллических катализаторов на основе неблагородных металлов включало в себя те же стадии синтеза. Пропитка СПС велась растворами Co(CH₃COO)₂, Ni(CH₃COO)₂, Zn(CH₃COO)₂ и Cu(CH₃COO)₂ с последующей обработкой водным раствором Na₂CO₃ и сушкой. В случае с биметаллических катализаторов, например, Cu-Zn/СПС, пропитка происходила с последовательным нанесением раствора ацетата меди и цинка (рисунок 2).

Все синтезированные каталитические системы были восстановлены газообразным водородом при атмосферном давлении и температуре 300°C в течение 2 часов.

Полученные катализаторы тестировались в реакции гидрирования ЛК в водной среде при варьировании температуры (90-150°C), парциального давления водорода (2-5 МПа), соотношения катализатор/субстрат(ЛК) (0.01-0.02 г/г).

Реакция гидрирования ЛК проводилась в реакторе Parr Series 5000 Multiple Reactor System автоклавного типа при скорости перемешивания 1500 об/мин.

Пробы катализата периодически отбирались и анализировались методом ВЭЖХ с использованием колонки Reprogel-H (500×10 мм, число теоретических тарелок 160 000) при расходе элюента 0.5 мл/мин (9 Ммоль водный раствор H_2SO_4); температура колонки 25°C, давление элюента 10 МПа.

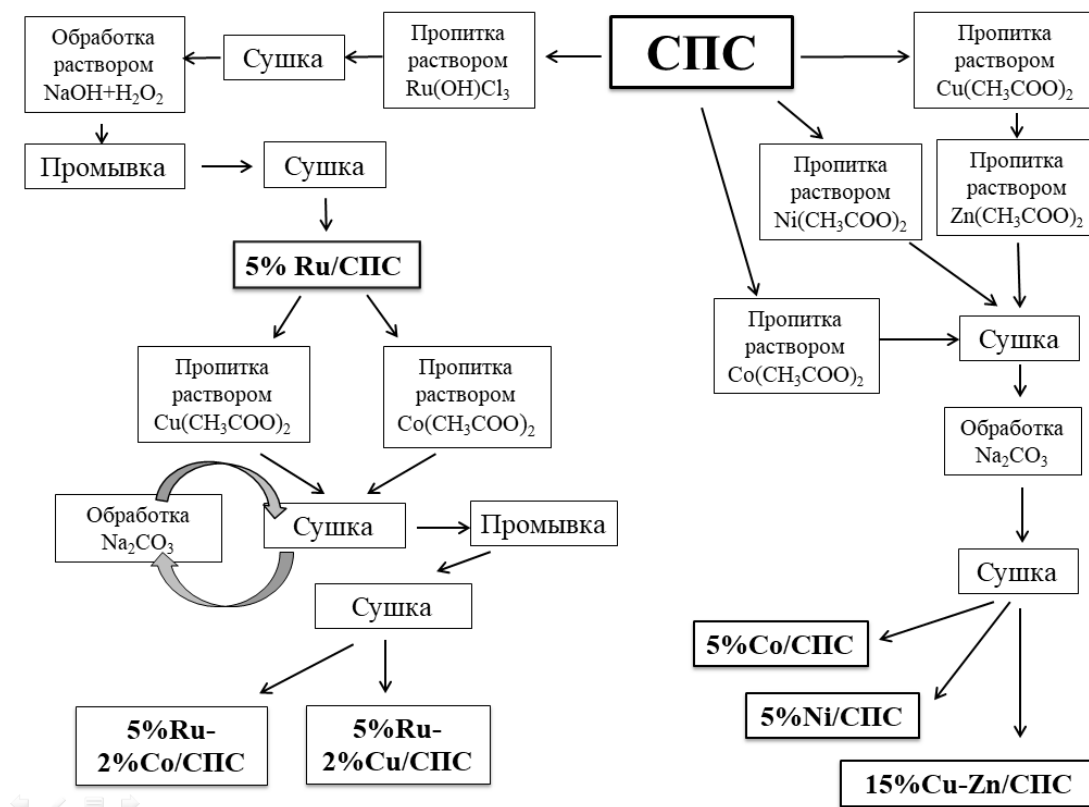


Рис. 2. Схема синтеза моно- и биметаллических катализаторов на основе СПС

В ходе проведения экспериментов было обнаружено, что моно- и биметаллические катализаторы на основе исключительно неблагородных металлов в диапазоне тестируемых условий реакции не проявили активности. По всей видимости, необходимы гораздо более жесткие условия для проведения реакции с применением Ni, Co, Cu, Cu или Zn.

В случае 5%-Ru/MN100 была достигнута конверсия ЛК равная 31% при температуре 90°C и парциальном давлении водорода 2 МПа за 180 мин реакции. 5%Ru-2%Co/MN100 и 5%Ru-2%Cu/MN100 позволили достичь конверсии ЛК 21.4% и 15.7%, соответственно. Однако при повышении температуры до 150°C и давления водорода до 5 МПа конверсия ЛК при использовании монометаллического катализатора 5%Ru/MN100 возросла до 38.5%, тогда как в случае катализатора 5%Ru-2%Co/MN100 – до 65.3%. Таким образом, биметаллические системы на основе Ru с добавлением неблагородного металла перспективны для дальнейшего исследования в реакции синтеза ГВЛ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-58-80008)

Список литературы

1. Service, R. F. *Cellulosic ethanol: Biofuel Researchers Prepare to Reap a New Harvest* / R. F. Service // *Science*. 2007. V. 315. P. 1488–1491.
2. Ramirez J. A. Review of Hydrothermal Liquefaction Bio-Crude Properties and Prospects for Upgrading to Transportation Fuels / J. A. Ramirez, R. J. Brown, T. J. Rainey // *Energies*. 2015. V.8. P. 6765–6794.
3. Adelabu B.A. Bioconversion of corn straw to ethanol by cellulolytic yeasts immobilized in *Mucuna urens* matrix / B.A. Adelabu, S. O. Kareem, F. T.Oluwafemi, A. Adeogun // *Journal of King Saud University - Science*. 2017.
4. Teixeira R. E. *Energy-efficient extraction of fuel and chemical feedstocks from algae* / R. E. Teixeira // *Green Chemistry*. 2012. V. 14 (2). P. 419–427.
5. Aro E.-M. From first generation biofuels to advanced solar biofuels / E.-M. Aro // *Ambio*. 2016. V. 45. P. 24–31.
6. Hall J., Managing Technological and Social Uncertainties of Innovation: The Evolution of Brazilian Energy and Agriculture / J. Hall, S. Matos, B. Silvestre, M. Martin // *Technological Forecasting and Social Change*. 2011. V. 78. P. 1147–1157.
7. Tukacs J.M., Direct asymmetric reduction of levulinic acid to gamma-valerolactone: synthesis of a chiral platform molecule / J.M. Tukacs, B. Fridrich, G. Dibo, E. Szekely // *Green Chemistry*. 2015. V. 17. Iss. 12. P. 5189–5195.
8. Ruppert A.M., Titania-supported catalysts for levulinic acid hydrogenation: Influence of support and its impact on γ -valerolactone yield / A.M. Ruppert, J.Grams, M. Jędrzejczyk, J. Matras-Michalska // *ChemSusChem*. 2015. V. 8. Iss. 9. P. 1538–1547.
9. Yan Z.-P., Synthesis of γ -valerolactone by hydrogenation of biomass-derived levulinic acid over Ru/C catalyst / Z.-P. Yan, L. Lin, S. Liu // *Energy & Fuels*. 2009. V.23. P. 3853-3858.
10. Galletti A.M.R., A sustainable process for the production of γ -valerolactone by hydrogenation of biomass-derived levulinic acid / A.M.R. Galletti, C. Antonetti, V. De Luise, M. Martinelli // *Green Chemistry*. 2012. V.14. P. 688-694.
11. Ortiz-Cervantes C., Hydrogenation of levulinic acid to γ -valerolactone using ruthenium nanoparticles / C. Ortiz-Cervantes, J.J. Garcia // *Inorganica Chimica Acta*, 2013. V.397. P. 124-128.
12. Zhang L., Hydrogenation of levulinic acid to γ -valerolactone over Co/Al₂O₃ catalyst / L. Zhang, X. Lu, W. Wang, Y. Liu // *Gongye Cuihua*, 2013. V.21. P. 68-71.
13. Yan K., Selective hydrogenation of furfural and levulinic acid to biofuels on the ecofriendly Cu-Fe catalyst / K. Yan, A. Chen // *Fuel*, 2014. V.115. P. 101-108.
14. Yan K., Efficient hydrogenation of biomass-derived furfural and levulinic acid on the facilely synthesized noble-metal-free Cu-Cr catalyst / K. Yan, A. Chen // *Energy*, 2013. V.58. P. 357-363.
15. Проценко, И.И. Селективное гидрирование левулиновой кислоты с использованием рутений-содержащих катализаторов на основе сверхсшитого полистирола / И.И. Проценко, А.О. Зайковская, Л.Ж. Никошвили, В.Г. Матвеева, Э.М. Сульман // *Вестник ТвГУ*, 2015. Т. 4. № 2. С. 42-51.

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ГИЛЬБЕРТОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

М.Х. Аламинов, Д.Н. Есенгелдиев

Нукусский государственный педагогический институт

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые свойства дифференциальных операторов в гильбертовом пространстве. Доказана самосопряженность и положительно определенность некоторых операторов.

Ключевые слова: *пространство Гильберта, дифференциальное уравнение, самосопряженный оператор, положительный оператор.*

THE SOME PROPERTIES OF DIFFERENTIAL OPERATORS IN HILBERT SPACES

M.X. Alaminov, D.N. Esengeldiyev

Nukus state pedagogical institute

Abstract. In this article some properties of differential operators in Hilbert space is considered. The self-adjoint and positive definiteness of some operators are proved.

Keywords: *The Hilbert space, the differential equation, the self-adjoint operator, the positive operator.*

Иногда при решении краевых задач для дифференциальных уравнений с операторными коэффициентами в гильбертовых пространствах приходится изучать свойства операторных коэффициентов. В частности, важную роль играют самосопряженные и положительно определенные дифференциальные операторы. В этой работе изучим свойства некоторых таких дифференциальных операторов.

Пусть оператор A определен в гильбертовом пространстве H : $A \in D(A) \subseteq H$.

Определение 1. Если для любых $u, v \in D(A)$ имеет место $(Au, v) = (u, Av)$, то оператор A называется самосопряженным и обозначается так: $A = A^*$.

Определение 2. Если для любого $u \in D(A)$ справедливо $(Au, u) > 0$, то оператор A называется положительно определенным и обозначается так: $A > 0$.

Теперь приведем примеры таких операторов.

Пример 1. Рассмотрим бигармонический оператор Δ^2 , где Δ - оператор Лапласа.

Имеет место теорема 1. Бигармонический оператор Δ^2 – является самосопряженным, т.е. $\Delta^{2*} = \Delta^2$, и положительно определенным, т.е. $\Delta^2 > 0$.

Доказательство. По формуле Грина имеем

$$\iint_S v \Delta w - w \Delta v \, ds = \oint_l \left(v \frac{\partial w}{\partial n} - w \frac{\partial v}{\partial n} \right) dl$$

Полагая здесь $w = \Delta u_1$, $v = u_2$ получаем:

$$\iint_S u_2 \Delta^2 u_1 - \Delta u_1 \cdot \Delta u_2 \, ds = \int_l \left(u_2 \frac{\partial \Delta u_1}{\partial n} - \Delta u_1 \frac{\partial u_2}{\partial n} \right) dl$$

$$\iint_S u_2 \Delta^2 u_1 \, ds = \iint_S \Delta u_1 \Delta u_2 \, ds + \int_l \left(u_2 \frac{\partial \Delta u_1}{\partial n} - \Delta u_1 \frac{\partial u_2}{\partial n} \right) dl = \iint_S u_1 \Delta^2 u_2 \, ds$$

т.е. $\Delta^2 u_1, u_2 = u_1, \Delta^2 u_2$.

А это и означает, что $\Delta^2 * = \Delta^2$.

Теперь покажем, что $\Delta^2 > 0$.

По определению

$$\Delta^2 u, u = \iint_S \left[\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} \right) + \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)^2 \right] ds$$

Но по неравенству Фридрихса имеем

$$\iint_S \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 ds \leq \frac{1}{C} \iint_S \left[\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)^2 \right] ds \quad \text{и} \quad \iint_S \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 ds \leq \frac{1}{C} \iint_S \left[\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)^2 \right] ds,$$

где $C > 0$.

Сложив эти неравенства получаем :

$$\iint_S u^2 ds \leq \frac{1}{C} \iint_S \left[\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} \right) + \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)^2 \right] ds,$$

т.е.

$$\iint_S u^2 ds \leq \frac{1}{C} \Delta^2 u, u$$

или

$$\Delta^2 u, u \geq c \|u\|^2$$

Откуда следует, что $\Delta^2 > 0$.

Что и требовалось доказать.

Пример 2. Пусть оператор A определяется следующим образом:

$$A: Au = -\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, u|_{x=0} = u|_{x=\pi} = 0.$$

Справедлива следующая теорема 2. $A = A^*$ и $A > 0$.

Доказательство. Для любых $u, v \in D(A)$ имеем

$$Au, v = -\int_0^\pi u_{xx} \cdot v dx = -\int_0^\pi v du_x = -v u_x|_0^\pi + \int_0^\pi u_x v_x dx = \int_0^\pi u_x \cdot v_x dx = \int_0^\pi v_x du =$$

$$u \cdot v_x|_0^\pi - \int_0^\pi u \cdot v_{xx} dx = -\int_0^\pi u \cdot v_{xx} dx = u, Av$$

т.е. $Au, v = u, Av$. А это и означает, что $A = A^*$.

Далее мы покажем , что $A > 0$.

В самом деле, для любого $u \in D(A)$ имеем

$$Au, u = -\int_0^\pi u_{xx} \cdot u dx = -\int_0^\pi u du_x = u u_x|_0^\pi + \int_0^\pi u_x \cdot u_x dx = \int_0^\pi u_x^2 dx > 0,$$

т.е. $Au, u > 0$, т.е. $A > 0$. Что и требовалось доказать.

Список литературы

1. Лаврентьев, М.М., Савельев. Л.Я. Линейные операторы и некорректные задачи. / Лаврентьев, М.М., Савельев. Л.Я. М.: Наука, 1991, 331 с.
2. Fasazov, K.S., Alaminov, M.X. Ill-posed Cauchy problem for higher order differential equations with operator type coefficients. II WCIS for industrial automations./ Fasazov, K.S., Alaminov, M.X Proceedings, Tashkent, Uzbekistan, 2002, June, 4-5. P.100-104.
3. Аламинов, М.Х. Задача Коши для операторно-дифференциального уравнения высокого порядка./ Аламинов, М.Х. Вестник ККОАНРУз.2002 г., №1-2, с.54-57.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СПЛАВА И ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУР В ДВУХ – И ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

С.Н. Ахкубекова, И.С. Шершова

*Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова*

Аннотация. В работе приводятся результаты исследований влияния электропереноса, градиента температуры и структурного состояния исходных сплавов на формирование и рост микрокомпозиционных структур двух- и трехкомпонентных эвтектических систем In-Bi, Sn - (Bi + Cd) и Sn - (Cd+ Zn). Установлено, что композиционные структуры этого типа образуются в процессе направленных, контролируемых фазовых превращений и указанных выше внешних воздействий в расплавах, находящихся в жидко-твердом состоянии и/или образующихся в процессе контактного плавления в трехкомпонентных эвтектических системах. Микрокомпозиционная структура обладает высокими физико-химическими характеристиками.

Ключевые слова: *эвтектические сплавы, контактное плавление, жидко-твердые сплавы, микрокомпозиционные сплавы внешнее воздействие, градиент температуры.*

FORMATION OF COMPOSITIONAL STRUCTURES IN TWO- AND THREE-COMPONENT EUTECTIC SYSTEMS

S.N. Akhkubekova, I.S. Shershova

*Kabardino-Balkarian State Agrarian University
North Ossetian State University K.L. Khetagurov*

Abstract. The paper presents the results of studies of the effect of electric transfer, temperature gradient and structural state of the original alloys on the formation and growth of microcompositional structures of two- and three-component indium-bismuth and tin (bismuth + cadmium) eutectic systems. It has been established that composite structures of this type are formed in the process of directed, controlled phase transformations and the above-mentioned external effects in melts that are in a liquid-solid state and - or are formed in the process of contact melting in three-component eutectic systems. The microcomposition structure has high physicochemical characteristics.

Keywords: *eutectic alloys, contact melting, liquid-solid alloys, microcomposition alloys external influence, temperature gradient.*

Создание материалов с улучшенными свойствами необходимо в различных областях современной техники: в цветной и порошковой металлургии, при пайке (соединении) многих узлов в микро(нано)электронике, например печатных плат в радиоэлектронике [1]. Таковыми могут оказаться композиционные материалы [2, 3], в частности армированные припои для соединения алюминия [4, 5]. В случае эвтектики и перитектики частицы твердой фазы малых размеров взаимодействуют с поверхностью алюминия, осаждаются на ней и образуют дисперсную среду, которая за счет размерных эффектов [6] и капиллярных сил способствует усилению растворения оксидной пленки и ускорению массопереноса между жидкой и твердой фазами.

Металлические сплавы, плавящиеся при температуре ниже температуры плавления компонентов, составляющих сплав (припой), известны человечеству уже более 2000 лет.

В 1884 году английский ученый Фредрик Гётри [7] опубликовал работу «*On Eutexia*», где впервые предложил называть растворы водно-солевых систем (на примере системы лед- KNO_3) с постоянной температурой затвердевания и легкоплавкие металлические сплавы с точкой плавления ниже температур плавления компонентов, его составляющих, эвтектическими (эвтектикой - от греч. *eutektos* - легкоплавящийся). Таким образом, более 130 лет назад появился термин «эвтектика», который закрепился в научной литературе и по настоящее время.

Появление жидкости в контакте разнородных тел при температуре ниже температуры плавления низкоплавкого компонента в литературе было названо эвтектическим контактным плавлением [8]. Это явление находит широкое научное и прикладное применение: как метод исследования жидких расплавов, а также в нанoeлектронике технике и т.д. Контактное плавление, таким образом, характерно только для эвтектических систем, поэтому тесно связано с эвтектическими диаграммами состояния.

Как известно необходимым условием образования жидкости является наличие контакта фаз. Однако в таком подходе нет достаточности условий образования эвтектики. Нам представляется, что наличие контакта разнородных фаз должно привести к образованию переходного слоя, структура которого должна быть промежуточной между структурами этих фаз. При этом микроструктура переходного слоя является более низкоразмерной (диспергированной) по сравнению со структурами первичных контактируемых фаз. По нашему мнению, это обстоятельство является основополагающим, поскольку согласно современным представлениям эвтектическая структура является результатом кооперативного разветвленного роста двух (или более) разнородных кристаллов, образующих эвтектику.

В этой связи актуальным остается вопрос о роли «ведущей» фазы, определяющей эвтектическую кристаллизацию или плавление сплава. Изучение про-

цесса зарождения эвтектической колонии и особенностей ее строения позволяет уточнить и расширить понятие ведущей фазы, распространив его на все стадии развития колонии. Понимание роли ведущей фазы позволяет обосновать один из наиболее эффективных подходов к изучению эвтектик - разделение их на скелетные и сотовые [9].

Скелетная структура возникает тогда, когда разветвляющийся кристалл ведущей фазы образует арматуру колонии, а ведомая фаза заполняет промежутки между ответвлениями скелета и формирует матрицу колонии. В том случае, если ведущая фаза образует матрицу колонии, возникает сотовая структура. Существенное значение имеет количественное соотношение фаз в эвтектике: по мере увеличения объемной доли ведущей фазы растет вероятность образования сотовой структуры.

Методика проведения эксперимента представлена в работах [8,10]. Объектами исследования являются сплавы, находящиеся в жидко – твердом (ж-тв) состоянии и сплавы, образующиеся в результате контактного плавления (КП) между одним из чистых компонентов и сплавом состоящий из двух других компонентов, а так же системах образующих хим. соединения.

Результаты исследования и их обсуждение. В первом случае армирующей колонией сплава предполагается наличие в нем твердых включений, появляющихся в интервале температур между солидусом и ликвидусом.

Во втором случае роль «арматуры» выполняют структуры в ж-тв сплавах образующихся в результате КП контактируемого сплава и чистого компонента.

В третьем случае армирующей фазой являются химические соединения, которые формируются в жидко - твердом состоянии или так же в результате КП между исходными двухкомпонентными системами.

Рассмотрим более подробно первый случай. Основной вклад в изучение жидко-твердого и твердо-жидкого (тв-ж) состояния сплавов внесли А.А. Бочвар, В.И. Данилов, И.И. Новиков [11]. Дальнейшее развитие это направление нашло в работах [8,12,13,14].

Сплавы, заключенные между линиями солидуса и ликвидуса, в зависимости от температуры и концентрации могут быть либо в тв-ж, либо в ж-тв состоянии. Объектом нашего исследования являлись сплавы, находившиеся в ж-тв состоянии.

На рисунке 1 представлены микрофотографии шлифов исследуемых сплавов.

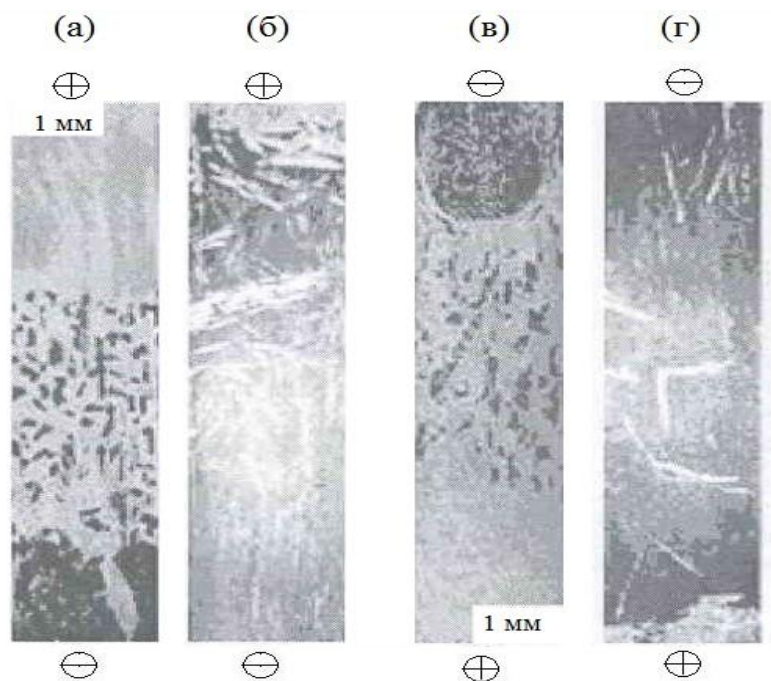


Рис.1. Структура сплавов: а, в – Bi + 44ат.% Cd; б, г – Bi + 61 ат.% Cd; $j = 5 \times 10^5 \text{ A/m}^2$, $\tau = 12 \text{ ч}$ [15]

Видно, что электроперенос усиливает растворение частиц за счет электродиффузионного переноса ионов расплава. Направление электромиграции твердых частиц коррелирует со знаком эффективного заряда Z^* ионов компонентов [16]. Так, в системе Bi-Cd в доэвтектических сплавах (обогащенных висмутом) в ж-тв состоянии под действием электропереноса происходит «миграция» частиц висмута (эффективный заряд $Z^* < 0$) к аноду, что привело к образованию его конгломерата (рис. 1а, в); в заэвтектических сплавах (обогащенных кадмием) под действием электропереноса частицы кадмия ($Z^* > 0$) мигрировали к отрицательному электроду (катоде) (рис. 1б, г).

В других изученных нами системах наблюдается такое же развитие структуры.

Таким образом, данный метод позволяет регулировать структуру сплавов, находящихся в ж-тв состоянии, способствует получению эвтектического композиционного материала

Электронно-зондовый микроанализ показал, что твердые включения, образующиеся при пропускании ПЭТ через сплав Bi + 44 ат. % Cd, является твердым раствором висмута (~1—2% Cd).

Рассмотрим второй случай на примере КП в системах Sn—(Bi + Cd) и Sn—(Zn + Cd). По нашему мнению [17], ориентация твердых частиц в расплаве происходит под действием вращательного момента $N = P_m B \sin \alpha$, действующего на частицу (P_m — магнитный момент частицы, B — индукция собственного магнитного поля тока, α — угол между векторами P_m и B). Частицы ориентируются таким образом, чтобы векторы P_m и B совпали по направлению (стали параллельными).

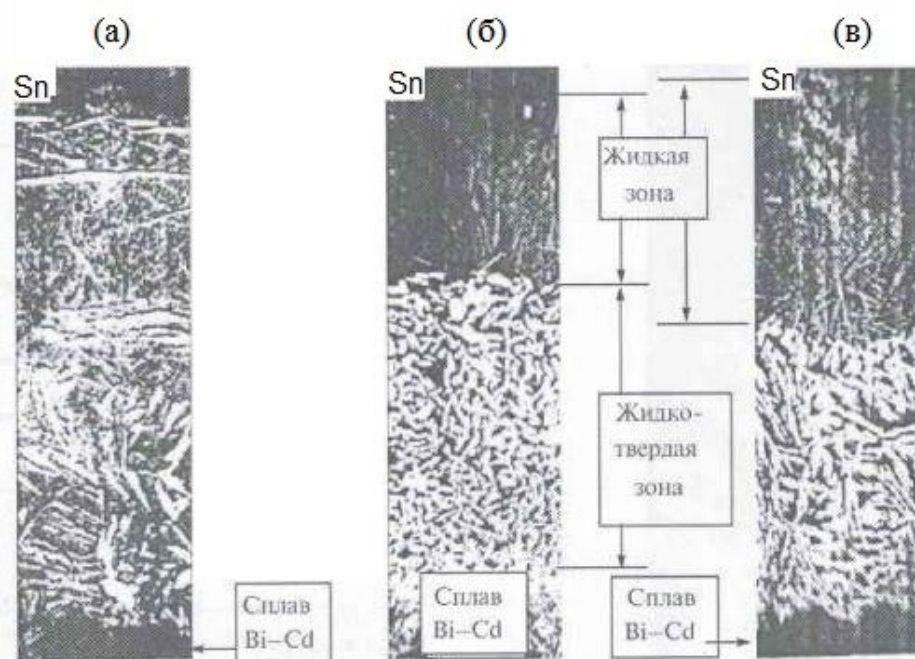


Рис.2. Структура контактных прослоек в системе Sn - (35 ат. % Bi + 65 ат. % Cd). $T_{эв}=105^{\circ}\text{C}$; $T_{оп}=110^{\circ}\text{C}$; $j = 0.45 \text{ A/мм}^2$; $\tau=24\text{ч}$: а – полярность(-) Sn; б – бес-
токовый вариант опыта; в – полярность (+) Sn, $\times 70$ [15]

Структуру и фазовый состав полученных прослоек изучали методами металлографии и рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа (РСМА). Исследования проводились на растровом электронном микроскопе-микроанализаторе САМЕВАХ- MICRO.

На рис.3 представлена структура контактных прослоек в системе Sn—(84 ат. % Cd + 16 ат. % Zn), полученных при пропускании ПЭТ. Они обнаруживаются при длительности опытов от 9 до 12 часов при отрицательной полярности на олове. С увеличением продолжительности опыта количество дендритов в жидкой зоне возрастает, они постепенно заполняют практически всю жидкую зону контактной прослойки (рис. 4). Образование дендритов олова в жидкой зоне контактной прослойки системы Sn—(84 ат. % Cd + 16 ат. % Zn) обусловлено, видимо, концентрационным пресыщением жидкой зоны по олову.



Рис.3 Структура контактной прослойки системы Sn— (90 ат. % Cd + 16 ат. % Zn)[18]

Пересыщение оловом жидкой зоны объясняется, на наш взгляд, тем, что эффективный заряд олова в расплавах кадмия и цинка отрицателен (-4 и -5.4 соответственно [16], следовательно, в системе Sn—(84 ат. % Cd + 16 ат. % Zn) поток ионов олова и чисто диффузионный поток совпадают по направлению при положительной полярности на образце — (84 ат. % Cd + 16 ат. % Zn). В результате этого жидкая зона контактной прослойки дополнительно обогащается оловом, и при насыщении расплава избыток олова выпадает в виде твердой фазы.

Таким образом, контактное плавление в многокомпонентных системах оказалось удобным способом получения материала, состоящего из двух или более фаз, т.е. в ж-тв состоянии, управляя параметрами которых можно получать твердые включения различных размеров, формы, состава и концентрации в жидком расплаве. Сплавы в таком состоянии представляют собой основу для создания композиционных материалов, являясь в определенном смысле уже таковыми, так как создается гетерогенная структура с определенным образом ориентированными твердыми включениями.

Здесь уместно отметить одно достоинство метода КП. Оно дополняет диаграммы состояния; контактные прослойки передают реальное местоположение различных фаз, предполагаемых диаграммой состояния, изменение их формы, размеров и так далее.

Предлагаемый подход способствует решению проблем на стадии приготовления волокон, пластин и их введения в жидкий расплав, решается проблема совместимости разнородных компонентов, что, в свою очередь, способствует усилению прочности межфазных связей (смачиванию).

В работе исследовано влияние градиента температуры (30 К/мм) и постоянного тока плотностью 0,45 А/мм² на механизм роста и микроструктуру

направленно кристаллизующегося сплава In_2Bi и контактное плавление (КП) последнего с индием при наличии электропереноса (ЭП)[19].

На рисунке 4 приведены фотографии микроструктуры направленно закристаллизованного сплава $\text{In}(53)\text{-Bi}(47)$

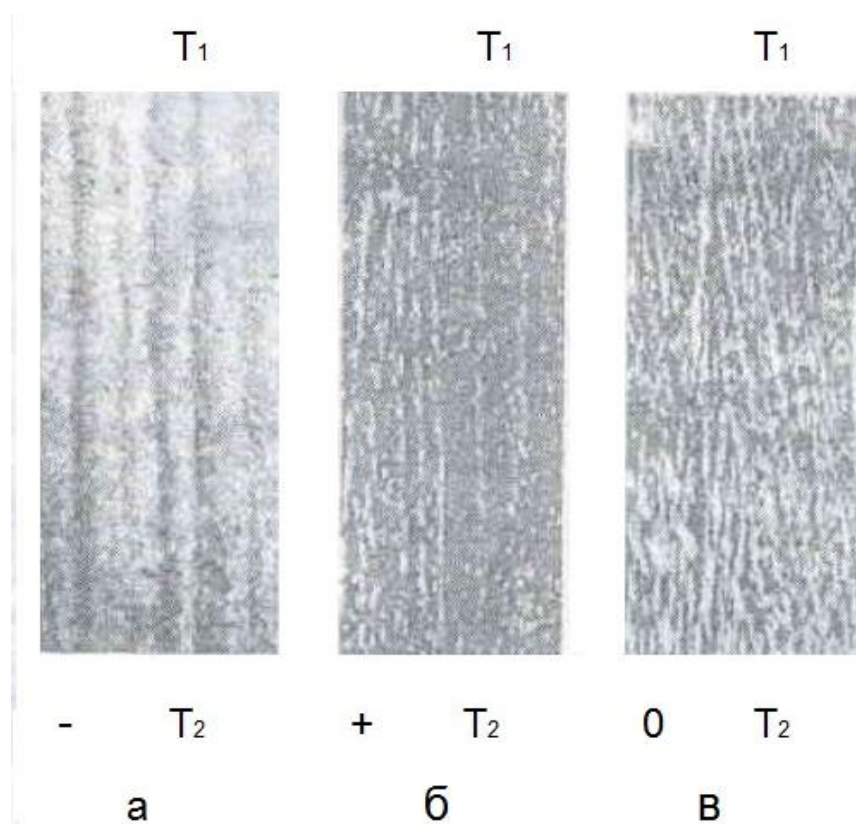


Рис.4. Структуры направленно кристаллизованного химсоединения In_2Bi : а) направление противоположное направлению градиента температуры, б) совпадает с направлением градиента температуры, в) бестоковый вариант опыта, перегрев над ликвидусом 7°C , $T_1 > T_2$ [19]

Как видно из фотографий, микроструктура сплава характеризуется наличием групповой ориентации α и β фаз (рис.4), которые имеют пластинчатую (нитевидную) структуру сечением 10-15 мкм. Направление роста пластин совпадает с направлением продольной оси образца. Установлено, что в зависимости от величины перегрева расплава над ликвидусом при его охлаждении, имеет место, более направленный рост аир фаз. При кристаллизации расплава ниже ликвидусной температура пластины (нити) α и β фаз утолщаются и разориентируются. Видимо, это связано с тем, что сплав находится в жидко-твердом состоянии.

Постоянный ток, протекающий через образец, способствует формированию из кластеров расплава низкоразмерных кристалликов, которые затем ориентируются, как бы “нанализываясь” вдоль силовых линий электрического поля (тока). На существование кластеров непосредственно перед процессом объемной кристаллизации указывают данные электронной и ИК микроскопии [20].

Образовавшиеся кластеры оказывают значительное влияние на характер процесса кристаллизации. Типичные размеры кластеров составляют (2-8) нм [20]. Кластеры под действием силы тяжести, градиента температуры, электрического тока (поля), могут коагулировать, способствуя образованию микрокристалликов. Образовавшиеся микрокристаллики под действием тока ориентируются, так чтобы их проводимость была бы максимальной. С другой стороны, поскольку ток проходит через поверхность раздела между жидкой и кристаллизующейся фазами, он может способствовать разделению системы, в которой жидкая и твердая фазы по электропроводности не сильно отличаются друг от друга, и существует достаточная электронная проводимость, чтобы не доводить дело до электродных процессов.

Таким образом, электрический ток (поле) в сочетании с градиентом температуры можно использовать для интенсификации процесса отдельного получения первичных кристаллов α и β фаз, при выращивании направленно кристаллизованных химсоединений (композиций).

Список литературы

1. Frederick Guthrie. On Eutexia // Philosophical Magazine. — 1884. — V. 5, № 17. — P. 462.

2. А.с. № 942916 (СССР). Способ панки. / Предприятие п/я 3759. Знаменский О.В., Мещанинов Б.А., Рогов В.И., Ахкубеков А.А. // Б.И. 1982. № 26. С. 85.

3. А.с. №1792023. (СССР). Способ пайки алюминия и его сплавов. / СКБ “Элькор”. Ахкубеков А.А., Мельников С.В., Созаев В.А. и др. // Б.И. 1992. № 41. С. 56.

4. Афашоков В.З., Ахкубеков А.А., Ахкубекова С. Н., Хуболов Б.М. Формирование композиционных структур в эвтектических системах при наличии электропереноса // Поверхность. Рентгеновские, синхронные и нейтронные исследования, 2014, №1, с. 99-103

5. Ахкубеков А.А., Байсултанов М.М., Савинцев П.А. Влияние электропереноса на структурообразование в металлических расплавах // Расплавы. 1992. №1.С.13.

6. Ахкубеков А.А., Орквасов Т.А., Созаев В.А. Контактное плавление металлов и наноструктур на их основе. - М.: Физматлит, 2008. - 152 с.

7. Ахкубеков А.А., Понежев М.Х., Созаев В.А. // Тр. Межд. научно-практической конф. “Фундаментальные проблемы пьезоэлектрического приборостроения” (“Пьезотехника-99”). Ростов-на-Дону, 1999. Т. 1. С. 20.

8. Ахкубеков А.Л. Диффузия и электроперенос в низкоплавких металлических системах при контактном плавлении: Дисс. ... д-ра физ.-мат. наук: 01.04.07. Нальчик: КБГУ, 2001. 312 с.

9. Ахкубекова С.Н. Межфазные явления и электроперенос в легкоплавких металлических системах, образующих эвтектики: дисс. канд. физ.-мат. наук. Нальчик: КБГУ, 2005 – 151с.

10. Ахкубекова С.Н., Таранов Д.А., Мамаев Ж.М., Кокоева М.Н. Влияние тока и градиента температуры на направленную кристаллизацию химического соединения In_2Bi и контактное плавление системы In-Bi // Секция «технологические науки», Нальчик, 2004г., с. 88-91

11. Байсултанов М.М. Влияние электропереноса на контактное плавление металлов и с груктурообразовании в жидко-твердых смесях: Дис. ... канд. физ-мат, наук: 01.04.07. Нальчик, КБГУ, 1999. 146 с.

12. Белашенко Д.К. Исследования расплавов методом электропереноса. М.: Атомиздат, 1974. 88 с.

13. Бочвар А. А., Новиков И.И. О твердо-жидком состоянии сплавов разного состава в период их кристаллизации // Изв. АН СССР. Отд. техн. наук. 1952. № 2. С. 217.

14. Динаев Ю.А. Контактное плавление многокомпонентных металлических систем: Дис. ... канд физ.-мат. наук: 01.04.07. Нальчик: КБГУ, 1990. 111 с.

15. Калмыков А.Г., Яровая О.В., Назаров В.В. // Программа та автореферати доповідей Всеукраїнська конференція з міжнародною участю, присвячена 25-річчю Інституту хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України “Актуальні проблеми хімії та фізики поверхні”. 2011. С. 324.

16. Мирзоев Ф., Шелепин Л. А. Роль нанокластеров кристаллизующегося компонента в процессах объемной кристаллизации // Письма в ЖТФ, 2002, Т. 28. вып. 1, с. 15-21.

17. Морохов И.Д., Чижик С.П., Пушков В.А. и др. Дисперсионные методы соединения материалов. М.: ЦНИИ “Электроника”, 1977. 142 с.

18. Сомов А.И., Тихоновский М.А. Эвтектические композиции. М.: Металлургия, 1975. 304 с.

19. Таран Ю.Н., Мазур В.И. Структура эвтектических сплавов. — М.: Металлургия, 1978. — 311 с.

20. Темукуев И.М., Ахкубеков А.А., Рогов В.И., Савинцев П.А. 11 Адгезия расплавов и пайка материалов, 1979. №4. С. 153.

УДК 517.37

НАПРЯЖЕННОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ. ПРИМЕНЕНИЕ КРАТНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ИССЛЕДУЕМЫХ ВЕЛИЧИН

В.И. Бахмат

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова»

Аннотация. В статье на конкретном примере рассматривается применение математического аппарата для расчета физических величин.

Ключевые слова: *напряженность, потенциал, интегрирование, дифференцирование.*

TENSION AND POTENTIAL OF GRAVITATIONAL FIELD. APPLICATION OF MULTIPLE INTEGRALS FOR CALCULATION OF THE STUDIED SIZES

V.I. Bakhmat

Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of
Altai state technical University

Summary. In article on a concrete example application matematicheskogo the device for calculation of physical quantities is considered.

Keywords: tension, potential, integration, differentiation.

При изучении гравитационных и электростатических полей рассматриваются задачи, в которых нельзя применять исходные формулы в интегральном виде. Необходимо разбить тело (заряд) на элементарные участки (этот процесс называется дифференцированием), определить физическую величину каждого элементарного участка тела (заряда), потом суммировать (этот процесс называется интегрированием). На примере рассмотрим применение математического аппарата для расчета физических величин [2].

Найдем напряженность гравитационного поля, создаваемого однородным диском радиусом R и толщиной h в точке, расположенной на расстоянии x от центра диска на оси, перпендикулярной к плоскости диска и проходящей через его центр. Масса диска M . ($h \ll x$).

Напряженность гравитационного поля численно равна силе, действующей на тело единичной массы, помещенное в данную точку поля [1].

Начало координат совместим с центром диска, как показано на рисунке 1. Определим плотность диска:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\pi R^2 \cdot h}.$$

Выберем элементарную массу:

$$dM = \rho dV = \frac{M}{\pi R^2 \cdot h} r d\varphi dr dh.$$

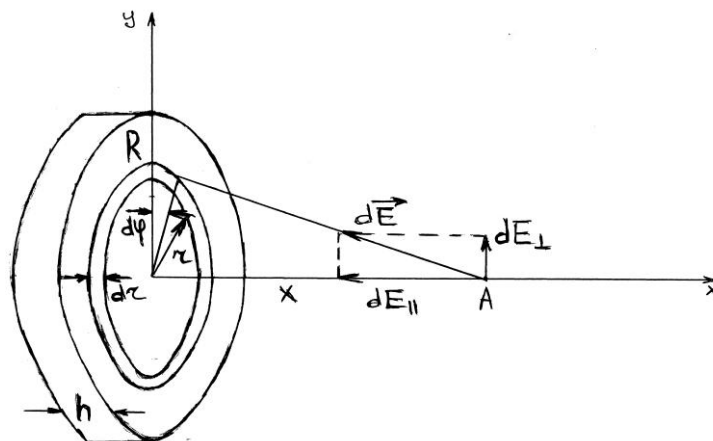


Рис. 1

Элементарная масса dM создает в точке A напряженность гравитационного поля:

$$dE = G \frac{dM}{r^2 + x^2}.$$

Напряженность $d\vec{E}$ можно разложить на две составляющие: $d\vec{E}_{\parallel}$ и $d\vec{E}_{\perp}$. Сумма составляющих $d\vec{E}_{\perp}$ равна нулю. Вклад в результирующую напряженность поля дают только составляющие $d\vec{E}_{\parallel}$.

$$dE_{\parallel} = dE \cos \alpha = dE \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}.$$

Результирующая напряженность в точке A :

$$E = \frac{GM}{\pi R^2 h} \int_0^h \int_0^{2\pi R} \int_0^R \frac{x r dr d\varphi dh}{\sqrt{r^2 + x^2}^{\frac{3}{2}}} = \frac{2GM}{R^2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{x}\right)^2}} \right).$$

Определим потенциал гравитационного поля в точке A .

Потенциал гравитационного поля – скалярная величина, определяемая потенциальной энергией тела единичной массы в данной точке поля: $\varphi = \frac{W_p}{m}$.

Элементарная масса dM создает в точке A потенциал гравитационного поля:

$$d\varphi = \frac{GdM}{\sqrt{r^2 + x^2}^{\frac{1}{2}}} = \frac{GM}{\pi R^2 \cdot h} r d\varphi dr dh.$$

Результирующий потенциал поля в точке A :

$$\varphi = \frac{GM}{\pi R^2 h} \int_0^h \int_0^{2\pi R} \int_0^R \frac{r dr d\varphi dh}{\sqrt{r^2 + x^2}^{\frac{1}{2}}} = \frac{2GM}{R^2} \left(\sqrt{R^2 + x^2} - x \right).$$

Можно решить эту задачу другим способом. Если мы нашли потенциал поля, то напряженность поля:

$$E = -grad\varphi.$$

Если мы сначала нашли напряженность поля, то потенциал – это первообразная от напряженности по координатам.

Список литературы

1. Валишев, М.Г. Курс общей физики / М.Г. Валишев, А.А. Повзнер. — СПб. : Лань, 2010. — 574 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=38
2. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: Ч.2: [текст]/ Д. Т. Письменный. - М.: Айрис-пресс, 2008. - 252 с.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И МЕТА-АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.И. Болтаев

ООО «Исследовательский комплекс центра технологического обеспечения»

Аннотация. В работе представлено краткое описание методики проведения систематического обзора и мета-анализа научных исследований. До сих пор данные методы применяются в основном в медицинской сфере. Распространение их на другие научные области позволит повысить качество научных работ и облегчит доступ к проверенной научной информации.

Ключевые слова: *систематический обзор, мета-анализ, публикационные ошибки, доказательная медицина.*

SYSTEMATIC REVIEW AND META ANALYSIS OF SCIENTIFIC RESEARCHES

A.I. Boltaev

ООО «Research Complex of the Technological Support Center»

Annotation. The paper presents a brief description of the methodology for conducting a systematic review and meta-analysis of scientific research. Until now, these methods are used mainly in the medical field. Spreading them to other scientific areas will improve the quality of scientific work and facilitate access to proven scientific information.

Keywords: *systematic review, meta-analysis, publication errors, evidence-based medicine.*

Введение

Систематический обзор - это научное исследование с заранее спланированными методами, где объектом изучения служат результаты ряда оригинальных исследований. Систематический обзор синтезирует результаты этих работ, используя подходы уменьшающие возможность систематических и случайных ошибок [1].

Классический обзор выполняется экспертами, которые качественно суммируют информацию по выбранной теме. Часто эксперты используют неформальные и субъективные методы для сбора и интерпретации исследований, селективное цитирование литературы. Классический обзор не описывает как был проведен поиск, сделана выборка и оценка качества исследования. В противоположность ему, систематический обзор включает: всесторонний исчерпывающий поиск оригинальных работ на определенный исследовательский вопрос, выбор исследований с использованием явных и воспроизводимых критериев приемлемости, критическую оценку качества исследований и синтез результатов, опирается на predetermined и явные методы. Главные отличия систематического обзора от классического приведены в таблице 1 [1].

Сравнение классического и систематического обзоров

Составляющие обзора	Классический обзор	Систематический обзор
Формулирование вопроса	обычно адресован широким вопросам	обычно адресован конкретному вопросу
Методы	обычно не представлены или плохо описаны	явно описаны с предварительным установлением критериев включения исследований
Стратегия поиска исследований	обычно не описана: в большинстве своём ограничена способностью исследователя находить релевантные работы; часто не воспроизводимы и склонны к выборочному цитированию	явно описана и обычно полностью прозрачна, воспроизводима и менее склонна к выборочному цитированию
Оценка качества найденных работ	обычно все найденные работы включены, без явной оценки качества	включаются в обзор только работы высокого качества, на основе использования predetermined критериев; если включаются исследования более низкого качества, то их влияния на результат проверяется отдельно с помощью подгруппового анализа
Извлечение данных	методы извлечения данных обычно не описаны	обычно проведены более чем одним исследователем с использованием predetermined форм; часто выполняются поиски недостающих данных оригинальных исследований
Синтез данных	обычно каждому исследованию придаётся одинаковый вес без учёта размера исследования и его качества	мета-анализ назначает больший вес качественным работам
Проверка на неоднородность	обычно обсуждается в повествовательной форме без применения специализированных методов	неоднородность исследуется с помощью графических и статистических методов. Производятся поиски источника неоднородности
Интерпретация результатов	склонны к накоплению систематических искажений и высказыванию персонального мнения	менее склонны к систематическим ошибкам и высказыванию персонального мнения

Мета-анализ - объединение данных исследований различных групп ученых по определенному вопросу методами статистического анализа для суммарной оценки проверяемой гипотезы. Мета-анализ обычно является последним шагом систематического обзора. Все мета-анализы должны начинаться с беспристрастного систематического обзора, который включает статьи, выбранные с помощью predetermined критериев. Если данные, полученные из исследований, имеют высокую однородность, то они могут быть объединены с помощью мета-анализа. Если измерения неоднородны, то данные всё равно могут быть использованы для систематического обзора без выполнения мета-анализа

или использованы статистические методы, которые могут рассчитать влияние неоднородности. В идеале мета-анализ должен быть выполнен как часть систематического обзора.

Как систематический обзор, так и мета-анализ в основном используются в медицинской сфере. Распространение данных методик на другие научные дисциплины позволит увеличить качество научной информации и упростит поиск достоверных исследований.

Этапы проведения систематического обзора

Основные шаги систематического обзора можно выделить в следующие пять пунктов:

1. формулировка вопроса обзора;
2. всесторонний и исчерпывающий поиск оригинальных исследований;
3. квалифицированная оценка включенных исследований и извлечение экспериментальных данных;
4. синтез результатов исследований (мета-анализ);
5. интерпретация результатов и составление текста обзора.

Главная цель систематического обзора - суммирование опытных данных по какому либо научному вопросу. Следующая по важности цель - критическая оценка качества оригинальных исследований, проверка на неоднородность результатов и, если необходимо и возможно, определение источников неоднородностей. Также систематический обзор полезен при определении новых исследовательских вопросов. В идеале, необходимо, чтобы как можно больше новых поисковых исследований начиналось с систематического обзора. Ниже рассмотрим более подробно каждый этап построения систематического обзора.

Формулировка вопроса

Так как систематический обзор занимает достаточно много времени, то прежде чем приступать к нему, необходимо проверить нет ли обзоров по этому вопросу. Как пример, медицинские науки имеют специализированную базу систематических обзоров (Cochrane Library, PubMed). Подобная база была бы полезна и для всех остальных областей научного знания.

После того как исследователи решили писать обзор, необходимо сформулировать вопрос обзора и подготовить протокол. Хорошо поставленный вопрос поможет в поиске релевантных исследований. В свою очередь протокол описывает основные моменты обзора (критерии включения и исключения, базы поиска, применяемые инструменты). Формирование протокола происходит до поиска научных исследований с целью ограждения основных положений написания обзора, от изменения в процессе получения информации из исследований. Другой целью является ясная формулировка представлений о основных методах проведения обзора у его авторов.

Как вопрос обзора, так и протокол должны быть проверены до начала поиска литературы специалистами из данной области знания (ученые, инженеры, технологические компании и т.д.).

Поиск и включение оригинальных исследований

Следующий шаг заключается в проведение исчерпывающего поиска оригинальных исследований по теме обзора. Поиск может проходить как в общих базах (Google Scholar, Web of Science и др.) так и в тематических. Поиск включает в себя просеивание библиографии уже найденных исследований, ручной поиск в релевантных журналах, контакт с авторами и экспертами для определения исследований, проводящихся в настоящее время, а также неопубликованных исследований. Контакт с научными и технологическими организациями.

Важно проводить поиск исследований во многих направлениях для перекрытия возможных слепых зон. После первичного поиска полезно экспортировать все ссылки в библиографический менеджер (EndNote, Mendeley и др.). Это поможет исследователю учитывать включенные и исключенные исследования, вести учет причин исключения и позволит избежать печати всех аннотаций. Накопленные ссылки затем просеиваются (используя библиографический менеджер) независимо двумя авторами. Это уменьшит вероятность потери релевантных исследований и снизит субъективность в выборе исследований. Когда двое ученых не согласны в вопросе включения исследования они должны решить между собой возникшее разногласие, либо попросить помощи сторонних экспертов.

Оценка качества и извлечение данных

Данный шаг проводится двумя независимыми авторами. Оценку качества научных работ желательно делать с использованием стандартизированного чек-листа. Пример такого чек-листа для медицинских наук дан в работе [2]. В других областях научного знания требуется разработка своих стандартизированных чек-листов.

После того как оценка качества завершена, авторы могут принять решение о исключении исследования низкого качества из отчёта. Альтернативный и полезный подход – разделение исследований по качеству до начала мета-анализа и проверка влияния качества исследования на суммарные измерения.

Синтез и суммирование исследований (мета-анализ)

Анализ данных обычно начинается с табулирования исследуемых физических величин и расчета веса каждого исследования. При обнаружении неоднородности исследователю необходимо сфокусироваться на обнаружении потенциальных источников неоднородностей в оценке изучаемого явления. Это может быть сделано с помощью методов группового анализа, мета-регрессия и др [1].

Другой важный элемент хорошо проведенного мета-анализа – оценка публикационных искажений [3]. Такие ошибки возникают в связи с тем, что статистически значимые (положительные) исследования чаще предоставляются и принимаются к опубликованию (публикационные искажения), скорее всего будут опубликованы на английском (language bias), публикация пройдет быстрее (time-lag bias) и индекс цитирования будет выше (citation bias). Исследования, которые легко доступны в электронном виде обнаруживаются более часто чем исследования, не имеющие свободного электронного доступа.

Если мета-анализ суммирует только опубликованные исследования, общий эффект ложно преувеличен, так как очень сложно определить неопубликованные исследования, нет легкого способа преодолеть эту проблему.

Интерпретация результатов

Последний шаг заключается в интерпретации результатов, обсуждение таких вопросов как прикладное применение и подготовка текста к публикации.

Авторам необходимо описать ограничения по оригинальным исследованиям, включенным в обзор, и ограничения на то как проводился обзор. Ограничения на оригинальные исследования могут быть связаны с изъянами работы. Ограничения на обзор могут состоять из включения только исследований нескольких стран или неспособность точно интерпретировать суммарную оценку из-за неоднородностей. Обсуждение этих ограничений позволит читателям судить о силе доказательств, представленных в обзоре.

Обзор обычно заканчивается обсуждением применимости в прикладных расчетах и необходимости последующих исследований.

Заключение

Систематический обзор высококачественных исследований считается вершиной доказательств в медицине. Однако, чтобы доверять исследованиям в обзоре, крайне необходимо тщательное оценивание существующей литературы и включение информации об особенностях индивидуальных исследований (качестве) и основных методах проведения обзора.

Из-за увеличения количества научной информации способность оценить качество полученной информации очень важна.

Ясное понимание того как проводится систематический обзор поможет ученым (теоретикам и экспериментаторам) критически рассматривать информацию и использовать полученные знания на практике. А также способствует проведению систематических обзоров учеными в других областях научного знания.

«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-31-00154 мол_а»

Список литературы

1. Pai M. et al. Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide //The National medical journal of India. – 2004. – Т. 17. – №. 2. – С. 86-95.

2. Moher D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement //Annals of internal medicine. – 2009. – Т. 151. – №. 4. – С. 264-269.

3. Sterne J. A. C., Egger M., Smith G. D. Systematic reviews in health care: Investigating and dealing with publication and other biases in meta-analysis //BMJ: British Medical Journal. – 2001. – Т. 323. – №. 7304. – С. 101.

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ КОНТЕЙНЕР ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА

С.В. Бондаренко

Дальневосточный Федеральный Университет

Аннотация. С каждым годом выхлопов от бензинового и дизельного топлива становится всё больше. Это влечёт за собой возрастание загрязнения окружающей среды, а также угрозу дефицита энергетических ресурсов. Общество уже давно находится в поиске новых видов топлива. Водород на данный момент является одним из самых перспективных. Однако самой большой проблемой является поиск материала, из которого можно было бы изготовить безопасные ёмкости для хранения водорода. Возможным решением этой проблемы может стать новое соединение – фуллерен (C_{60}) и иттрий (Y). Фуллерен — это молекула, представляющая собой замкнутую сферу, состоящую из шестидесяти атомов углерода. Он чрезвычайно устойчив и значительно повышает адсорбционную способность водорода. Комплекс $C_{60}Y_{12}$ может привести к ёмкому хранению водорода.

Ключевые слова: *фуллерены, иттрий, наноматериалы, водород.*

HIGHLY SENSITIVE HYDROGEN STORAGE CONTAINER

S.V. Bondarenko

Far Eastern Federal University

Annotation. Every year exhaust from diesel fuel becomes more and more. This entails an increase in environmental pollution, as well as the threat of a shortage of energy resources. Society has long been in search of new fuels. Hydrogen is one of the most promising at the moment. However, the biggest problem is the search for a material from which it would be possible to manufacture safe containers for hydrogen storage. A possible solution to this problem may be a new compound - fullerene and yttrium. Fullerene is a molecule that is a closed sphere consisting of sixty carbon atoms. It is extremely stable and significantly increases the adsorption capacity of hydrogen. $C_{60}Y_{12}$ complex can lead to capacious storage of hydrogen.

Keywords: *fullerenes, yttrium (Y), nanomaterials, hydrogen (H).*

Продукты перегонки нефти идеально подходят для использования в качестве автомобильного топлива: они легко воспламеняются, выделяют огромное количество энергии, процесс их горения легко контролировать. Однако человечеству известно, что нефть является невозобновляемым ресурсом, который, к тому же быстро иссякает. Поэтому альтернативные виды топлива являются одной из наиболее перспективных разработок современности. Причём речь идёт не только об уменьшении объёмов добычи нефти, но и о защите окружающей среды, поскольку продукты горения традиционного топлива наносят ей немалый ущерб. Некоторые из них уже широко используются, другие ещё не повсеместно доступны или находятся в экспериментальной стадии. Но все обладают потенциалом для обеспечения полной или частичной замены бензина и дизельного топлива:

1. Природный газ

Природный газ представляет собой альтернативный вид топлива, которое полностью сгорает и уже сейчас повсеместно доступно потребителям многих стран за счёт снабжения природным газом домов и производственных объектов. При использовании в транспортных средствах, работающих на природном газе (автомобилях и грузовиках со специально спроектированными двигателями-

ми), природный газ дает значительно меньше вредных выбросов, чем бензин или дизельное топливо. [1]

2. Электричество

Электричество может использоваться в качестве альтернативного вида топлива для транспортных средств с питанием от аккумуляторных батарей, или работающих на топливных элементах. Работающие от батарей электрические транспортные средства накапливают энергию в батареях, которые заряжаются путем подключения транспортного средства к стандартному источнику питания. Транспортные средства на топливных элементах работают на электрической энергии, которая вырабатывается за счет электрохимической реакции, имеющей место при соединении водорода и кислорода. Топливные элементы производят электроэнергию без внутреннего сгорания и загрязнения окружающей среды.

3. Водород (H)

Водород можно смешивать с природным газом для создания альтернативного вида топлива для транспортных средств, в которых используются некоторые виды двигателей внутреннего сгорания. Водород также используется в транспортных средствах с топливными элементами, работающими на электричестве, вырабатываемом в результате реакции, которая происходит при соединении водорода и кислорода в топливной ячейке.

4. Пропан

Пропан, также называемый сжиженным нефтяным газом, представляет собой побочный продукт переработки природного газа или сырой нефти. Он уже широко используется в качестве топлива при приготовлении пищи и для отопления; пропан также является распространенным альтернативным видом топлива для транспортных средств. При использовании пропана производится меньше вредных выбросов в атмосферу, чем при использовании бензина, кроме того, имеется высокоразвитая инфраструктура для транспортировки, хранения и распространения пропана.

5. Биодизельное топливо

Биодизельное топливо представляет собой альтернативный вид топлива на основе растительных масел или животных жиров, даже тех, которые остаются в ресторанах после приготовления пищи. Двигатели транспортных средств можно модифицировать так, чтобы можно было сжигать биодизельное топливо в чистом виде; биодизельное топливо можно также смешивать с углеводородным дизельным топливом и использовать в неадаптированных двигателях. Биодизельное топливо безопасно, поддается биохимическому разложению и снижает содержание веществ, загрязняющих воздух таких как, твердые примеси, монооксид углерода и углеводороды.

6. Метанол (M)

Метанол, также известный, как древесный метиловый спирт, может использоваться в качестве альтернативного вида топлива в транспортных средствах с универсальной топливной системой, которые спроектированы для работы на М85, смеси, содержащей 85% метанола и 15% бензина. Но в наши дни не

производят транспортных средств с метаноловыми двигателями. Тем не менее, в будущем метанол может стать важным альтернативным видом топлива в качестве источника водорода, который необходим для работы топливных элементов.

7. Этанол (Е)

Этанол (еще называется этиловым спиртом или хлебным спиртом) представляет собой альтернативный вид топлива, его можно смешивать с бензином для получения топлива с более высоким октановым числом и меньшим содержанием вредных веществ в выбросах по сравнению с чистым бензином. Этанол производится за счет брожения зерновых продуктов таких как: кукуруза, ячмень или пшеница; и дистилляции. Также его можно производить из многих видов трав и деревьев, хотя здесь технология будет более сложной, в таком случае его называют биоэтанолом.

В соответствии с Законом об энергетической политике от 1992 г. смеси, содержащие не менее 85% этанола, считаются альтернативными видами топлива.

E85, смесь, состоящая на 85% из этанола и на 15% из бензина, используется в транспортных средствах с универсальной топливной системой, которые предлагаются большинством производителей транспортных средств. Транспортные средства с универсальной топливной системой могут работать на бензине, E85, или на любом сочетании этих двух видов топлива.

Смеси с большим содержанием этанола, такие как E95, также являются отличными альтернативными видами топлива. Смеси с более низкими концентрациями этанола, такие как E10 (10% этанола и 90% бензина), иногда используются для увеличения октанового числа и повышения качества выбросов, но они не рассматриваются как альтернативные виды топлива.

8. Виды топлива серии Р

Топливо серии Р представляет собой смесь этанола, газоконденсатной жидкости и метилтетрагидрофурана, вспомогательного растворителя, полученного из биомассы. Виды топлива серии Р представляют собой прозрачные альтернативные виды топлива с высоким октановым числом, которые можно использовать в транспортных средствах с универсальной топливной системой. Топлива серии Р можно использовать в чистом виде или в смеси с бензином в любом соотношении путем простого добавления бензина в бак.

Сегодня я хочу рассмотреть водород. Он считается наиболее перспективным альтернативным энергоносителем в будущем из-за его обилия, высокой плотности энергии и экологичности. Но существует опасность возгорания и взрыва при работе водорода с традиционным топливом. Для хранения сжатого газообразного водорода, требуются специальные цистерны высокого давления. Эти цистерны должны иметь большой объём, что позволит избежать бесчисленных поездок на заправочную станцию через каждые несколько километров.

Китайские ученые из отдела физики Океанского Университета в 2014 году выпустили теоретическую статью. [2]

В ней они предложили наноструктуры, в частности, фуллерены функционализировать атомами металла (иттрия). Такое соединение, наиболее подходящее для водородной среды.

Фуллерены представляют собой устойчивые многоатомные кластеры углерода с числом атомов от нескольких десятков до нескольких сотен. [3] Число атомов углерода в таком кластере не произвольно, а подчиняется определенной закономерности. Форма фуллеренов- сфероид, грани которого образуют пяти-шестиугольники. Наибольший интерес для экспериментальных исследований представляет фуллерен C_{60} из- за его высокой симметрии. Если в состав молекулы фуллерена входят атомы других химических элементов, расположенные внутри углеродного каркаса, то такие фуллерены называются эндоэдральными(1а), а снаружи- экзоэдральными(1б).

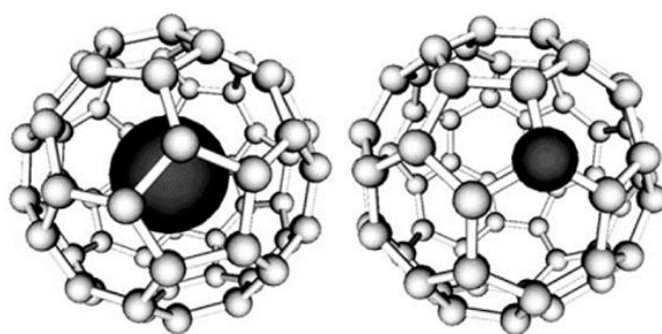


Рис. 1. Эндоэдральные (а) и экзоэдральные (б) молекулы фуллерена C_{60}

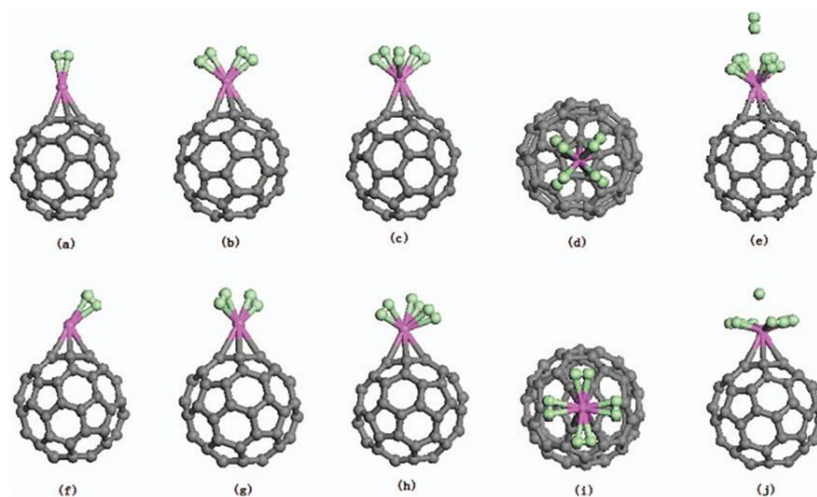


FIG. 3. Adsorption of hydrogen molecules on Y-decorated fullerenes. (a)–(e) The Y atom adsorbed on the P site. (f)–(j) The Y atom adsorbed on the H site. The gray, purple, and green balls represent C, Y, and H atoms, respectively.

Рис.2. Процесс взаимодействия фуллеренов с атомами иттрия

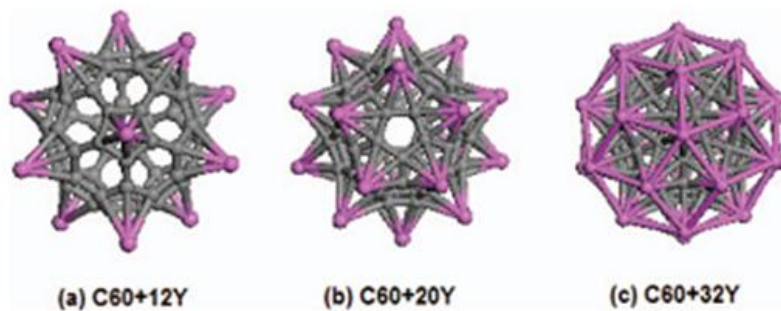


FIG. 2. (a) Optimized structures of 12 Y atoms adsorbed on the pentagonal rings. (b) Optimized structures of 20 Y atoms adsorbed on the hexagonal rings. (c) Optimized structures of 32 Y atoms adsorbed on each one of the rings in C₆₀.

Рис.3. Взаимодействие C₆₀ с 12, 20, 35 атомами иттрия

На рисунках 2 и 3 описано взаимодействие фуллеренов с атомами иттрия.

Данную теоретическую статью я взяла за основу своих практических исследований, которые проводила на базе «Института Автоматики и систем управления» Дальневосточного отделения Российской Академии наук. Исследования проводились на установке СТМ (сканирующий туннельный микроскоп).

Чтобы получить соединение C₆₀ + Y на практике нужно:

Взять кремниевую подложку, размером приблизительно 200-300 нм, отжечь её при высоком вакууме, с давлением 10⁻¹⁰ тор. Далее на очищенную поверхность нанести несколько слоёв фуллеренов до тех пор, пока вся поверхность подложки не будет покрыта. После этого на кремниевую подложку, содержащую слой фуллеренов наносится иттрий. Первые эксперименты показали, что фуллерены не вступают в реакцию с иттрием. Но после добавления дополнительного слоя мы получили вот такую картину:

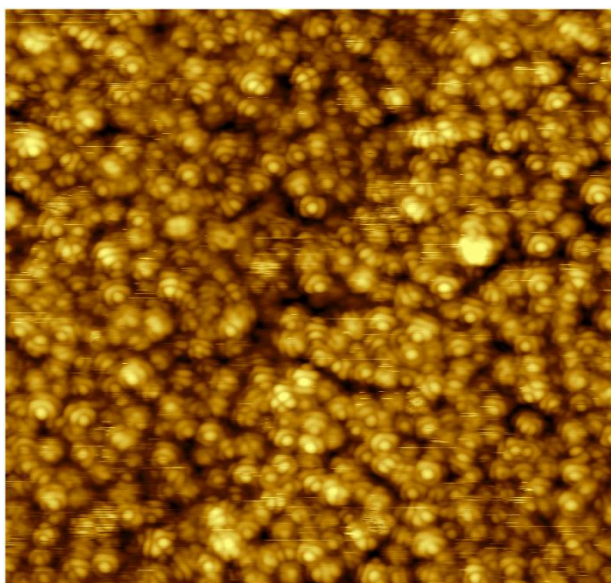


Рис. 4. Результат эксперимента

Из которой вид, что фуллерены вступили в реакцию с иттрией и более того, эта реакция дала неожиданный эффект- C₆₀, которые при комнатной температуре вращаются хаотично вокруг своей оси, остановились.

Мои исследования данного наноматериала пока только на этом этапе. Но я считаю, что данная тема очень интересна и перспектива, поэтому я собираюсь продолжить исследования и итоги я собираюсь освятить в дипломной работе.

Список литературы:

[1] http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=354

[2] Zi-Ya Tian, Shun-Le Dong The Journal of Chemical Physics 140, 084706 (2014); doi: 10.1063/1.4866642

УДК 537.8

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛАКА АТОМА ВОДОРОДА

В.В. Борисовский

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова»

Аннотация. Рассматривается сферическая система координат в расчетах напряженности электрического поля электронного облака вокруг ядра атома водорода.

Ключевые слова: *сферическая система координат, интеграл, симметрия, напряженность электрического поля.*

THE ELECTRIC FIELD STRENGTH OF THE ELECTRON CLOUD OF A HYDROGEN ATOM

V.V. Borisovsky

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of
Altai state technical University*

Summary. The spherical coordinate system is considered in the calculations of the electric field strength of the electron cloud around the nucleus of a hydrogen atom.

Keywords: *spherical coordinate system, integral, symmetry, electric field intensity.*

Атом водорода можно представить как точечное положительно заряженное ядро (протон) и электронное облако с объемной плотностью заряда

$\rho \left(r \right) = \frac{e_0}{\pi a^3} \cdot e^{-\frac{2r}{a}}$, где e_0 - заряд электрона, a – борковский радиус. Для вычисления сил взаимодействия атома водорода с голым протоном, находящемся на расстоянии, при котором электронное облако не будет деформироваться, необходимо найти напряженность электрического поля атома водорода на расстоянии r от ядра.

Напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии r от ядра атома водорода, будет складываться из напряженности протона (ядра) и

напряженности электронного облака. Напряженность протона определяется по формуле $E_{np} = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, где q_0 - заряд протона, ϵ_0 - диэлектрическая постоянная.

Для определения напряженности электрического поля электронного облака воспользуемся теоремой Гаусса. Так как распределение заряда имеет сферическую симметрию, то при ответе на поставленный вопрос необходимо применять сферическую систему координат. Возьмем замкнутую поверхность в виде сферы радиусом r . Тогда теорема Гаусса будет записана в виде:

$$\oiint_S E_e \cdot dS = \iiint_V \rho \left(\frac{dV}{\epsilon_0} \right).$$

В левой части интегрирование ведется по поверхности сферы радиусом r и $dS = r^2 \sin \Theta d\Theta d\varphi$. В силу сферической симметрии $E_e = const$ на поверхности сферы и тогда:

$$\oiint_S E_e \cdot dS = E_e \oiint_S dS = E_e \oiint_S r^2 \sin \Theta d\Theta d\varphi = E_e r^2 \int_0^\pi \sin \Theta d\Theta \int_0^{2\pi} d\varphi = 4\pi r^2 E_e.$$

В правой части интегрирование будем проводить в сферической системе координат по объему для определения суммарного заряда $\iiint_V \rho \left(\frac{dV}{\epsilon_0} \right)$. Введем

обозначения $\frac{e_0}{\pi a^3} = \rho_0$ и $\frac{2}{a} = \alpha$, то есть $\rho \left(\frac{dV}{\epsilon_0} \right) = \rho_0 e^{-\alpha r}$. Найдем интеграл в правой части:

$$\iiint_V \rho \left(\frac{dV}{\epsilon_0} \right) r^2 dr \sin \Theta d\Theta d\varphi = \int_0^r \rho \left(\frac{dV}{\epsilon_0} \right) r^2 dr \int_0^\pi \sin \Theta d\Theta \int_0^{2\pi} d\varphi = 4\pi \int_0^r \rho \left(\frac{dV}{\epsilon_0} \right) r^2 dr = 4\pi \rho_0 \int_0^r e^{-\alpha r} r^2 dr.$$

Полученный интеграл интегрируем по частям:

$$\begin{aligned} \int_0^r e^{-\alpha r} r^2 dr &= \int_0^r e^{-\alpha r} r^2 dr \Big|_0^r + \frac{1}{\alpha} \int_0^r 2re^{-\alpha r} = -\frac{r^2}{\alpha} e^{-\alpha r} + \frac{2}{\alpha} \left(-\frac{r}{\alpha} e^{-\alpha r} \Big|_0^r + \frac{1}{\alpha} \int_0^r e^{-\alpha r} dr \right) = \\ &= -\frac{r^2}{\alpha} e^{-\alpha r} - \frac{2r}{\alpha^2} e^{-\alpha r} - \frac{2r}{\alpha^3} e^{-\alpha r} + \frac{2}{\alpha^3} = \\ &= E_e = \frac{4\pi e_0}{\epsilon_0 \pi a^3 4\pi r^2} \left(\frac{a^3}{4} - \frac{a^3}{4} e^{-\alpha r} - \frac{a^2}{2} r e^{-\alpha r} - \frac{a}{2} r^2 e^{-\alpha r} \right) = \\ &= \frac{e_0}{4\pi \epsilon_0 r^2} - \frac{e_0}{4\pi \epsilon_0 r^2} e^{-\alpha r} - \frac{e_0}{2\pi \epsilon_0 a r} e^{-\alpha r} - \frac{e_0}{2\pi \epsilon_0 a^2} e^{-\alpha r}. \end{aligned}$$

Так как $E_{np} > E_e$, то голый протон от атома водорода будет отталкиваться с силой, равной $F = q_{np} (E_{np} - E_e)$, где q_{np} - заряд голого протона.

Список литературы

1. Борисовский В.В. Теория и практика криволинейных систем координат. Сборник трудов РИИ, выпуск 16. Рубцовск: РИИ, 2007, С. 5-12.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ УГЛЕПЛАСТИКИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОДИСПЕРСИЙ В ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЕ

И.И. Гулмадов, Е.С. Ананьева

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. Полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе эпоксидных смол обладают хорошей адгезией ко многим материалам, обладают уникальными физико-механическими свойствами, что делает их непревзойденными конструкционными материалами, в связи с чем они применяются в электротехнике и других новых областях техники. Электропроводность многих полимерных диэлектриков и КМ изучена и обобщена во многих научных работах. В ходе исследования в качестве матрицы мы выбрали эпоксидные смолы типа ЭД-22. Целью исследования было улучшение электропроводности углепластики и их использование в качестве сердечника проводов воздушных линий электропередачи. Эксперимент показал, что с помощью добавления нанодисперсии в эпоксидные смолы можно улучшить проводимость и уменьшить диэлектрические свойства углепластиков. Результат эксперимента мы показали в графическом виде.

Ключевые слова: *электропроводимость, углепластик; эпоксидная матрица; углеродная нанодисперсия.*

THE INCREASE IN CONDUCTIVITY AND MECHANICAL STRENGTH OF CARBON PLASTICS IS ABOUT THE USE OF CARBON DISPERSIONS IN EPOXY RESINS

I.I. Gulmadov, E.S. Ananeva

Polzunov Altai State technical University

Abstract. Polymer composite materials (PCM) based on epoxy resins have good adhesion to many materials, have unique physical and mechanical properties, which makes them unsurpassed structural materials, and therefore they are used in electrical engineering and other new fields of technology. The conductivity of many polymeric dielectrics and KM reviewed and summarized in many scientific papers. During the study, we chose ED-22 type epoxy resins as the matrix. The aim of the study was to improve the electrical conductivity of carbon fiber and their use as the core of the overhead power line wires. The experiment showed that the addition of nanodispersion in epoxy resins can improve the conductivity and reduce the dielectric property of carbon fiber. The result of the experiment we have shown in graphical form.

Keywords: *conductivity, carbon plastics; epoxy matrix; carbon nano dispersion.*

Эпоксидные смолы широко используются в различных отраслях промышленности. Обычно они использованы как прилипатель, пропитывая материал для производства препрегов, которые впоследствии используется для изготовления и ремонта различных деталей корпусов лодок, автомобилей и т. д. Сами эпоксидные смолы имеют достаточно высокую характеристики для их пользы в большинств индустриях. Чаще для большинства применений используются наполненные композиции на основе эпоксидных смол. При добавлении наполнителей в полимерные матрицы, свойства материала значительно увеличена, что дает предпосылки для увеличения рабочих параметров композиции и расширения областей их применения. В последнее время широко проводятся исследования по использованию углеродных наноматериалов в качестве наполни-

телей эпоксидных композитов [1]. К таким материалам относятся углеродные нанодисперсии, углеродные нанотрубки, луковичный углерод и другие. Наряду со стандартными применениями эпоксидных композитов появляются новые направления. При введении электропроводящего углеродного наполнителя в диэлектрический полимер электропроводность композиции увеличивается на несколько порядков и варьирует 10⁻³-10⁻¹⁰ см/ м. Эти значения электропроводности могут быть активно использованы в будущих приложениях. В частности, углерод-заполненная пластмасса на основе термореактивных связующих могут использоваться для защиты от электромагнитного излучения и получения антистатических покрытий. В работе [3] представлен литературный обзор теорий проводимости проводящих полимерных композитов и показано, что единой теории, объясняющей электропроводность этих материалов, не существует. По экспериментальным данным для большинства материаловедения проводимость считают ионной проводимостью [2, 4-5]. Однако вопрос о происхождении ионов до сих пор не выяснен. Для улучшения проводимости углеродного волокна для изготовления сердечник проводов воздушных ЛЭП мы провели эксперимент. Ниже мы рассмотрим процесс эксперимента. В качестве матричного связующего выбирают ЭД на основе эпоксидно-Диановой смолы ЭД-22 с ангидритовым отвердителем из МТГФА, приготавливаемый по рецептуре РТП-СП2-20994511-1999Т (табл.1). Результаты экспериментального исследования влияния добавок углеродных наночастиц на проводимость и относительную диэлектрическую проницаемость эпоксидного связующего на основе представлены в таблице 2, графически на рисунке 1.

Таблица 1

Состав эпоксидной композиции

Наименования компонентов	Массовое содержание, %	Назначение компонентов
Смоляная часть ЭД-22(ГОСТ 10587-84)	56,7±0,50	смоляная часть
Отвердитель изо-МТГФА (ТУ 6-09-124-91)	42,5±1,50	отвердитель
Ускоритель УП-606/2 (ТУ 6-00209817.035-96)	0,8±0,02	ускоритель отверждения

Анализируя полученные данные, можно отметить, что увеличение удельной проводимости сопровождается степенной зависимостью (увеличение содержания углеродных наночастиц в 2 раза приводит к изменению проводимости на 1 порядок), а увеличение относительной диэлектрической проницаемости – полиномиальной зависимостью 4-й степени. Характер этих зависимостей можно объяснить тем, что увеличение диэлектрической проницаемости обусловлено, прежде всего, уплотнением структуры связующего и ограничением подвижности молекул. Увеличение числа наночастиц в составе увеличивает его проводимость не только за счет увеличения числа отдельных микропроводников, но и за счет их многократного пересечения. Таким образом, добавление УДП-АГ позволяет использовать этот состав для изготовления ВПКМ с защитой от электромагнитного излучения и для производства антиэлектростатических покрытий.

Влияние содержания углеродных наночастиц на электрические свойства эпоксидного состава в твердой и жидкой фазе

Степень содержания УДП-АГ, % _{масс.}	Удельная проводимость, См/м		Относительная диэлектрическая проницаемость	
	Жидкая фаза	Твердая фаза	Жидкая фаза	Твердая фаза
0,00 % _{масс.}	—	—	8...9	3...4
0,01 % _{масс.}	$10^{-6} \dots 10^{-5}$	$10^{-8} \dots 10^{-9}$	19...20	7...8
0,05 % _{масс.}	$10^{-4} \dots 10^{-3}$	$10^{-6} \dots 10^{-5}$	35...36	12...14
0,10 % _{масс.}	$10^{-3} \dots 10^{-2}$	$10^{-5} \dots 10^{-4}$	42...46	18...20
0,20 % _{масс.}	$10^{-2} \dots 10^{-1}$	$10^{-4} \dots 10^{-3}$	46...51	25...28

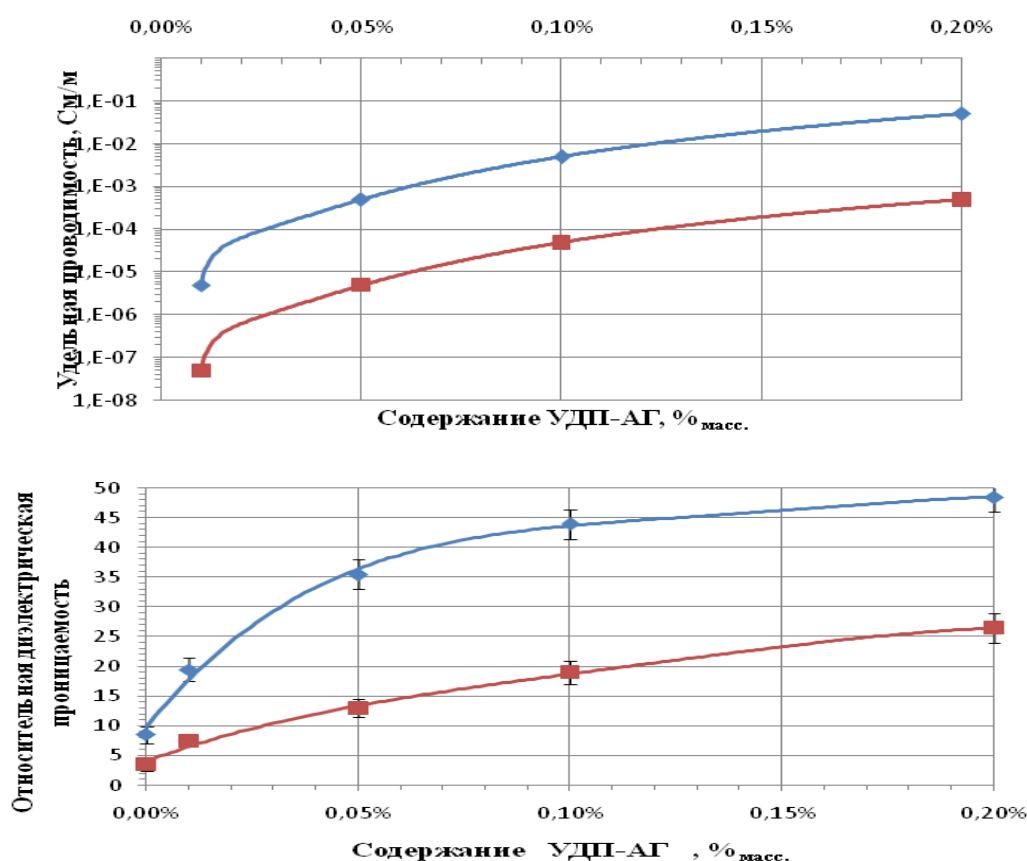


Рис. 1. – Зависимость удельной проводимости (сверху) и относительной диэлектрической проницаемости (снизу) эпоксидной композиции (в твердой и жидкой фазе) от степени наполнения, где \blacklozenge – жидкая фаза; \blacksquare – твердая фаза

В заключении стоит отметить, что углеродных нанодисперсии (УНД) является перспективным материалом для использования в качестве наполнителя эпоксидных композитов. Установление оптимальных параметров получения композитов на базе УНД требует более детального исследования и позволит существенно повысить свойства композитов на базе данного материала.

Список литературы

1. О механизме усиления эпоксидных смол углеродными нанотрубками / В.А. Богатов, С.В. Кондрашов, И.А.Мансурова и др. // Все материалы. Энциклопедический справочник. –2012. - №4.
2. Колесов С.Н. Структурная электрофизика полимерных диэлектриков. – Ташкент, 1975. – 205 с. 6. Композиционные материалы: справочник / Под ред. Д.М. Карпиноса. – Киев: Наукова думка, 1985. – 592 с.
3. Чмутин И.А., Летягин С.В., Шевченко В.Г., Пономаренко А.Т. Электропроводящие полимерные композиты: структура, контактные явления, анизотропия (Обзор) // Высокомолекулярные соединения. – Б.: 1994. 36.№ 4. – С. 699-713.
4. Электрические свойства полимеров / Под ред. В.И. Сажина. – Л.: Химия. 1977. –192 с.
5. Magomedov G.M., Dzhamalova N.M., Abakarov S.A., Smirnov Yn.N. // Polymer Science . Series B.Vol. 40. Nos. 1-2. 1998. – PP. 49-5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОЖИДКОСТЕЙ СИСТЕМЫ ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА И ОУНТ

М.М. Гуломов, М.М. Сафаров

*Технический колледж ТТУ имени акад. М.С.Осими, Душанбе, Таджикистан
Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе, Таджикистан*

Аннотация. В статье используя Р-р-Т зависимости некоторых наножидкостей системы диэтилового эфира при различных температурах и давлениях решив известные уравнения термодинамики в дифференциальной и интегральной формах вычислили изменения одной из термодинамических величин – энтальпии, и после этого используя принцип подобия вычислили изобарные и изохорные теплоемкости в жидкости при широких параметрах состояния и постарались обосновать этот метод вычисления.

DETERMINATION OF THE THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE NANO-LIQUIDS OF THE DIETHYL ETHER AND OUNT SYSTEM

M.M. Gulomov, M.M. Safarov

*Technical College TTU named after acad. M.S. Osimi, Dushanbe, Tajikistan
Branch of the Moscow State University Lomonosov in Dushanbe, Tajikistan*

Annotation. In the article, using the P-ρ-T dependencies of some nanofluids of the diethyl ether system at different temperatures and pressures, solving the known thermodynamic equations in differential and integral forms, calculated the changes in one of the thermodynamic quantities, enthalpy, and then using the similarity principle, calculated the isobaric and isochoric heat capacities in the liquid with wide parameters of the state and tried to justify this method of calculation.

Теория.

В статье, используя Р-р-Т зависимости индивидуальных жидкостей, решив в определенных граничных условиях известные уравнение термодинамики в дифференциальной и интегральной формах, вычислили одну из термодинамических величин, например, изменение энтальпии, после чего используя прин-

ципы подобия, рассчитали в широких параметрах состояния изобарическую и изохорическую теплоемкости в наножидкостей системы диэтилового эфира и ОУНТ и постарались ниже обосновать этот метод вычисления. Для обоснования этого метода использовали уравнение термодинамики относящееся к энтальпии [1-6].

В термодинамике энтальпия определяется как $(U+PV)$, где U –внутренняя энергия системы, P -внешнее давление над системой, V -удельный объем системы. Отметим, что энтальпия также является функцией состояния, и она одна из основных термодинамических величин определяющих состояния системы. Однако, определение абсолютного значения энтальпии сложно, а её изменение определяется следующим образом.

$$dH=(u+PV)=du+pdv+Vdp \quad (1)$$

При изотермическом процессе зависимость изменения энтальпии dH от параметров состояния выражается следующим термодинамическим уравнением:

$$H(P_2T)-(P_1T) = \int_{P_1}^{P_2} [V-T \cdot (\frac{dv}{dt})_P]_t dp \quad (2)$$

Правую сторону выражение (2) раскроем интеграл, а точнее упростим это выражение.

Все опытные данные доказывают нелинейный рост удельного объема наножидкости системы (диэтиловый эфир и ОУНТ) с ростом температуры и уменьшение их плотности, а также такое же нелинейное уменьшение его с ростом давления.

Для упрощение выражение (2), примем следующее выражение для определение объема исследуемой нами наножидкостей:

$$V = \frac{i}{p} + a_0^1 + a_1^1 \frac{t}{p} + a_2^1 \left(\frac{t}{p}\right)^2 \quad (3)$$

Здесь коэффициенты a_0^1, a_1^1, a_2^1 определяются в зависимости от значений P, V, T .

Анализ и обработка графиков удельного объема или плотности наножидкостей подтверждает в общем виде возможность такой зависимости.

Выражение (3) при условии $p=\text{const}$, определим производную удельного объема по температуре $(\frac{dv}{dt})_P$.

$$\left(\frac{dv}{dt}\right)_P = \frac{a_1^1}{p} + \frac{2a_2^1 T}{p} \quad (4)$$

Запишем этот результат, а также (3)-в (2) раскроем интеграл:

$$H(P_2T)-(P_1T) = \int_{P_1}^{P_2} [V-T \cdot (\frac{dv}{dt})_P]_t dp = \int_{P_1}^{P_2} [a_1^1 \left(\frac{t}{p}\right) + a_2^1 \left(\frac{t}{p}\right)^2 - T \left(\frac{a_1^1}{p} + \frac{2a_2^1 T}{p^2}\right)] dp = a_0^1(P_2-P_1) - a_2^1 T^2 \left(\frac{P_2-P_1}{P_2 \cdot P_1}\right), \quad (5)$$

Отсюда

$$H(P_2T) - H(P_1T) = \Delta P \left(a_0^1 - a_2^1 T^2 \frac{1}{P_2 \cdot P_1}\right)$$

Здесь $\Delta P = P_2 - P_1$

Как видно из этого выражение, для вычисления изменения энтальпии для различных изотерм в интервале давления $P_2 - P_1$, из используемого нами уравне-

ния состояния (3) коэффициенты a^1_0 и a^1_2 должны быть определены на основе опытных значений P , V , T .

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОРОГОВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ОСЦИЛЛИСТОРНОГО ЭФФЕКТА

Д.А. Дробот, П.Н. Дробот

*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники*

Аннотация. Показано, что температурная зависимость порогового электрического поля в осциллисторном эффекте спрямляется в определенных координатах, что является теоретической основой для анализа экспериментальных результатов.

Ключевые слова: *осциллистор, пороговый характер, частота.*

ANALYSIS OF TEMPERATURE DEPENDENCE OF THRESHOLD ELECTRIC FIELD OF THE OSCILLISTOR EFFECT

D.A. Drobot, P.N. Drobot

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

Abstract. It is shown that the temperature dependence of the threshold electric field in the oscillistor effect straightens in certain coordinates, which is the theoretical basis for analyzing the experimental results.

Keywords: *oscillistor, threshold character, frequency.*

Осциллистором называется полупроводниковый прибор, состоящий из полупроводникового образца, через который протекает электрический ток, помещённого в продольное току магнитное поле и сопротивления нагрузки, включённых последовательно с источником электрического питания. В силу развития винтовой (спиральной) неустойчивости тока в полупроводниковом образце осциллистора, в цепи осциллистора возникают колебания тока по форме близкие к синусоидальным. На боковых гранях полупроводникового образца возникают колебания напряжения, соответствующие колебаниям тока и с той же частотой.

Возникновение осциллисторных колебаний носит пороговый характер и характеризуется пороговыми значениями напряжения $U_{п}$ и магнитного поля $B_{п}$, приложенных к полупроводниковому образцу и пороговым значением частоты колебаний. Приложенное к полупроводниковому образцу напряжение создает в образце электрическое поле. Другими словами, осциллисторный эффект возникает не при любых значениях приложенных электрического и магнитного поля, а при достаточно больших их значениях, которые зависят от температуры [1].

Интерес к исследованиям осциллисторного эффекта обусловлен двумя обстоятельствами. С практической точки зрения - это возможность создания на его основе новых полупроводниковых приборов: датчиков с частотным выходом различного назначения, усилителей и генераторов высокочастотных сигналов и других. С фундаментальной точки зрения – эти исследования дают экспериментальные знания для развития теории ВН для различных случаев поверх-

ностного и объемного осцилляторных, а также для развития спиральной неустойчивости в надпороговой области возбуждения, где эта теория еще очень слабо развита.

В экспериментах по осцилляторному эффекту в кремнии анализ вольт-амперных характеристик осцилляторных полупроводниковых образцов показал, что спиральная неустойчивость возбуждается при высоком уровне инжекции электронно-дырочной плазмы, что в совокупности с высокой скоростью поверхностной рекомбинации, характерной для кремния, создает большой градиент концентрации плазмы от оси образца к поверхности. В этих условиях возбуждается объемная спиральная неустойчивость, которой в нашем случае, на наш взгляд, наиболее адекватно соответствует теория работы [2], развитая для случая слабых магнитных полей, не имеющая ограничений на величину поперечного градиента плотности плазмы и соотношение подвижностей носителей заряда.

В работе [2] получено выражение для порогового электрического поля

$$E_{\text{п}} = \frac{D_a}{\mu_M^2 B} \frac{k^4 + k_x^2 \chi^2}{k_y k_z \chi}, \quad (1)$$

где B – магнитная индукция; χ – градиент концентрации плазмы от оси образца к поверхности; $k^2 = k_x^2 + k_y^2 + k_z^2$; $D_a = (p_0 \mu_p D_n + n_0 \mu_n D_p) / (p_0 \mu_p + n_0 \mu_n)$ – амбиполярный коэффициент диффузии; n_0 и p_0 – равновесные плотности электронной и дырочной компонент плазмы, e – заряд электрона, μ_n и μ_p – подвижности электронов и дырок, $D_n = (k_B T / e) \mu_n$, $D_p = (k_B T / e) \mu_p$ – коэффициенты диффузии электронов и дырок; k_B – постоянная Больцмана; T – температура, e – заряд электрона; $\mu_M = n_0 p_0 \mu_n \mu_p (\mu_n + \mu_p)^2 / (p_0 \mu_p + n_0 \mu_n)^2$ – величина, по размерности являющаяся квадратом подвижности.

При высоком уровне инжекции ($n \cong p$) соотношения для D_a и μ_M^2 преобразуются к виду

$$\mu_M^2 = \mu_n \mu_p, \quad D_a = \frac{2k_B T \mu_n \mu_p}{e(\mu_n + \mu_p)} = \frac{2k_B T \mu_n}{e(b+1)}, \quad (2)$$

где $b = \mu_n / \mu_p$. С учетом этого выражение (1) перепишем в виде

$$E_{\text{п}} = \frac{2(k^4 + k_x^2 \chi^2) k_B T}{e B_{\text{п}} k_y k_z \chi [\mu_n (b+1) + \mu_p]}. \quad (3)$$

Далее проведем анализ температурной зависимости $E_{\text{п}}$. По данным работы [3] скорость поверхностной рекомбинации кремниевых полупроводниковых образцов имеет одно и то же значение при $T=77$ и $T=300$ К. Тогда можно утверждать, что поперечный градиент χ не зависит или слабо зависит от температуры.

С учетом этого из (3) следует, что $E_{\text{п}} \sim \frac{T}{\mu_n + \mu_p}$. Тогда в координатах

$\lg E_{\text{п}}$ от $\lg \frac{\mu_n + \mu_p}{T}$ при $B_{\text{п}} = \text{const}$ зависимость $E_{\text{п}}(T)$ (3) является прямой лини-

ей с тангенсом угла наклона $|\operatorname{tg}\varphi| = 1$. Соответствующий расчет выражения (3) представлен на рис.1, откуда нетрудно установить $|\operatorname{tg}\varphi| = 1$.

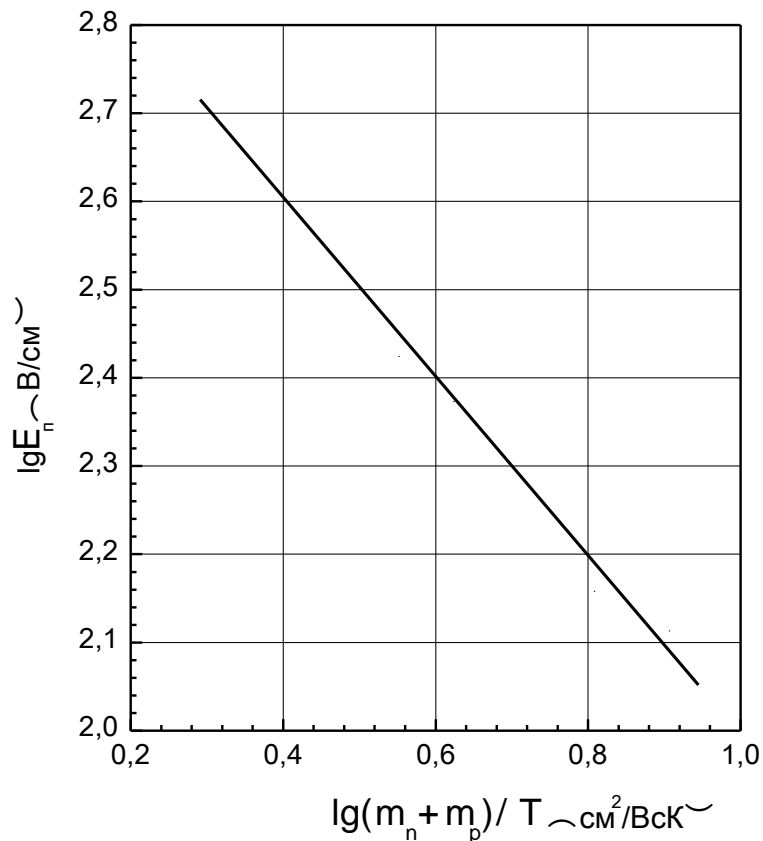


Рис.1.– расчет выражения (3)

Экспериментальной проверкой полученных выводов будут температурные исследования пороговых параметров возбуждения осцилляторного эффекта при $B_n = \text{const}$ в условиях, удовлетворяющих теории работы [2], то есть в слабых магнитных полях, соответствующих критерию $\mu_n \mu_p B \ll 1$. Здесь следует учитывать температурную зависимость подвижностей носителей заряда μ_n и μ_p , которые увеличиваются с уменьшением температуры и выбирать такое значение магнитного поля, чтобы во всем диапазоне температур, например, от 77 до 300 К, выполнялся критерий слабого магнитного поля $\mu_n \mu_p B \ll 1$.

Полученные экспериментальные значения E_n при различных температурах следует нанести на график рисунка 1 и проверить насколько хорошо они укладываются на прямую линию.

Список литературы

1. Владимиров В.В., Волков В.Ф., Мейлихов Е.З. Плазма полупроводников / В.В. Владимиров, В.Ф. Волков, Е.З. Мейлихов М.: Атомиздат, 1979. 256 с.
2. Каплан Б.И. Осцилляторный эффект в германии в условиях поперечного градиента плотности плазмы / Б.И. Каплан, В.К. Малютенко, А.И. Щедрин // ФТП. 1991. Т.25. Вып.11. С.2011-2013.

3. Schulz M. , Voges E. Schraubenformige dichtewellen und oszillistor-effekt im elektron-loch-plasma des p-siliziums. // Z. angew. Phys. 1968. Bd.25. Heft 3. S.141-145.

ТРИЗ - ПРИНЦИПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОГО НАПОЛНЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

О.В. Ефременкова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный технический университет им.И.И. Ползунова»*

Аннотация. Рассмотрены основные принципы-рекомендации использования методов ТРИЗ при решении задач математического содержания технического вуза, возможности применения инструментов ТРИЗ проиллюстрировано большим количеством задач различных разделов математического цикла.

Ключевые слова: *ТРИЗ-педагогика, инновационное мышление ТРИЗ, инструменты ТРИЗ, творческий потенциал, развитие креативности.*

TRIZ - PRINCIPLES FOR SOLVING THE PROBLEMS OF MATHEMATI- CAL FILLING IN A TECHNICAL UNIVERSITY

O.V. Efremenkova

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of
Altai state technical University*

Summary. The main principles recommendations of use of the TRIZ methods at the solution of problems of mathematical maintenance of technical college are considered, possibilities of use of the TRIZ tools it is illustrated a large number of tasks of various sections of a mathematical cycle.

Keywords: *TRIZ pedagogics, innovative thinking of TRIZ, TRIZ tools, creative potential, development of creativity.*

Удовлетворение образовательных потребностей каждого человека в условиях рыночной экономики испытывает жесткое давление, как со стороны социально-экономической надсистемы, так и со стороны системы, связанной с человеком, желающим существенного улучшения её эффективности. Образовательная функция применяемых в настоящее время технологий весьма неэффективна. Связано это, на наш взгляд, с низкой познавательной активностью школьников, подготовка которых к ЕГЭ зачастую сводится к «натаскиванию» на тестирование. Следствием чего является случайный выбор абитуриентом вуза, отсутствие перспективы осознания необходимости получения знаний, стрессовый, как правило, контроль и оценка знаний, отсутствие индивидуальных программ обучения, учитывающих способности и потребности студентов. Объем научной информации стремительно растет, традиционная система образования не успевает за новыми технологиями, направлениями, что ведет как к перегрузке учебных планов, так и отсутствию новых учебных пособий, адаптированных технологий. Используя знание универсальных законов развития систем, выявление внутренних резервов развития существующую систему высшего образования, можно вывести на путь её сознательного и целенаправленного со-

вершенствования, организации развивающей образовательной среды как основы творческой деятельности в период профессиональной подготовки молодых специалистов [5]. Рассматривать образование как процесс развития личности, обогащения ее индивидуального опыта и раскрытия творческих способностей, мы считаем, что можно только системно и комплексно, т.е. интегративно. Одним из путей реализации интегративного подхода, как в школьном, так и вузовском образовании является, на наш взгляд, использование элементов ТРИЗ-педагогике в процессе обучения различным предметам [3]. Разрешение противоречия между огромным развивающим потенциалом ТРИЗ-педагогике и неразработанностью методики ее использования в преподавании математики определило задачи нашего исследования. Как показывают изыскания, проведенные в разных странах, количество идей, полученных различными методами («мозговой штурм», «синектика», «морфологический анализ», «метод контрольных вопросов», «метод каталога») никак не связано с качеством решения проблемы. Ученый из Баку Генрих Саулович Альтшуллер (1926 - 1998) положил начало научной технологии творчества, которая со временем получила название «теория решения изобретательских задач» (ТРИЗ). Еще в сороковых годах Г.С. Альтшуллер поставил задачу иначе: «Как без многочисленного перебора вариантов решения проблемы выходить сразу на сильные решения?» [1].

Принцип отсроченного действия. (не рассматривать заведомо усложняющие вычисления, сконцентрировавшись на физическом приложении задачи). [2]

Пример 1. Найти экстремали вариационной задачи

$$V[y(x)] = \int_0^1 y''^2 dx,$$

$$y(0)=0, \quad y'(0)=1, \quad y(1)=1, \quad y'(1)=1.$$

Уравнение Эйлера-Пуассона имеет вид:

$$\frac{d^2}{dx^2}(2y'') = 0 \quad \text{или} \quad y^{(4)} = 0,$$

его общее решение $y = C_1x^3 + C_2x^2 + C_3x + C_4$. Из граничных условий находим: $C_1=0, C_2=0, C_3=1, C_4=0$. Следовательно, экстремум функционала может достигаться только на прямой $y = x$.

Принцип максимума локальной информации (следить за полнотой информации на каждом шаге) [6].

Пример 2. Пренебрегая влиянием продольных и поперечных сил на деформацию, найти уравнение линии распора для параболической арки при законе изменения момента инерции $I = \frac{I_0}{\cos\varphi}$.

Решение. Уравнение оси арки $y = \frac{4f \cdot x \cdot (-x)}{l^2}$. Определим перемещения

δ_{p1}, δ_{11} , входящие в выражение для инфлюэнтной линии X_1 : $X_1 = -\frac{\delta_{p1}}{\delta_{11}}$.

Перемещение δ_{p1} можно найти непосредственно, применяя формулу Мора и проводя интегрирование по двум участкам $0 \leq x \leq a; 0 \leq x_1 \leq b$:

$$\delta_{p1} = \int_0^a \frac{M_P \cdot \bar{M}_1 ds}{EI} + \int_0^B \frac{M_P \cdot \bar{M}_1 ds}{EI} = - \int_0^A \frac{Pbx}{L} y \frac{dx}{EI_0} - \int_0^B \frac{Pax_1}{l} y \frac{dx_1}{EI_0}.$$

Подставляя значение y и вынося постоянные за знаки интегралов, получаем $\delta_{p1} = - \frac{P4f}{l^3} \left[\int_0^a bx^2 (-x) \frac{dx}{EI_0} + \int_0^B ax_1^2 (-x_1) \frac{dx_1}{EI_0} \right]$.

Для случая изменения момента инерции по закону $I = \frac{I_0}{\cos \varphi}$

$$\delta_{p1} = - \frac{P \cdot 4f}{l^3 TI_0} \left[b \int_0^a x^2 (-x) dx + a \int_0^b x_1^2 (-x_1) dx \right].$$

Вычисляя интегралы, получаем при $P=1$ $\delta_{p1} = - \frac{4f}{12l^3 TI_0} \left[a^3 (l - 3a) + ab^3 (l - 3b) \right]$. Заменим $b = l - a, 4l - 3b = l + 3a$. Тогда после преобразований получим:

$$\delta_{p1} = - \frac{f}{3l^2 TI_0} a (-a) (a^2 + fl - a^2) = - \frac{fl^2}{3TI_0} \cdot \frac{a}{l} \left(1 - \frac{a}{l} \right) \cdot \left(1 + \frac{a}{l} - \frac{a^2}{l^2} \right) = - \frac{fl^2}{3EI_0} \xi (-\xi) (-\xi - \xi^2),$$

где $\xi = \frac{a}{l}$.

Будем считать положение груза меняющимся. Следовательно, в последнем уравнении абсцисса ξ переменна. Придавая различные значения ξ , получим все ординаты эпюры δ_{p1} .

Значения функции $\xi (-\xi) (-\xi - \xi^2)$ приведены ниже:

$\xi = a/l$	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
$\xi (-\xi) (-\xi - \xi^2)$	0	0,0978	0,1855	0,2545	0,2975	0,3125

Теперь найдем перемещение δ_{11} :

$$\delta_{11} = \int_0^l \frac{\bar{M}_1^2 ds}{TI} = \int_0^l y^2 \frac{dx}{TI_0} = \frac{16f^2}{l^4} \int_0^l x^2 (-x) \frac{dx}{EI_0} = \frac{8}{15} \frac{f^2 l}{EI_0}.$$

Таким образом, уравнение инфлюэнтной линии X_1 будет $X_1 = - \frac{\delta_{p1}}{\delta_{11}} = \frac{5}{8} \cdot \frac{l}{f} \xi (-\xi) (-\xi - \xi^2)$.

Принцип правильности решения (не терять корней, отсекай лишние на каждом этапе преобразования) [7].

Пример 3. Определить длину параболы $y = \frac{x^2}{2p}$, используя разложение в степенной ряд подынтегральной функции в формуле $S = \int_0^x \sqrt{1 + \frac{x^2}{p^2}} dx$. Устано-

вить, для каких x возможно такое разложение. Решить задачу для случая всячего моста, провес которого равен f , а пролет $2l$.

Решение. Разложим в ряд подынтегральную функцию

$$\sqrt{1 + \frac{x^2}{p^2}} = 1 + \frac{x^2}{2p^2} - \frac{x^4}{8p^4} + \frac{x^6}{16p^6} - \dots$$

Интегрируя почленно, получим

$$s = x + \frac{2}{3} \frac{y^2}{x} - \frac{2}{5} \frac{y^4}{x^3} + \dots$$

Условия сходимости биномиального ряда в данном случае: $\frac{x^2}{p^2} < 1$ $x < p$

(если ограничиться случаем $x > 0$). Так как $p = \frac{x^2}{2y}$, то полученное разложение

возможно, если $y < \frac{x}{2}$. По условию задачи, в разложении подставим полупролет $x=l$ и стрелу провеса $y=f$.

Тогда для правой части моста ОА получим: $s = l + \frac{2}{3} \frac{f^2}{l} - \frac{2}{5} \frac{f^4}{l^3} + \dots$

Так как провес значительно меньше полупролета, то полученную формулу можно считать надежной.

Принцип отсечения ложных гипотез (через метод вариации параметра).

Пример 4. Найти расстояние между параболой $y = x^2$ и прямой $y = x - 5$.

Решением задачи будет кривая $\bar{y}(x)$, доставляющая минимум функцио-

налу $V[y] = \int_{x_0}^{x_1} \sqrt{1 + y'^2} dx$, выражающему длину кривой $y = y(x)$. При этом левый конец экстремали перемещается по параболе $y = \varphi(x) = x^2$, правый — по прямой $y = \psi(x) \equiv x - 5$.

Общее решение $y = C_1x + C_2$ уравнения Эйлера $y'' = 0$ необходимо подставить в условия трансверсальности

$$\left[\sqrt{1 + y'^2} + (2x - y') \frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right]_{x=x_0} = 0, \quad (y' = C_1),$$

$$\left[\sqrt{1 + y'^2} + (1 - y') \frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right]_{x=x_1} = 0$$

и условия пересечения экстремали с кривыми $y = x^2$ и $y = x - 5$.

$$C_1x_0 + C_2 = x_0^2, \quad C_1x_1 + C_2 = x_1 - 5.$$

Четыре уравнения определяют параметры C_1, C_2, x_0, x_1 :

$$C_1 = -1, \quad C_2 = \frac{3}{4}, \quad x_0 = \frac{1}{2}, \quad x_1 = \frac{23}{8}.$$

Итак, экстремалью является прямая $y = -x + \frac{3}{4}$, а расстояние между данными параболой и прямой равно

$$\alpha = \int_{1/2}^{28/3} \sqrt{1 - (-1)_2} dx = \frac{19\sqrt{2}}{8}.$$

Пример 5. Найти вид условия трансверсальности для функционалов вида

$$V[y] = \int_{x_0}^{x_1} A(x, y) \sqrt{1 + y'^2} dx,$$

(к этому виду относится и длина кривой из предыдущего примера).

Условие трансверсальности $F + (\varphi' - y')F_{y'} = 0$ (на примере левого конца экстремали, лежащего на кривой $y = \varphi(x)$) в данном случае имеет вид:

$$A(x, y) \sqrt{1 + y'^2} + (\varphi' - y') \frac{A(x, y)y'}{\sqrt{1 + y'^2}} = 0$$

или

$$\frac{A(x, y)(1 + \varphi'y')}{\sqrt{1 + y'^2}} = 0,$$

откуда при условии $A(x, y) \neq 0$ находим

$$1 + y'\varphi'|_{x=x_0} = 0 \text{ или } y'\varphi'|_{x=x_0} = -1.$$

Это означает, что для функционала условие трансверсальности переходит в условие ортогональности $y' = -\frac{1}{\varphi'}$.

Используем более простой вид условия и аналогичного условия $1 + y'\psi'|_{x=x_1} = 0$ на правом конце для отыскания экстремали предыдущего примера 4.

Для определения коэффициентов C_1, C_2 в общем решении $y = C_1x + C_2$ уравнения Эйлера, а также точек x_0, x_1 имеем систему

$$1 + y'\varphi'|_{x=x_0} = 1 + C_1 \cdot 2x_0 = 0, \quad 1 + y'\psi'|_{x=x_1} = 1 + C_1 \cdot 1 = 0,$$

$$C_1x_0 + C_2 = x_0^2, \quad C_1x_1 + C_2 = x_1 - 5,$$

откуда снова, но гораздо быстрее, находим

$$C_1 = -1, \quad C_2 = \frac{3}{4}, \quad x_0 = \frac{1}{2}, \quad x_1 = \frac{23}{8}.$$

Таким образом, учет конкретного вида функционала позволил получить для определения коэффициентов C_1, C_2, x_0, x_1 систему, более простую, чем система общего вида.

Принцип непрерывности логических цепочек (не использовать недоказанные утверждения) [2].

Пример 6. Определить длину параболы $y = \frac{x^2}{2p}$, используя разложение в

степенной ряд подынтегральной функции в формуле $s(x) = \int_0^x \sqrt{1 + \frac{x^2}{p^2}} dx$. Уста-

новить, для каких x возможно такое разложение. Решить задачу для случая ви-
сячего моста, провес которого равен a , а пролет $2b$ (см. рис. 1).

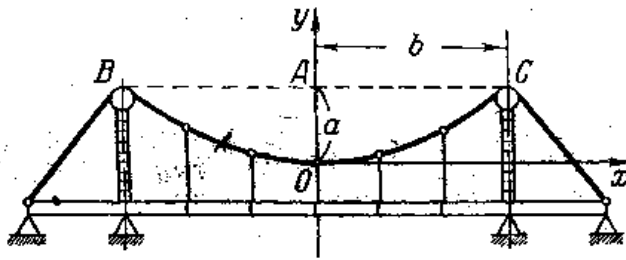


Рис. 1. Схема моста

Разложим в ряд подынтегральную функцию

$$\sqrt{1 + \frac{x^2}{p^2}} = 1 + \frac{x^2}{2p^2} - \frac{x^4}{8p^4} + \frac{x^6}{16p^6} - \dots$$

Интегрируя почленно и, учитывая, что $x^2 = 2py$, получим

$$s(x) = x + \frac{2}{3} \frac{y^2}{x} - \frac{2}{5} \frac{y^4}{x^3} + \dots$$

Условия сходимости биномиального ряда в данном случае: $\frac{x^2}{p^2} < 1$, $x < p$

(если ограничиться случаем $x > 0$). Так как $p = \frac{x^2}{2y}$, то полученное разложение

возможно, если $y < \frac{x}{2}$. По условию задачи, в разложении для $s(x)$ подставим по-

лупролет $x=b$ и провес $y=a$. Тогда получим $s = b + \frac{2}{3} \cdot \frac{a^2}{b} - \frac{2}{5} \cdot \frac{a^4}{b^3} + \dots$

Так как провес значительно меньше полупролета, то полученную формулу можно считать надежной, т.е. формула дает приемлемые для практики результаты.

Принцип полноты пространств альтернатив. (Необходимо исчерпывающе учитывать все необходимые составные части, все возможные случаи должны быть рассмотрены) [6].

Пример 7. Задача о брахистохроне – кривой быстрого скатывания (лучше – соскальзывания) тяжелой материальной точки из одной точки

плоскости в другую (понятно, что рассматриваются точки, не лежащие на одной вертикали).

Эта кривая будет минимизирующим решением вариационной задачи

$$\begin{cases} t[y] = \frac{1}{\sqrt{2g}} \int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} dx, \\ y(0) = 0, y(x_1) = y_1. \end{cases}$$

Здесь $y = y(x)$ — кривая, соединяющая точки $A(0,0)$ и $B(x_1, y_1)$. При этом считаем ось Ox горизонтальной, а ось Oy — направленной вниз, $t[y]$ — время на перемещение точки из A в B . Формула получается из соотношений:

$$\frac{dl}{dt} = \sqrt{2gy} \text{ - скорость движения точки,}$$

$$dl = \sqrt{1+y'^2} dx \text{ - элемент длины дуги,}$$

откуда

$$dt = \frac{dl}{\sqrt{2gy}} = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{2gy}} dx.$$

Функция $F = \sqrt{1+y'^2} / \sqrt{y}$ не зависит явно от x , поэтому уравнение Эйлера имеет вид и обладает первым интегралом $F - y'F_{y'} = C$, т. е.

$$\frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} - \frac{y'^2}{\sqrt{y(1+y'^2)}} = C.$$

После преобразований уравнения получаем

$$y(1+y'^2) = C_1.$$

Введем параметр t , полагая $y' = \operatorname{ctgt}$, тогда

$$y = \frac{C_1}{1+\operatorname{ctg}^2 t} = \frac{C_1}{2}(1-\cos 2t).$$

Вычисляя $dy = 2C_1 \sin t \cos t dt$, имеем

$$dx = \frac{dy}{y'} = C_1(1-\cos 2t)dt, \quad x = \frac{C_1}{2}(2t - \sin 2t) + C_2.$$

Полагая для упрощения $2t = t_1$, получаем в параметрическом виде уравнения семейства *циклоид*

$$x = \frac{C_1}{2}(t_1 - \sin t_1),$$

$$y = \frac{C_1}{2}(1 - \cos t_1),$$

где $\frac{C_1}{2}$ - радиус круга, качением которого по оси Ox получается циклоида. Он определяется из условия прохождения циклоиды через точку $B(x_1, y_1)$.

Итак, брахистохроной является циклоида.

Принцип простоты. (Исключение лишние выкладки, которые, как правило, являются источником ошибки) [7].

Пример 8. Сопротивление излучения антенны выражается формулой $R = \int_0^1 \cos^2\left(\frac{\pi r}{2}\right) \frac{dr}{1-r^2}$. Найти значение интеграла.

Решение. $R = \frac{1}{4} \left[\int_0^1 \frac{dr}{1+r} + \int_0^1 \frac{dr}{1-r} + \int_0^1 \frac{\cos \pi r}{1+r} dr + \int_0^1 \frac{\cos \pi r}{1-r} dr \right]$.

Полагаем в третьем интеграле $1+r=u$, а в четвертом $1-r=u$, тогда: $R = \frac{1}{4} \left[\int_0^1 \frac{dr}{1-r} + \ln 2 - \left(\int_0^1 \frac{\cos \pi u}{u} du - \int_0^1 \frac{\cos \pi u}{u} du \right) \right]$. Полагая $1-r=z$ во втором слагаемом, $\pi u=z$ в третьем и четвертом, будем искать:

$$R = \frac{1}{4} \left[\ln 2 + \int_0^1 \frac{dz}{z} - + \int_0^1 \frac{\cos z}{z} dz + \int_0^1 \frac{\cos z}{z} dz \right] =$$

$$= \frac{1}{4} \left[\ln 2 - Ci(2\pi) + \lim_{z \rightarrow 0} (Ci(z) - \ln z) \right].$$

Для раскрытия неопределенности ($\infty-\infty$) во второй скобке напишем: $-\lim_{z \rightarrow 0} \left(\ln z - C - \ln z + \frac{z^2}{2 \cdot 2!} - \frac{z^4}{4 \cdot 4!} + \frac{z^6}{6 \cdot 6!} - \dots \right) = C$, где $C=0,577216$ – эйлерова постоянная. Таким образом, $R = \frac{1}{4} \ln 2 - Ci 2\pi + C$.

Принцип системности решения [6].

Пример 9. Известно, что сопротивление горизонтальной балки на изгиб пропорционально произведению ширины сечения на квадрат высоты. Из круглого бревна диаметра d нужно вырезать балку прямоугольного сечения так, чтобы сопротивление на изгиб в горизонтальном положении было наибольшим.

Решение. Пусть ширина балки x , тогда высота будет $\sqrt{d^2 - x^2}$. Обозначив сопротивление на изгиб через p и коэффициент пропорциональности через k , получим:

$$p = kx(\sqrt{d^2 - x^2})^2 = kx(d^2 - x^2).$$

Примем постоянный коэффициент $k=1$, тогда $p = x(d^2 - x^2)$ или $p = d^2x - x^3$ ($0 < x < d$).

Исследуем функцию с помощью второй производной:

1) $p' = d^2 - 3x^2$; 2) $d^2 - 3x^2 = 0$, $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$; 3) $p'' = -6x$.

Вторая производная отрицательна, следовательно, при $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$ функция имеет максимум.

Размеры сечения $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$ и $\sqrt{d^2 - \left(\frac{d}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{d^2 - \frac{d^2}{3}} = \sqrt{\frac{2d^2}{3}} = d\sqrt{\frac{2}{3}}$.

Отношение $d\sqrt{\frac{2}{3}} : \frac{d}{\sqrt{3}} = \sqrt{2}$.

Построение прямоугольника со сторонами $\frac{d}{\sqrt{3}}$ и $d\sqrt{\frac{2}{3}}$.

Разделим диаметр AB круга на три равные части.

Из точек деления C и D проведем перпендикуляры к AB (по разные стороны от AB) до пересечения с окружностью в точках K и L .

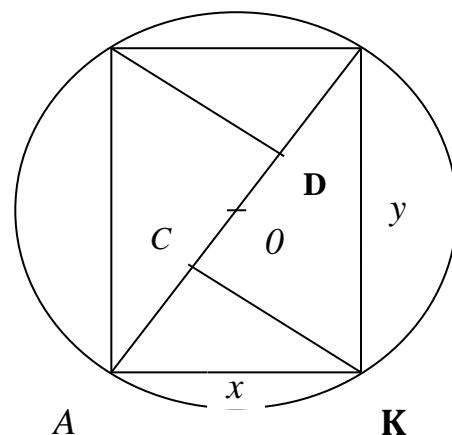
Докажем, что прямоугольник $AKBL$ искомым.

На основании теоремы о метрических соотношениях в прямоугольном треугольнике имеем:

$$AK^2 = AC \cdot AB = \frac{1}{3}d \cdot d = \frac{1}{3}d^2; \quad AK = \frac{d}{\sqrt{3}};$$

$$BK^2 = BC \cdot BA = \frac{2}{3}d \cdot d = \frac{2}{3}d^2;$$

$$BK = d\sqrt{\frac{2}{3}}.$$



Психологические барьеры, вызываемые ими негативные эмоции значительно усложняют процесс поиска решений. Поэтому соблюдение предложенных принципов, применение навыков, приобретенных при решении задач на уроках математики с использованием методов ТРИЗ, могут помочь в решении проблем далеких от математики и интегрировать учебную информацию в стройную систему знаний [3].

Список литературы

1. Альтшуллер, Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск:Наука, 1991. 225 с.
2. Горев, П.М., Утёмов, В.В. Практическое руководство по развитию креативного мышления. Методы и приемы ТРИЗ. 2014. 112 с.
3. Ефременкова, О.В. Воздействие математических задач с развивающим потенциалом на развитие личности студентов втуза. Философия образования. – Новосибирск, 2005. - №2 (13). С. 338-342.
4. Ефременкова, О.В. Развитие творческой активности студентов технических вузов посредством гуманитарно ориентированных математических задач: Монография. Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2005. 170с.
5. Погребная, Т.В., Козлов, А.В. ТРИЗ-педагогика в преподавании математики. – Красноярск, 2008.

6. Утёмов, В.В. Ситуации как средство развития креативности на уроках математики // Концепт. - 2011. - № 2. - URL: <http://www.covenok.ru/koncept/2011/11202.htm>.

7. Утёмов, В.В. Учебные задачи открытого типа // Концепт. - 2012. - № 5. URL: <http://www.covenok.ru/koncept/2012/1257.htm>.

АГРЕГАЦИЯ УГЛЕРОДА В ПЛАЗМЕННОМ ПОТОКЕ ИНЕРТНОГО НЕОНА

В.Е. Ефремов, А.В. Попов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация. Рассмотрено формирование кластеров углерода в потоке инертного неона в рамках метода, учитывающего ширину энергетических уровней. Показано, что атомы углерода в плазменном потоке неона образуют вполне устойчивые димеры. При этом в условиях внешних возбуждений могут образовываться системы Ne-C, быстро теряющие неон при снятии возбуждений, а также быстро распадающиеся системы Ne-Ne.

Ключевые слова: кластеры, конденсация, углерод, неон, электронная структура, полная энергия.

AGGREGATION OF CARBON IN THE PLASMA STREAM OF INERT NEON

V.E. Efremov, A.V. Popov

Polzunov Altai State Technical University

Abstract. The formation of carbon clusters in a stream of inert neon is considered in the framework of the method taking into account the width of energy levels. It is shown that carbon atoms in the neon plasma stream form quite stable dimers. In this case, under conditions of external excitations, Ne-C systems can form, rapidly losing neon when excitations are removed, as well as Ne-Ne systems that quickly decay.

Keywords: clusters, condensation, carbon, neon, electronic structure, total energy.

1. ВВЕДЕНИЕ

Для приготовления тонких пленок и покрытий, для получения новых материалов с внедренными в них нанометровыми частицами часто используют кластерные пучки. Использование кластерных пучков обеспечивает высокую скорость генерации кластеров требуемой структуры и размеров [1], быструю их доставку к месту получения материала с заранее заданными свойствами. При этом цепь сложных неравновесных процессов сильно зависит от внешних условий и режимов генерации, для управления которыми часто используется инертный газ в качестве буферного. Описать такие сильно неравновесные процессы можно опираясь на теорию несамосопряженных операторов, собственные значения которых являются комплексным [2]. Если речь идет об уравнении Шредингера, то мнимая часть собственных значений этого уравнения имеет смысл ширины энергетических уровней действительной части собственных значений энергии [3]. Идея учитывать ширину атомных уровней, видимо, впервые ис-

пользовалась в [4] при вычислении возбужденных волновых функций в атоме водорода. Описание возбужденных состояний многоэлектронных атомов изложено в работах [5-11], кластеров – в [12-15]. Применим этот подход для вычисления энергетической структуры атомных пучков углерода в потоке инертного неона. С этой целью рассмотрим идею решения спектральной задачи для многоэлектронного атома в поле мощных возбуждений.

2. ИДЕЯ МЕТОДА

Рассмотрим сначала стандартное решение спектральной задачи основного состояния многоэлектронного атома в приближении Хартри-Фока:

$$\mathbf{F}\psi = E\psi. \quad (1)$$

Аппроксимация центрального поля позволяет разделить радиальные переменные и угловые, а собственные функции оператора Фока \mathbf{F} искать в виде произведения радиальной функции $R(r)$ на угловую $Y(\theta, \varphi)$:

$$\psi = R(r) Y(\theta, \varphi), \quad (2)$$

причем угловая часть удовлетворяет уравнениям:

$$-\Delta Y(\theta, \varphi) = l(l+1)Y(\theta, \varphi), \quad -i \frac{\partial Y(\theta, \varphi)}{\partial \varphi} = mY(\theta, \varphi). \quad (3)$$

Здесь Δ – сферический оператор Лапласа, а l принимает любые значения в комплексной области. Если потребовать, чтобы решения уравнений (3) были регулярны на сфере при $0 \leq \theta \leq \pi$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$, непрерывны при $\theta = 0$, $\theta = \pi$ и удовлетворяли условию $Y(\theta, \varphi + 2\pi) = Y(\theta, \varphi)$, то мы приходим к проблеме собственных значений, допускающей решения только при целых значениях $l=0, 1, 2, \dots$ и $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$.

Перейдем к рассмотрению возбужденных состояний атома, находящегося в равновесном поле. При этом прочие частицы, окружающие интересующий нас атом, включим в понятие термостата. Такие возбуждения, способные спонтанно распасться за конечное время τ , и, согласно соотношению неопределенностей, обладают конечной шириной $\Gamma \sim \hbar/\tau$ энергетического уровня, характеризующего квазистационарную систему. Волновая функция, описывающая эту систему, должна содержать такой экспоненциальный множитель, чтобы все вероятности, определяющиеся квадратом модуля волновой функции, затухали по экспоненциальному закону $\exp(-\Gamma t/\hbar)$.

$$\psi(r, t) = \psi(r) \exp\left[-i \left(E - \frac{\Gamma}{2}\right) \frac{t}{\hbar}\right]. \quad (4)$$

Будем считать, что для описания возбуждений аппроксимация центрального поля оправдана в той же степени, в какой она оправдана для описания незаполненных оболочек основного состояния. Тогда функцию $\psi(\mathbf{r})$, стоящую в правой части равенства (4), удобно искать в виде (2). Более того, пусть угловая функция $Y(\theta, \varphi)$ удовлетворяет тем же уравнениям (3), но регулярна только по φ . Произвольное поведение этой функции на сфере по переменной θ снимает ограничение на целочисленные значения параметра l . Будем считать его, в общем случае, комплексным: $L=l+x+iy$, где l , как и прежде, пусть пробегает целочисленные значения, тогда область изменения комплексной добавки $x+iy$ может быть ограничена значениями $|x| < 0.5$ и $|y| < 0.5$. Таким образом, задача отыскания

спектра орбитальных возбуждений атома может быть сведена к проблеме собственных значений стационарного уравнения Шредингера:

$$\left(\mathbf{F} + \frac{\hbar^2}{2m} \frac{u + iv}{r^2} \right) \psi = \varepsilon \psi. \quad (5)$$

Здесь \mathbf{F} – оператор Фока для атома в основном состоянии, $u=x(x+2l+1)-y^2$, $v=y(2x+2l+1)$. Заметим, что при $y \neq 0$ задача (5) является существенно неэрмитовой с комплексными значениями $\varepsilon = E - i\Gamma/2$. Причем параметр x отвечает за штарковский сдвиг энергетических уровней при $y = 0$, а параметр y – за уширение этих уровней при $x = 0$. Перебирая все возможные значения $|x| < 0.5$ и $|y| < 0.5$ в процессе поиска самосогласованных решений уравнений (5) можно проследить по минимуму полной энергии возбуждённого атома и за его спектральными характеристиками, обусловленными орбитальными переходами электронов.

Нами проведено обобщение этой идеи для описания возбужденных состояний в кластерах, как системы атомов, не обладающей сферической симметрией [12-15]. Подробная схема реализации представлена в [16].

3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА И ОБСУЖДЕНИЕ

Задачу (5) мы решали численно в базисе функций гауссового типа [17, 18], используя 10 функций в разложении по $l = 0$ и 18 функций – в разложении по $l = 1$. Оценки показали, что базис такой длины вполне пригоден при решении уравнений (5) методом Рутана для углерода и неона, если $|x| < 0.08$ и $|y| < 0.5$, т.к. увеличение длины этого базиса не меняет требуемой точности всех значений, приведенных ниже для обсуждения.

Результаты самосогласованных вычислений, приведенные на рис.1а, показывают, что действительная часть $\text{Re } \mathcal{E}$ полной энергии возбужденного атома неона может быть как выше так и ниже энергии его основного состояния при $x = y = 0$. Мнимая часть $\text{Im } \mathcal{E}$ полной энергии атома неона как функция параметра y для пяти значений параметра $x = 0, \pm 0.04, \pm 0.08$ изображена на рис.1б. Поскольку модуль этой величины характеризует вероятность распада возбуждения в единицу времени, наиболее интересными являются неограниченно долго живущие состояния с $\text{Im } \mathcal{E} = 0$. Кроме основного состояния при $x = 0$ и $y = 0$, к таковым относятся возбужденные состояния при $y > 0.3$ (см. рис.1б).

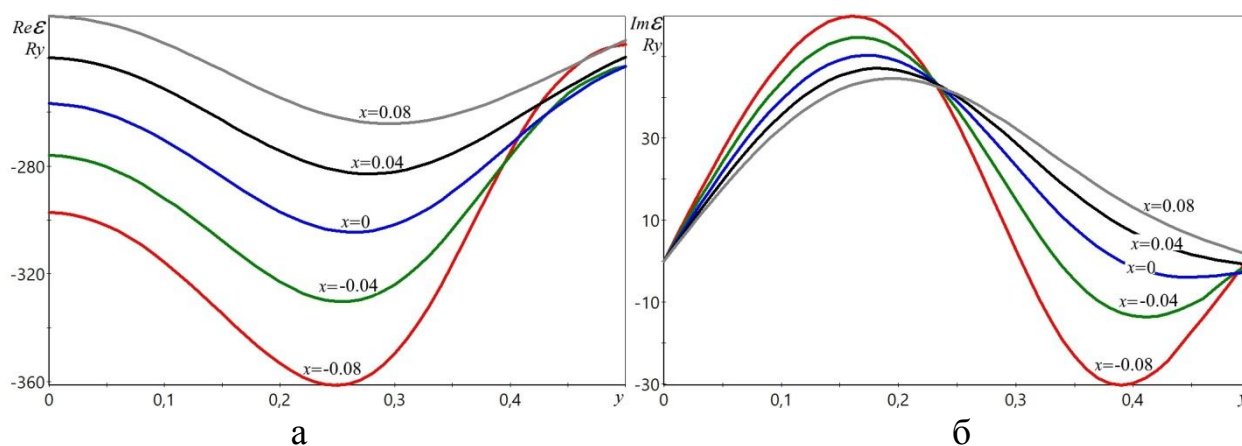


Рис.1. Зависимости действительной части полной энергии $\text{Re } \mathcal{E}$ (а) и мнимой части полной энергии $\text{Im } \mathcal{E}$ (б) атома неона от параметра возбуждения y при $x = 0, \pm 0.04, \pm 0.08$.

Отметим, что с увеличением параметра возбуждения y энергия основного состояния $1s$ -симметрии растет (см. рис.2а). Положение прочих энергетических уровней $2s$ -, $2p$ -симметрии и других, не изображенных на рис.2а, чтобы не загромождать этот рисунок, остается почти неизменным с ростом параметра возбуждения y . Мнимые части Γ_n спектральных линий для атома неона как функции параметра возбуждения y при $x = 0.08$, приведенные на рис.2б, показывают, что состояния электронов $1s$ -, $2s$ -, $2p$ -симметрии являются долгоживущими, в то же время другие состояния, не изображенные на рис.7б, чтобы не загромождать рисунок, затухают тем быстрее, чем мощнее возбуждение. Таким образом, можно утверждать, что в неоне, в принципе, возможно существование неограниченно долго живущих возбуждений, в интервале значений параметра $y > 0.3$, например, в результате столкновения с каким-либо атомом. В качестве такого атома выберем сначала атом неона.

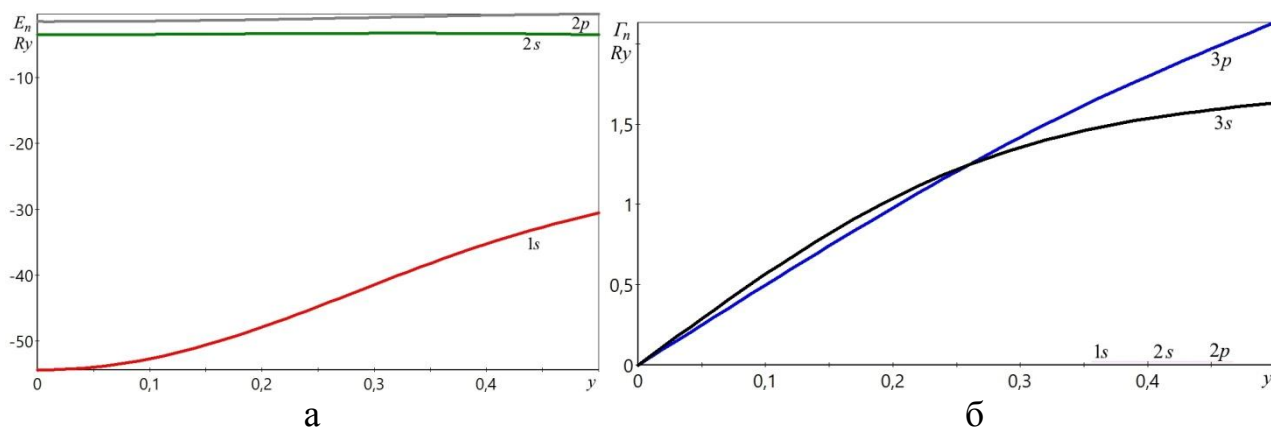


Рис.2. Зависимости действительных частей E_n (а) и мнимых частей Γ_n (б) спектральных линий для атома неона от параметра возбуждения y при $x = 0.08$

На рис.3а приведена зависимость действительной части полной энергии $\text{Re } \mathcal{E}$ от расстояния d (в боровских радиусах) между двумя атомами неона при параметрах возбуждения $x = 0$ и $y = 0, \pm 4 \cdot 10^{-6}, \pm 8 \cdot 10^{-6}$. В основном состоянии при $x = y = 0$ обнаружена слабо устойчивая система Ne_2 с равновесным расстоянием между атомами неона $d = 5.3$ боровских радиуса, значение которого находится в пределах разброса данных других работ [19-21]. Наличие четырех более глубоких минимумов вблизи расстояний d , равных 4.9, 7.7, 14.3, 22.7 боровских радиуса между двумя атомами неона, указывает на существование устойчивых возбуждений в Ne_2 . Из них неограниченно долго живущим с равным нулю значением мнимой части полной энергии $\text{Im } \mathcal{E}$ является возбуждение с межатомным расстоянием $d = 7.7$ боровских радиуса (см. рис.3б).

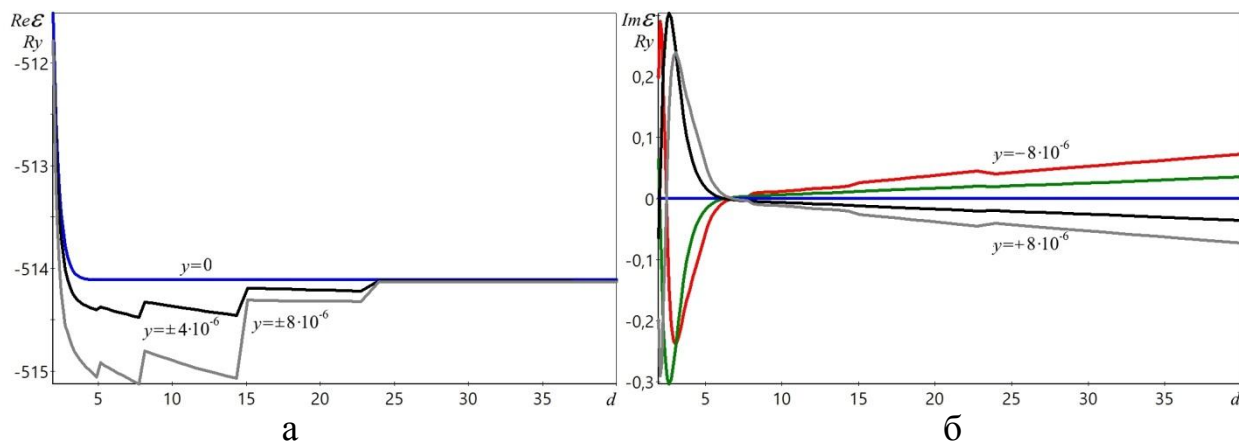


Рис.3. Зависимости действительной части полной энергии $\text{Re } \mathcal{E}$ (а) и мнимой части полной энергии $\text{Im } \mathcal{E}$ (б) от расстояния d между двумя атомами неона (в боровских радиусах) при параметрах возбуждения при $x = 0$ и $y = 0, \pm 4 \cdot 10^{-6}, \pm 8 \cdot 10^{-6}$

Результаты самосогласованных вычислений, приведенные на рис.4, показывают, что зависимость полной энергии атома углерода от параметров возбуждения x и y качественно похожи на зависимость полной энергии атома неона от параметров возбуждения x и y (см. рис.1). А именно, действительная часть $\text{Re } \mathcal{E}$ полной энергии возбужденного атома может быть как выше так и ниже энергии его основного состояния при $x = y = 0$. Мнимая часть $\text{Im } \mathcal{E}$ полной энергии атома как функция параметра y для тех же пяти значений параметра $x = 0, \pm 0.04, \pm 0.08$, изображенная на рис.4б, указывает на существование неограниченно долго живущих состояний с $\text{Im } \mathcal{E} = 0$ при $y > 0.3$.

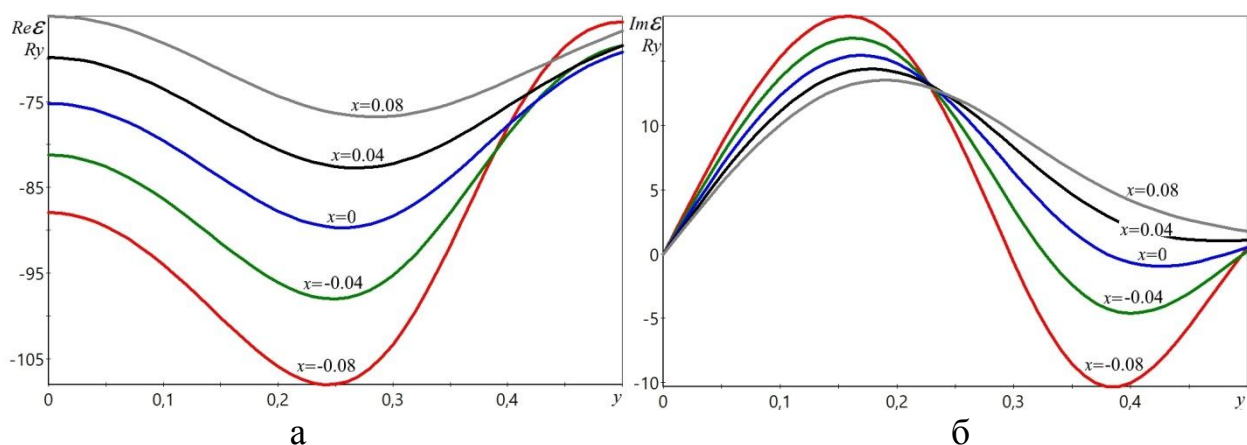


Рис.4. Зависимости действительной части полной энергии $\text{Re } \mathcal{E}$ (а) и мнимой части полной энергии $\text{Im } \mathcal{E}$ (б) атома углерода от параметра возбуждения y при $x = 0, \pm 0.04, \pm 0.08$

Поведение спектральных линий в возбужденном атоме углерода, в частности, представленное на рис.5 в зависимости от параметра возбуждения y при $x = 0.08$, также качественно не отличается от поведения спектральных линий в

неоне. С увеличением параметра возбуждения y энергия основного состояния $1s$ -симметрии растет (см. рис.5а). Положение прочих энергетических уровней $2s$ -, $2p$ -, $3s$ -, $3p$ -симметрии и других, не изображенных на рис.5а, чтобы не загромождать рисунок, остается почти неизменным с ростом параметра возбуждения y . Мнимые части Γ_n спектральных линий для атома углерода как функции параметра возбуждения y при $x = 0.08$, приведенные на рис.5б, показывают, что состояния электронов $1s$ -, $2s$ -, $2p$ -симметрии являются долгоживущими, в то же время состояния $3s$ -, $3p$ -симметрии и другие, не изображенные на рис.5б, чтобы не загромождать рисунок, затухают тем быстрее, чем мощнее возбуждение. Причем, затухание возбужденных состояний $3p$ -симметрии, расположенных выше на рис.5б, происходит заметно быстрее, чем затухание возбужденных состояний $3s$ -симметрии. В целом же можно утверждать, что в углероде, в принципе, возможно существование неограниченно долго живущих возбуждений в интервале значений параметра $y > 0.3$. Столь мощное воздействие на атом при значениях параметра $y > 0.3$, сравнимое с воздействием поля внутри атома, можно оказать, например, в результате столкновения с каким-либо атомом. В качестве такого выберем сначала атом углерода.

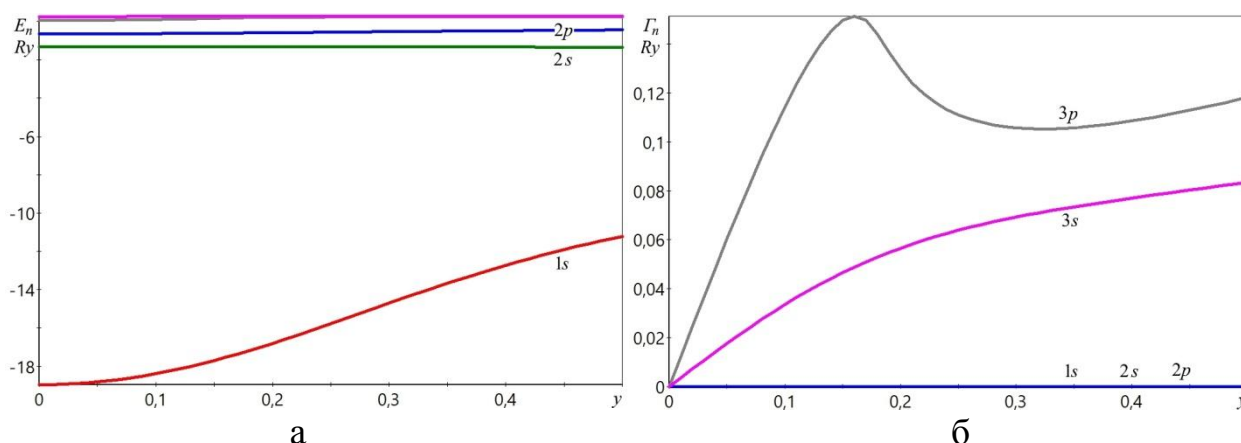


Рис.5. Зависимости действительных частей E_n (а) и мнимых частей Γ_n (б) спектральных линий для атома углерода от параметра возбуждения y при $x=0.08$

На рисунке 6а приведена зависимость действительной части полной энергии $\text{Re } \mathcal{E}$ от расстояния d (в боровских радиусах) между двумя атомами углерода при параметрах возбуждения $x = 0$ и $y = 0, \pm 4 \cdot 10^{-6}, \pm 8 \cdot 10^{-6}, \pm 12 \cdot 10^{-6}, \pm 16 \cdot 10^{-6}$. В основном состоянии при $x = y = 0$ обнаружена стабильная двухатомная система C_2 с расстоянием между атомами углерода $d = 2.48$ боровских радиуса, значение которого находится в пределах разброса данных других работ [22-24]. Наличие четырех менее глубоких минимумов вблизи расстояний d , равных 14.1, 25.4, 32.1, 34.7 боровских радиусов между двумя атомами с $\text{Im } \mathcal{E}$ близкими к нулю, указывает на существование достаточно устойчивых возбуждений в C_2 .

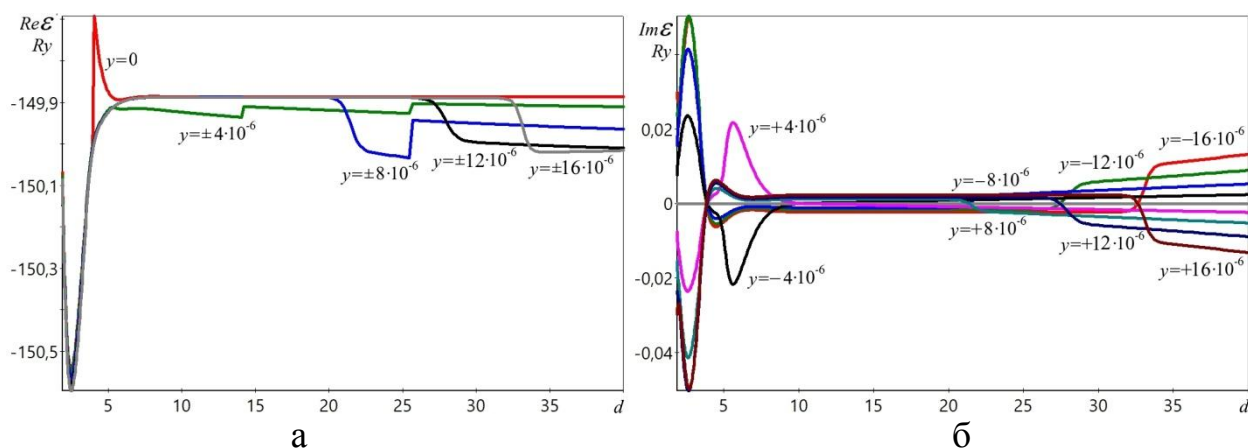


Рис.6. Зависимости действительной части полной энергии $Re \mathcal{E}$ (а) и мнимой части полной энергии $Im \mathcal{E}$ (б) от расстояния d между двумя атомами углерода (в боровских радиусах) при параметрах возбуждения при $x = 0$ и $y = 0, \pm 4 \cdot 10^{-6}, \pm 8 \cdot 10^{-6}, \pm 12 \cdot 10^{-6}, \pm 16 \cdot 10^{-6}$

На рисунке 7а приведена зависимость действительной части полной энергии $Re \mathcal{E}$ от расстояния d (в боровских радиусах) между атомами неона и углерода при параметрах возбуждения $x = 0$ и $y = 0, \pm 4 \cdot 10^{-6}, \pm 8 \cdot 10^{-6}$. В основном состоянии при $x = y = 0$ обнаружена слабо устойчивая система Ne–C с равновесным расстоянием между атомами неона $d = 5.8$ боровских радиуса. Наличие трех более глубоких минимумов вблизи расстояний d , равных 8.6, 14.1, 25.5 боровских радиуса между атомами неона и углерода, указывает на существование устойчивых возбуждений в Ne–C. Из них неограниченно долго живущим с равным нулю значением мнимой части полной энергии $Im \mathcal{E}$ является возбуждение с межатомным расстоянием $d = 8.6$ боровских радиуса (см. рис.7б).

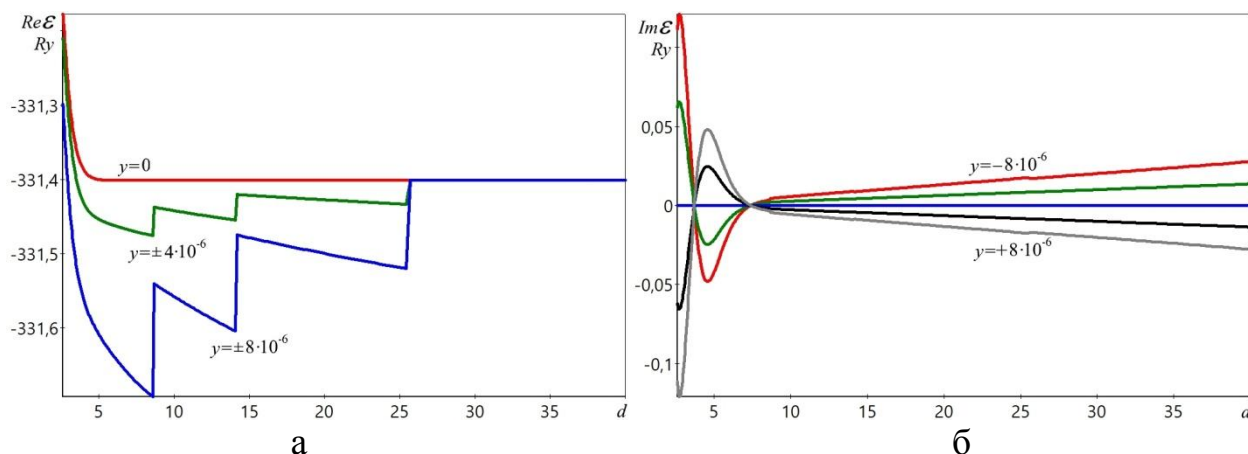


Рис.7. Зависимости действительной части полной энергии $Re \mathcal{E}$ (а) и мнимой части полной энергии $Im \mathcal{E}$ (б) от расстояния d между атомами неона и углерода (в боровских радиусах) при параметрах возбуждения при $x = 0$ и $y = 0, \pm 4 \cdot 10^{-6}, \pm 8 \cdot 10^{-6}$

Таким образом, показано, что атомы углерода в плазменном потоке неона образуют вполне устойчивые димеры, возможно, и другие более сложные кластеры. При этом в условиях внешних возбуждений могут образовываться системы Ne–C, быстро теряющие неон при снятии возбуждений, а также быстро распадающиеся системы Ne–Ne.

Список литературы

1. Huzinaga S. Gaussian-type functions for polyatomic systems. I // J. Chem. Phys. 1965. V. 42. N 4. PP. 1293-1302.
2. Kosimov D. P., Dzhurakhalov A. A., Peeters F. M. Theoretical study of the stable states of small carbon clusters C_n ($n = 2-10$) // Phys. Rev. B. 2008. V. 78. N 23. PP. 235433-1 – 235433-8.
3. Popov A.V. Computer simulation of electronic excitations in beryllium // Mathematical Modelling and Geometry. 2015. V. 3. N. 3. P. 29-59.
4. Popov A.V. Search for Rydberg matter: Beryllium, magnesium and calcium // Czechoslovak Journal of Physics. 2006. V. 56. N 2. P. B1294-B1299.
5. Popov A.V. Search of Rydberg Matter: Beryllium // Computational Materials Science. 2006. V. 36. P. 217-220.
6. Raghavachari K., Binkley J. S. Structure, stability, and fragmentation of small carbon clusters // J. Chem. Phys. 1987. V. 87. N 4. PP. 2191-2197.
7. Ruzsinszky A., Perdew O. P., Csonka G. I. Binding Energy Curves from Nonempirical Density Functionals II. van der Waals Bonds in Rare-Gas and Alkaline-Earth Diatomics// J. Phys. Chem. A 2005. V. 109. N 48. PP. 11015-11021.
8. Wachters A. J. H. Gaussian basis set for molecular wave functions containing third-row atoms // J. Chem. Phys. 1970. V. 52. N 3. PP. 1033-1036.
9. Zeller S, Kunitski M., Voigtsberger J. et al. Determination of Interatomic Potentials of He₂, Ne₂, Ar₂, and H₂ by Wave Function Imaging // Phys. Rev. Lett. 2018. V. 121. N 8. PP. 083002-1 – 083002-6.
10. Zhang C., Xu X., Wu H., Zhang Q. Geometry optimization of C_n ($n = 2-30$) with genetic algorithm // Chem. Phys. Lett. 2002. V. 364. N 3-4. PP. 213–219.
11. Zhao Y., Truhlar D. G. Comparative DFT Study of van der Waals Complexes: Rare-Gas Dimers, Alkaline-Earth Dimers, Zinc Dimer, and Zinc-Rare-Gas Dimers // J. Phys. Chem. A 2006. V. 110. N 15. PP. 5121-5129.
12. Попов А.В. Агрегация атомов лития // Журнал технической физики. 2010. Т. 80. Вып. 2. С. 29-35.
13. Попов А.В. Агрегация атомов углерода // Альтернативная энергетика и экология. 2009. № 7 (75). С. 80-86.
14. Попов А.В. Конденсат возбужденных состояний в бериллии // Физика твердого тела. 2008. Т. 50. № 8. С. 1530-1534.
15. Попов А.В. Конденсат возбужденных состояний в кальции // Физика плазмы. 2006. Т. 32. №4. С. 362-367.
16. Попов А.В. Конденсат возбужденных состояний в магнии // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2005. Т. 128. № 2. С. 227-232.

17. Попов А.В. Моделирование электронных возбуждений на примере бериллия // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2012. № 4/2. С. 576-580.
18. Попов А.В. Поиск Ридберговской материи: бериллий // *Физика плазмы*. 2005. Т. 31, №3. С. 283-289.
19. Попов А.В. Поиск Ридберговской материи: магний // *Известия АлтГУ*. 2005. Вып.1. С. 142-147.
20. Попов А.В. Применение несамосопряженных операторов для описания возбуждений на примере атома водорода // *Известия Алтайского государственного университета*. 2012. Том 2. Вып. 1(73). С. 154-157.
21. Попов А.В. Решение спектральной задачи для электронов в атоме, учитывающей ширину энергетических уровней // *Оптика и спектроскопия*. 2002. Т. 93. № 1. С. 5-7.
22. Попов В.А., Гуляев П.Ю., Семкин Б.В. О ширине спектральных линий // *Ползуновский вестник*. 2012. № 2/1. С. 21-25.
23. Смирнов Б.М. Генерация кластерных пучков // *Успехи физических наук*. 2003. Т. 173. № 6. С. 609-648.
24. Янавичус А., Шучуров В. Водородные волновые функции, учитывающие ширину уровня // *Литовский физический сборник*. 1968. Т. 8. № 1-2. С. 47-51.

СЛУЧАЙ БЛИЗКИХ ГИПОТЕЗ ПРИ РАЗЛИЧЕНИИ ПРОЦЕССОВ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ АВТОРЕГРЕССИИ

О.Н. Ие

Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко

Аннотация. Получены предельные теоремы для интеграла Хеллингера в задаче различения двух асимптотически критических процессов экспоненциальной авторегрессии. В условиях справедливости этих теорем доказаны теоремы о больших отклонениях для логарифма соответствующего отношения правдоподобия. Рассмотрены теоремы об асимптотическом поведении вероятностей ошибок критерия Неймана-Пирсона.

Ключевые слова: процесс авторегрессии; теоремы о больших отклонениях; отношение правдоподобия; интеграл Хеллингера; критерий Неймана-Пирсона.

THE CASE OF APPROXIMATE HYPOTHESES IN DISTINGUISHING OF PROCESSES OF EXPONENTIAL AUTOREGRESSIVE

O.N. Ie

Luhansk Taras Shevchenko National University

Abstract. Limit theorems for the Hellinger integral are proved in the problem of distinguishing between the two asymptotically critical processes of exponential autoregressive. Based on these theorems, the large deviation theorems for logarithm of corresponding likelihood ratio are obtained. The theorems about the asymptotic behavior of probabilities of errors of the Neyman-Pearson test are proved.

Keywords: autoregressive processes; large deviation theorems; likelihood ratio; Hellinger integral; Neyman-Pearson test.

Предельные теоремы о больших отклонениях играют важную роль в математической статистике, теории массового обслуживания, теории информации, экономике, статистической механике и других областях. В данной работе рассматриваются грубые теоремы о больших отклонениях для логарифма отношения правдоподобия и их использование при исследовании асимптотического поведения показателей качества критериев при проверке простых гипотез для семейств статистических экспериментов.

Рассмотрим $\xi^n = \xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$, $n \geq 2$ – наблюдения процесса авторегрессии вида

$$\xi_i = \theta \xi_{i-1} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где $\xi_0 = 0$, $\theta \in (0, \infty)$ – неизвестный параметр, а $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$ – независимые одинаково распределенные случайные величины, имеющие показательное распределение с плотностью $p(x) = e^{-x}$ при $x \geq 0$ и $p(x) = 0$ при $x < 0$. Обозначим через P_θ^n меру, задающую распределение вектора ξ^n . Рассмотрим задачу различения двух простых гипотез H^n и \tilde{H}^n по наблюдению ξ^n , состоящие в том, что распределение наблюдения ξ^n задается мерами P_θ^n и $P_{\tilde{\theta}}^n$ соответственно, где $\theta \neq \tilde{\theta}$.

Логарифм плотности меры P_θ^n относительно меры $P_{\tilde{\theta}}^n$ имеет вид

$$\Lambda_n = \begin{cases} \tilde{\theta} - \theta \sum_{i=1}^n \xi_{i-1}, & \text{если } \xi_i > (\tilde{\theta} \vee \theta) \xi_{i-1} \text{ для всех } i=1, \dots, n, \\ -\infty, & \text{если } \xi_i < (\tilde{\theta} \wedge \theta) \xi_{i-1} \text{ для всех } i=1, \dots, n \\ & \text{или } \xi_i < \tilde{\theta} \xi_{i-1}, \tilde{\theta} > \theta, \quad i=1, \dots, n, \\ \infty, & \text{если } \tilde{\theta} \xi_{i-1} < \xi_i < \theta \xi_{i-1}, \tilde{\theta} < \theta, \text{ для всех } i=1, \dots, n. \end{cases}$$

Обозначим через δ_n – критерий Неймана-Пирсона уровня $\alpha_n \in (0, 1)$ для различения гипотез H^n и \tilde{H}^n по наблюдениям ξ^n . Имеем

$$\delta_n = I(\Lambda_n > d_n) + q_n I(\Lambda_n = d_n), \quad (2)$$

где $I(A)$ – индикатор множества A , а $d_n \in (-\infty, \infty)$ и $q_n \in [0, 1]$ – параметры критерия δ_n , определяемые из условия $E_\theta^n \delta_n = \alpha_n$. Здесь β_n – вероятность ошибки 2-го рода критерия δ_n .

Цель данной работы – установление взаимосвязи между скоростями убывания вероятностей ошибок α_n и β_n при $n \rightarrow \infty$ для критерия Неймана-Пирсона на основании теорем о больших отклонениях для Λ_n как при гипотезе H^n , так и при гипотезе \tilde{H}^n . При доказательстве теорем будем применять общую методику решения этой задачи [3-4]. Подобная задача исследовалась для случая, когда θ и $\tilde{\theta}$ не зависят от n [1]. В данной работе предполагаем, что $\theta = \theta_n$ и $\tilde{\theta} = \tilde{\theta}_n$ зависят от n , причем $\theta_n \rightarrow 1$ и $\tilde{\theta}_n \rightarrow 1$ при $n \rightarrow \infty$.

Введем интеграл Хеллингера $H_n \varepsilon$ порядка $\varepsilon \in (-\infty, \infty)$ для мер P_θ^n и $P_{\tilde{\theta}}^n$

$$H_n \varepsilon = H \varepsilon; P_\theta^n \cdot P_{\tilde{\theta}}^n = \int_0^\infty \dots \int_0^\infty p_\theta^\varepsilon(x_1, \dots, x_n) p_{\tilde{\theta}}^{1-\varepsilon}(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n. \quad (3)$$

Считаем, что $\theta = \theta_n \rightarrow 1$ и $\tilde{\theta} = \tilde{\theta}_n \rightarrow 1$ при $n \rightarrow \infty$. Докажем теоремы, которые дают условия существования предела

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \psi_n^{-1} \ln H_n(\varepsilon) = \kappa(\varepsilon) \quad (4)$$

при различных способах стремления $\theta_n \rightarrow 1$ и $\tilde{\theta}_n \rightarrow 1$, а также вид функции $\kappa(\varepsilon)$ и нормировки ψ_n .

Теорема 1. Пусть $\theta_n = 1 - \Delta_n$, $\Delta_n > 0$ и $\tilde{\theta}_n = 1 - \tilde{\Delta}_n$, $\tilde{\Delta}_n > 0$.

1) В случае, когда θ_n и $\tilde{\theta}_n$ зависят от n так, что $\tilde{\Delta}_n = c \Delta_n$, $0 < c < 1$, $\Delta_n \rightarrow 0$ и $n \Delta_n \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$, то для любого $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (4), где $\psi_n = n$ и $\kappa(\varepsilon) = -\ln \left[1 + (1-\varepsilon) \frac{(1-c)}{c} \right]$ при $\varepsilon \in \left[0, \frac{1}{1-c} \right]$ и $\kappa(\varepsilon) = \infty$ при $\varepsilon \notin \left[0, \frac{1}{1-c} \right]$.

2) В случае, когда θ_n и $\tilde{\theta}_n$ зависят от n так, что $\Delta_n = c \tilde{\Delta}_n$, $0 < c < 1$, $\tilde{\Delta}_n \rightarrow 0$ и $n \tilde{\Delta}_n \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$, то для любого $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (4), где

функция $\kappa(\varepsilon) = -\ln \left(1 + \varepsilon \frac{1-c}{c} \right)$ при $\varepsilon \in \left[-\frac{c}{1-c}, 1 \right]$ и $\kappa(\varepsilon) = \infty$ при $\varepsilon \notin \left[-\frac{c}{1-c}, 1 \right]$, а $\psi_n = n$.

Доказательство. Пусть $\tilde{\Delta}_n = c\Delta_n$, $0 < c < 1$. Тогда для всех

$$\varepsilon \in \left[0, 1 + \left(\tilde{\theta}_n - \theta_n \sum_{j=0}^{n-2} \tilde{\theta}_n^j \right)^{-1} \right)$$

$$\ln H_n(\varepsilon) = - \sum_{i=0}^{n-2} \ln \left(1 + (1-\varepsilon)(1-c)\Delta_n \sum_{j=0}^i 1 - c\Delta_n^j \right). \quad (5)$$

Поскольку

$$\sum_{j=0}^i 1 - c\Delta_n^j = \frac{1 - (1 - c\Delta_n)^{i+1}}{c\Delta_n},$$

то

$$\ln H_n(\varepsilon) = - \sum_{i=0}^{n-2} \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} 1 - (1-c\Delta_n)^{i+1} \right). \quad (6)$$

Отметим, что для всякого $\delta > 0$ найдется номер $n_0 = n_0(\delta)$, такой что

$$e^{-c}(1-\delta) < (1-c\Delta_n)^{\frac{1}{\Delta_n}} < e^{-c}(1+\delta), \quad \text{для всех } n \geq n_0. \quad (7)$$

Определим оценку снизу и сверху для (6). Имеем

$$\sum_{i=1}^{n+1} \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} 1 - (1-c\Delta_n)^i \right) \geq \int_0^n \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} 1 - (1-c\Delta_n)^x \right) dx, \quad (8)$$

$$\sum_{i=0}^n \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} 1 - (1-c\Delta_n)^i \right) \leq \int_1^{n+1} \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} 1 - (1-c\Delta_n)^x \right) dx \quad (9)$$

Введем обозначение $A = (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c}$. Из (8), учитывая (7), получаем

$$\int_0^n \ln \left(1 + A - A(1-c\Delta_n)^x \right) dx > \int_0^n \ln \left(1 + A - A(e^{-c}(1+\delta))^{x\Delta_n} \right) dx.$$

Произведем замену $x\Delta_n = y$, тогда

$$\int_0^n \ln \left(1 + A - A(e^{-c}(1+\delta))^{x\Delta_n} \right) dx = \frac{1}{\Delta_n} \int_0^{n\Delta_n} \ln \left(1 + A - A(e^{-c}(1+\delta))^y \right) dy.$$

Поскольку при $n\Delta_n \rightarrow \infty$ для любого фиксированного $\varepsilon \in \left[0, \frac{1}{1-c} \right]$

$$\frac{1}{\Delta_n} \int_0^{n\Delta_n} \ln \left(1 + A - A(e^{-c}(1+\delta))^y \right) dy = \frac{1+o(1)}{\Delta_n} n\Delta_n \ln \left(1 + A - A(e^{-c}(1+\delta)) \right) = n(1+o(1)) \ln \left(1 + A - A(e^{-c}(1+\delta)) \right). \quad (10)$$

Аналогичным образом находится оценка сверху для (9)

$$\sum_{i=0}^n \ln \left(1 + A - A(1-c\Delta_n)^i \right) \leq \frac{1}{\Delta_n} \int_{\Delta_n}^{(n+1)\Delta_n} \ln \left(1 + A - A(e^{-c}(1-\delta))^y \right) dy =$$

$$= n(1 + o(1)) \ln 1 + A . \quad (11)$$

Таким образом, из (10), (11), учитывая, что $\varepsilon_+^{(n)} \rightarrow \frac{1}{1-c}$ при $n\Delta_n \rightarrow \infty$, для всех $\varepsilon \in \left[0, \frac{1}{1-c}\right]$ получаем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n^{-1} \ln H_n(\varepsilon) = -\ln 1 + (1-\varepsilon) \frac{(1-c)}{c} .$$

В случае $\Delta_n = c\tilde{\Delta}_n$, $0 < c < 1$ доказательство аналогично. \square

Теорема 2. Пусть $\theta_n = 1 + \Delta_n$, $\tilde{\theta}_n = 1 + \tilde{\Delta}_n$.

1) Если $\tilde{\Delta}_n = c\Delta_n$, $\Delta_n > 0$, $-1 < c < 1$ и $\Delta_n \rightarrow 0$, $n\Delta_n \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$, то для любого $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (4), где $\psi_n = n$ и $\kappa(\varepsilon) = -\ln 1 - \varepsilon 1 - |c|$ при $\varepsilon \in 0, 1$ и $\kappa(\varepsilon) = \infty$ при $\varepsilon \notin 0, 1$.

2) Если $\Delta_n = c\tilde{\Delta}_n$, $\tilde{\Delta}_n > 0$, $-1 < c < 1$ и $\tilde{\Delta}_n \rightarrow 0$, $n\tilde{\Delta}_n \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$, то для всех $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (4), где функция $\kappa(\varepsilon) = -\ln 1 - (1-\varepsilon) 1 - |c|$ при $\varepsilon \in 0, 1$ и $\kappa(\varepsilon) = \infty$ при $\varepsilon \notin 0, 1$, а $\psi_n = n$.

Доказательство теоремы 2 аналогично доказательству теоремы 1.

Из теорем 1, 2 следует, что для любого $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (4), где функция $\kappa(\varepsilon)$ строго выпукла и дифференцируема на интервале $(\varepsilon_-, \varepsilon_+)$.

Обозначим

$$\gamma_- = \kappa'(\varepsilon_-), \quad \gamma_0 = \kappa'(0), \quad \gamma_1 = \kappa'(1), \quad \gamma_+ = \kappa'(\varepsilon_+),$$

где γ_0 определено лишь при $\tilde{\theta}_n < \theta_n$, а γ_1 — лишь при $\tilde{\theta}_n > \theta_n$.

$$\Gamma_0 = \gamma_0 I(\varepsilon_- < 0) + \gamma_- I(\varepsilon_- = 0), \quad \Gamma_1 = \gamma_1 I(\varepsilon_+ > 1) + \gamma_+ I(\varepsilon_+ = 1).$$

Рассмотрим $I(\gamma) = \sup_{\varepsilon} (\varepsilon \gamma - \kappa(\varepsilon))$ преобразование Лежандра-Фенхеля функции $\kappa(\varepsilon)$ [2].

Из теоремы 1 следует, что для всех $\gamma \in (\gamma_-, \gamma_+)$ справедливо

$$I(\gamma) = \gamma \varepsilon(\gamma) - \kappa(\varepsilon(\gamma)),$$

где $\varepsilon(\gamma)$ — единственное решение уравнения $\kappa'(\varepsilon) = \gamma$.

Теорема 3. Имеют место соотношения:

1) для каждого $\gamma \in (\Gamma_0, \gamma_+)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln P_{\theta}^n \left(\frac{\Delta_n}{n} > \gamma \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln P_{\theta}^n \left(\frac{\Delta_n}{n} \geq \gamma \right) = -I(\gamma);$$

2) если $\varepsilon_- < 0$, то для любого $\gamma \in (\gamma_-, \gamma_0)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln P_{\theta}^n \left(\frac{\Delta_n}{n} < \gamma \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln P_{\theta}^n \left(\frac{\Delta_n}{n} \leq \gamma \right) = -I(\gamma).$$

Доказательство. Достаточно заметить, что в силу теоремы 1 выполняется условие (H) из [4] и применить теорему 4.1 [4], где $\psi_n = n$. \square

Следующая теорема устанавливает взаимосвязь между скоростями убывания уровня α_n и вероятностью ошибки 2-го рода критерия δ_n .

Теорема 4. Справедливы следующие утверждения:

1) для любого $a \in I(\Gamma_0), I(\Gamma_1)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n = -a \quad \Leftrightarrow \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n = -b(a),$$

где $b(a) = a - \gamma(a) \in I(\Gamma_1) - \Gamma_1, I(\Gamma_0) - \Gamma_0$, а $\gamma(a)$ – единственное решение уравнения $I(\gamma) = a$ относительно $\gamma \in \Gamma_0, \Gamma_1$;

2) для любого $a \in 0, I(\Gamma_0)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n = -a \quad \Rightarrow \quad \limsup_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n \leq \Gamma_0 - I(\Gamma_0),$$

а для любого $a \in I(\Gamma_1), \infty$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n = -a \quad \Rightarrow \quad \liminf_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n \geq \Gamma_1 - I(\Gamma_1);$$

3) для любого $b \in 0, I(\Gamma_1) - \Gamma_1$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n = -b \quad \Rightarrow \quad \limsup_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n \leq -I(\Gamma_1),$$

для любого $b \in I(\Gamma_0) - \Gamma_0, \infty$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n = -b \quad \Rightarrow \quad \liminf_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n \geq -I(\Gamma_0).$$

Доказательство этой теоремы аналогично доказательству теоремы 3.2 [2].

Выводы. В данной работе введен интеграл Хеллингера порядка ε для распределений P_θ^n и $P_{\tilde{\theta}}^n$. Получены теоремы о поведении интеграла Хеллингера $H_n(\varepsilon)$ при $n \rightarrow \infty$ для разных способов стремления θ_n и $\tilde{\theta}_n$ к 1, с учетом этих теорем доказана теорема о больших отклонениях для Λ_n в задаче различения асимптотически критических процессов экспоненциальной авторегрессии. В условиях теоремы о больших отклонениях доказана теорема о зависимости между скоростями убывания вероятностей ошибок α_n и β_n критерия Неймана-Пирсона.

Список литературы

1. Ие О.Н. Теоремы о больших отклонениях в задаче различения процессов экспоненциальной авторегрессии / О.Н. Ие, Ю.Н. Линьков // Прикладна статистика. Актуарна та фінансова математика, 2001. №2. С. 68-79.
2. Линьков Ю.М. Теорема про великі відхилення та їх застосування / Ю.М. Линьков // Теорія ймовірностей та математична статистика, 1997. 57. С. 96-102.
3. Lin'kov Yu.N. Large deviation theorems for extended random variables in the hypotheses testing problems / Yu.N. Lin'kov // Theory of Stochastic Processes, 1999. 5(21). No. 3-4. P. 137-151.
4. Lin'kov Yu.N. Large deviation theorems in asymptotical statistics / Yu.N. Lin'kov // Theory of Stochastic Processes, 1997. 3(19). No. 1-2. P. 259-269.

УДК 608.1
УДК 001.894

ЭЛЕМЕНТЫ ТРИЗ-ТЕХНОЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

И.И. Кулешова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный технический университет им.И.И. Ползунова»*

Аннотация. Рассмотрены теоретические основы ТРИЗ-технологии, обобщенная схема мета-алгоритма изобретения. Мета-алгоритм применили к решению профессионально-ориентированной задачи математическими методами.

Ключевые слова: *ТРИЗ-технология, мета-алгоритм, диагностика, редукция, трансформация, верификация.*

ELEMENTS OF TRIZ-TECHNOLOGY IN THE STUDY OF HIGHER MATHEMATICS

I.I. Kuleshova

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of
Altai state technical University*

Summary. The theoretical foundations of TRIZ technology, a generalized scheme of the meta-algorithm of the invention are considered. Meta-algorithm was applied to the solution of a professionally-oriented problem by mathematical methods.

Keywords: *TRIZ-technology, meta-algorithm, diagnostics, reduction, transformation, verification.*

В любой системе образования, в том числе и в системе высшего образования в настоящее время существует противоречие между требованием увеличить объем знаний, сокращая при этом количество аудиторных часов, и способностями студента усвоить этот объем знаний. По мнению некоторых ученых и ТРИЗ-специалистов, преподавателей высшей школы, именно ТРИЗ обладает дидактическими возможностями, позволяющими разрешить это противоречие.

Основоположником ТРИЗ является советский ученый Генрих Альтшуллер. Отечественная теория решения изобретательских задач принципиально отличается от метода проб и ошибок и всех его модификаций. Основная идея ТРИЗ: технические системы возникают и развиваются не «как попало», а по определенным законам. Эти законы можно познать и использовать для сознательного – без множества «пустых» проб – решения изобретательских задач. ТРИЗ превращает производство новых технических идей в точную науку. Решение изобретательских задач – вместо поисков вслепую – строится на системе логических операций.

Теоретической основой ТРИЗ являются законы развития технических систем (ТС). Весь инструментарий ТРИЗ, включая фонды физических, химических, геометрических эффектов, выявлялся и развивался на основе изучения больших массивов патентной информации. В этом смысле ТРИЗ можно считать обобщением сильных сторон творческого опыта многих поколений изобретате-

лей: отбираются и исследуются сильные решения, критически изучаются решения слабые и ошибочные.

Главный закон развития технических систем – стремление к увеличению степени идеальности: идеальная техническая система (ТС) возникает тогда, когда системы нет, а ее функция выполняется. Пытаясь обычными (уже известными) путями повысить идеальность технической системы, мы улучшаем один показатель (например, уменьшаем вес транспортного средства) за счет ухудшения других показателей (например, снижается прочность). Конструктор ищет компромиссное решение в каждом конкретном случае. Изобретатель должен сломать компромисс: улучшить один показатель, не ухудшая других. Поэтому в наиболее распространенном случае процесс решения изобретательских задач можно рассматривать как выявление, анализ и разрешение технического противоречия.

Основным рабочим механизмом совершенствования ТС и синтеза новых ТС в ТРИЗ служат алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) и система изобретательских стандарт. Решение задач по АРИЗ идет без множества «пустых» проб, планомерно, шаг за шагом по четким правилам корректируют первоначальную формулировку задачи, строят модель задачи, определяют имеющиеся вещественно-полевые ресурсы (ВПР), составляют идеальный конечный результат (ИКР), выявляют и анализируют физические противоречия, прилагают к задаче операторы необычных, смелых, дерзких преобразований, специальными приемами гасят психологическую инерцию и форсируют воображение [1].

ТРИЗ возникла в технике, потому что здесь был мощный патентный фонд, послуживший фундаментом теории. Но, помимо технических, существуют и другие системы: научные, художественные, социальные и т. д. Развитие всех систем подчинено сходным закономерностям, поэтому многие идеи и механизмы ТРИЗ могут быть использованы при построении теорий решения нетехнических творческих задач [2].

ТРИЗ – новая отрасль знания, быстро формирующаяся в отдельную науку. У ТРИЗ своя область изучения (законы развития технических систем, законы развития творческой личности), свой метод (анализ больших массивов патентной, историко-технической и историко-биографической информации), свой язык (вепольный анализ: технические «реакции» можно записывать так, как реакции химические), свой информационный фонд (принципы, методы и приемы разрешения противоречий, указатели применения эффектов).

ТРИЗ является качественной теорией. Строгое соответствие моделей качественных теорий концепциям конструктивной математики очень упрощенно; можно сказать, что конструктивная математика имеет дело с качественными моделями, определяемыми следующим конструктивным способом [1]: 1) фиксируются исходные конструктивные объекты, определяемые, в частности, в виде примеров или образцов; 2) фиксируются правила (не обязательно аксиоматические), по которым строятся новые объекты из уже имеющихся; 3) фиксируются условия, налагаемые на исходные и построенные объекты и определя-

ющие их конструктивность (например, осуществимость, полезность и эффективность).

Совокупность правил, определяющих построение новых конструктивных образов, называется алгоритмом. Обобщенные алгоритмы, на основе которых могут быть построены специализированные (ориентированные на определенное приложение, на определенный класс моделей) или детализированные (более точные) алгоритмы в ТРИЗ называются мета-алгоритмами [1; 2]. Поэтому логично рассмотреть применение мета-алгоритма ТРИЗ в преподавании математики.

Рассмотрим обобщенную схему мета-алгоритма изобретения (Prof. Dr. Dr. Sc. techn. M. Orloff, Modern TRIZ Academy International, Berlin), а также упрощенный мета-алгоритм (см. рис. 1) для решения некоторых профессионально-ориентированных задач при изучении элементов операционного исчисления в курсе высшей математики.

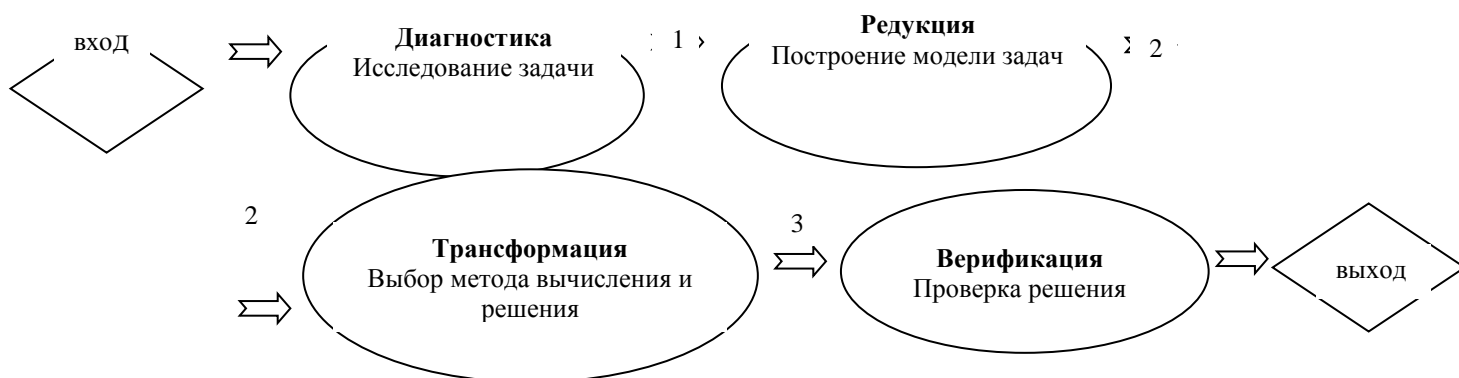


Рис. 1. Мета-алгоритм

Тогда ход решения задачи можно разложить на 4 этапа:

- диагностика (исследование задачи),
- редукция (построение модели задачи (алгебраической, аналитической и др.)),
- трансформация (выбор метода решения (вычисления) модели),
- верификация (проверка решения).

Пример.

Постоянное напряжение, равное E , включено в цепь с последовательно включенным постоянным сопротивлением R и самоиндукцией L . Определить ток I в цепи (см. рис. 2).

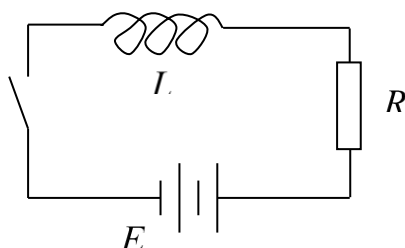


Рис. 2

Решение представим в виде мета-алгоритма (см. рис. 3).

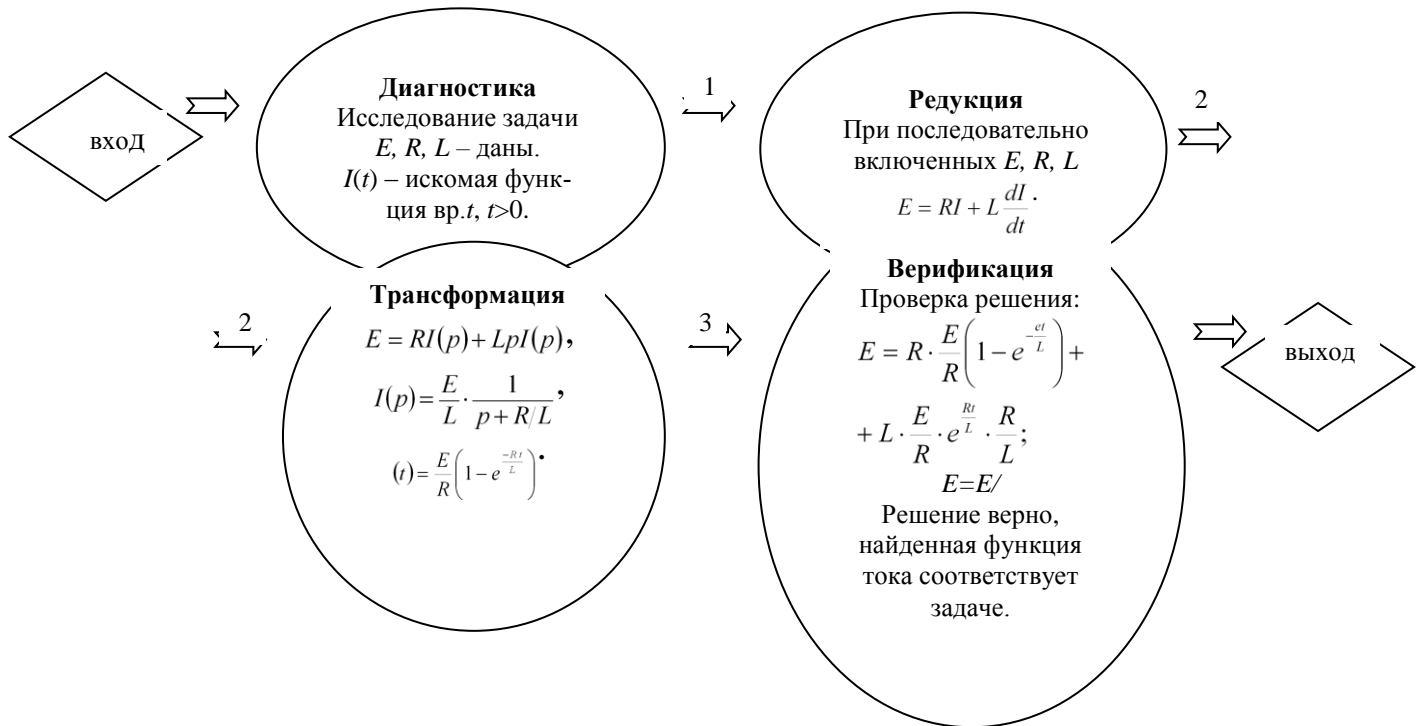


Рис. 3. Мета-алгоритм профессионально-ориентированной задачи

На этапе диагностики проблемы было установлено, что величины E, R, L являются известными, данными. Неизвестной величиной является функция $I(t)$ (функция времени t , где $t > 0$) – ток в данной цепи, при этом предполагается, что в начальный момент времени тока в цепи не было, т.е. $I(0)=0$.

На этапе редукции было составлено уравнение. При последовательном соединении элементов падение напряжения в цепи складывается из падений напряжения на отдельных участках цепи. Поэтому

$$E = RI + L \frac{dI}{dt}. \quad (1)$$

На этапе трансформации из двух методов решения данного уравнения (классический с помощью метода Бернулли решения линейных дифференциальных уравнений I порядка и метод операционного исчисления) был выбран второй метод, поскольку он приводит к решению алгебраического уравнения.

Обозначим $I(p) \div I(t)$, тогда $pI(p) \div \frac{dI(t)}{dt}$ и $E \div E$. В операторной форме дифференциальное уравнение (1) примет следующий вид:

$$E = RI p + LpI p.$$

Решая алгебраическое уравнение относительно $I(p)$, получим:

$$I p = \frac{E}{L} \cdot \frac{1}{p + R/L}$$

По формуле из таблицы оригиналов и изображений, приведенной в разработанном нами методическом пособии «Элементы операционного исчисления», найдем оригинал, соответствующий данному изображению:

$$t = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}} \right).$$

На этапе верификации путем прямой подстановки полученного значения искомых переменных в исходное уравнение убедились в правильности решения задачи и сделали вывод, что полученная функция $I(t)$ имеет экспоненциальную зависимость от переменной t . Если $t=0$, то функция $I(t)=0$, т.е. в разомкнутой цепи тока нет. При продолжительной работе цепи сила тока приближается к величине, равной E/R . Таким образом, при использовании мета-алгоритма для решения профессионально-ориентированных задач математическими методами появляется возможность наглядней представлять ход решения задачи. Причем на этапах *диагностики* и *редукции* преимущественно используется анализ (проблемы решения), на этапах *трансформации* и *верификации* – синтез (идеи решения).

Список литературы

1. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач). — Кишинёв: Картя Молдовеняскэ, 1989.
2. Бердонос В.Д., Куделько А.Р. Концепция внедрения ТРИЗ в высшую школу // Материалы научно-практической конференции – Москва, Россия, 2007г.
3. Горин Ю.В. Закрепить благоприобретенное, ТРИЗ в высшей школе., в жур. «Технология творчества», - 1998 г., №2.

РАЗВИТИЕ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Х.А. Матимова

Нукусский государственный педогогический институт имени Ажиняза

Аннотация. В статье автор рассматривает процесс развития логического мышления младшего школьника. Средством такого развития может быть систематическое решение нестандартных задач на уроках математики. Опытно-экспериментальная работа подтвердила целесообразность и эффективность разработанной системы нестандартных задач по математике для учащихся младших классов.

Ключевые слова: *сравнения, анализа, синтеза, абстракции, обобщения и конкретизации.*

DEVELOPMENT OF THE LOGICAL THINKING OF YOUNGER SCHOOLBOYS ON THE LESSONS OF MATHEMATICS

H.A. Matimova

Nukus State Pedagogical Institute named after Azhinyaz

Annotation. In the article, the author considers the process of development of the logical thinking of the younger student. A means of such development can be a systematic solution of non-standard problems in mathematics lessons. Experimental work confirmed the feasibility and effectiveness of the developed system of non-standard math problems for elementary school students.

Keywords: *comparisons, analysis, synthesis, abstraction, generalization and specification.*

Младшие школьники регулярно и в обязательном порядке ставятся в ситуации, когда им нужно рассуждать, сопоставлять разные суждения, выполнять умозаключения. Поэтому в младшем школьном возрасте начинает интенсивно развиваться словесно-логическое мышление, в отличие от наглядно-образного мышления детей дошкольного возраста. На уроках в начальных классах при решении учебных задач у детей формируются такие приёмы логического мышления, как сравнение, связанное с выделением в предметах общего и различного; анализ, связанный с выделением и словесным обозначением в предмете разных свойств и признаков; обобщение, направленное на выделение несущественных признаков предметов и объединением их на основе общности существенных особенностей. Мыслительные способности, как и всякие другие, можно развивать, вырабатывая в себе определенные навыки и умения, а главное - привычку думать самостоятельно, отыскивать необычные пути к верному решению.

Мыслительная деятельность людей совершается при помощи мыслительных операций: сравнения, анализа, синтеза, абстракции, обобщения и конкретизации. Роль математики в развитии логического мышления велика. Начиная с 1 класса, мы вводим специальные задания и задачи, направленные на развитие познавательных возможностей и способностей детей. Используем дополнительные задания развивающего характера, задания логического характера, требующие применения знаний в новых условиях. В III и IV классах предлагаем различные задания для самостоятельного выявления закономерностей, зависимостей и формулировки обобщения. Для этой цели используем задания:

Сравни примеры, найди общее и сформулируй новое правило:

$$125+10-10\cdot 86+5-5\cdot 256+28-28$$

Вывод: если к любому числу прибавить и затем из него вычесть одно и то же число, то получится первоначальное. В процессе обучения рассуждениям побуждаем учащихся к поискам новых примеров, подтверждающих правильность сделанного вывода.

Сравни выражение, найди общее в полученных неравенствах, сформулируй вывод:

$$8+9\cdot*\dots 8\times 9\cdot 21+22\cdot*\dots 21\times 22\cdot 10+11\cdot*\dots 10\times 1$$

Вывод: сумма двух последовательных чисел всегда меньше произведения этих же чисел - неверный, так как $0+1 > 0\times 1$, $1+2 > 1\times 2$.

При сравнении прямых и обратных задач задаю следующие вопросы: Что общего и различного в условиях прямой и обратной задач? Какие величины являются искомыми? Размышления одного ученика способствуют развитию умения у других учащихся.

Для осуществления преемственности между обучением в начальных классах и в средней школе провожу определенную работу по формированию умения строить правильные дедуктивные умозаключения. Примеры:

Разбей числа на группы, чтобы в каждой группе были числа, похожие между собой:

53, 33, 84, 75, 22, 13, 11, 44

По какому правилу записан каждый ряд чисел? Продолжи его:

А) 10, 30, 50, 70, ... Б) 14, 34, 54, 74, ...

Также широко используются нестандартные задачи такие, как «отгадывание чисел», «логические концовки», «задачи - парадоксы с неожиданными ответами», «занимательные задачи на расстановку чисел». Например:

- Задумайте число, меньшее 10, но больше 0. Умножьте его на 10, прибавьте 6. Зачеркните первую цифру (число десятков зачеркнули) Получилось 6!

На уроках математике учимся строить истинные высказывания, делать выводы, учить оценивать истинность и ложность высказываний. Знакомимся с табличным способом решения логических задач. Пример задачи:

Коля, Боря, Вова и Юра заняли первые четыре места в соревнованиях по лыжам. На вопрос: «Кто какое место занял?» - Коля ответил: «У меня не первое и не четвертое место». Боря сказал: «Я был вторым», Вова сказал, что он не последний. Какое место занял каждый мальчик? Заполняется таблица.

Имена / место	1	2	3	4
Боря		+		
Вова	+			
Коля			+	
Юра				+

Всегда на каждом уроке математики отвожу 5 - 10 минут на работу с заданиями, развивающими логическое и абстрактное мышление. Применение приема классификации на уроках математики способствует формированию положительных мотивов в учебной деятельности, так как подобная работа содержит элементы игры и элементы поисковой деятельности, что повышает активность учащихся и обеспечивает самостоятельное выполнение работы. Учащимся уже в 1-м классе для полноценного усвоения материала требуются навыки логического анализа. Однако исследования показывают, что даже в конце первого полугодия 1 класса лишь незначительный процент учащихся владеет данным навыком на высоком уровне. Для проверки эффективности разработанной системы по развитию логического мышления младших школьников проводился мониторинг результатов исследования. Динамика развития оценивалась с помощью таблиц, которые разработала О.Холодова в своём курсе "Развитие познавательных способностей" (классификация, анализ, сравнение, рассуждение). [4]

В ходе проведения диагностики удалось выявить, что из 24 человек - 14 выполнили задание правильно (высокий и средний уровень), т.е. способны к классификации и анализу, 10 человек показали низкий уровень. В результате систематической работы по развитию логического мышления учебная деятельность учеников активизировалась, качество их знаний заметно повысилось.

Уровень сформированности логического мышления

	Высокий уровень	Низкий уровень	Средний уровень
1 класс	4%	42%	54%
3 класс	19	20	61

Таким образом, высокий уровень развития логического мышления с 4% повысился до 19%, средний уровень остался приблизительно таким же, а низкий уровень с 42% опустился до 20%.

Исходя из сравнительного анализа результатов исследования, можно говорить о том, что проделанная работа по формированию развития логического мышления способствует улучшению результатов и повышению общего качества обучения по базовым предметам.

Список литературы

1. Истомина Н.Б., Тихонова Н.Б. Учимся решать логические задачи. - Смоленск: Ассоциация 21 век.
2. Немов Р.С. Психология. - М.: Владос, 2000.
3. Тихомирова Л.Ф., Басов А.В. Развитие логического мышления детей. - Ярославль: Академия развития, 1998.
4. Холодова О. «Развитие познавательных способностей». - Москва 2000 г

К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В АВТОМОБИЛЕ

К.А. Никитин

Поволжский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассматривается вопрос актуальности создания экспертной системы для осуществления диагностики неисправностей в автомобиле. Приведён возможный алгоритм действия для создания экспертной системы диагностики.

Ключевое слово: *электронный блок управления, экспертная система, Microsoft SQL Server 2018, Data Quality Services (DQS), база знаний.*

TO THE QUESTION OF THE ACTUALITY OF CREATING AN EXPERT SYSTEM TO IMPLEMENT THE FAULT DIAGNOSTICS IN THE CAR

K.A. Nikitin

Volga State University of Technology

Annotation. The article discusses the relevance of creating an expert system for diagnosing faults in a car. A possible action algorithm for creating an expert diagnostic system is given.

Keyword: *electronic control unit, expert system, Microsoft SQL Server 2018, Data Quality Services (DQS), knowledge base.*

Цель работы. В ходе моего научного исследования, я ставлю задачу изучить вопрос актуальности создания экспертной системы для осуществления диагностики неисправностей в автомобиле. На сегодняшний день большинство

современных автомобилей оборудованы электронными блоками управления, которые отвечают за связь системы автомобиля при помощи установленных датчиков. Данная возможность позволяет выводить на приборную панель автомобиля, возникшие ошибки в системе самого автомобиля. Однако данный процесс малоинформативен так как, сообщается о выходе лишь какого либо оборудования и не более того [1].

Решением задачи по поиску неисправных узлов в машине может являться так называемая экспертная система диагностики, которая позволяет наиболее точно определить неисправность за счет, аккумулирования опыта прошлых неисправностей.

Структура экспертной системы диагностики заключается в базе данных, которая основана на информации, полученной с электронного блока управления вместе с дополнительными параметрами.

Примерами дополнительных параметром экспертной системы служат:

1. Снятие аккумулятора до поломки;
2. Каков пробег у автомобиля;
3. Временной промежуток между заменой моторного масла;
4. Временной промежуток между заменой трансмиссионного масла;
5. Временной промежуток между заменой охлаждающей жидкости;
6. Временной промежуток между заменой тормозной жидкости и тормозных колодок;
7. Имело ли место, ремонт автомобиля;
8. Диагностика на первоначальном этапе;
9. И т.д.

Собрав основные данные о машине, экспертная система создает базу данных. Данная база лежит в основе, системы знания, которая в свою очередь имеет:

1. Полные данные о транспортном средстве;
2. Полную расшифровку кодов ошибок;
3. Полные данные о составных элементах машины;
4. Полные данные о неполадках.

Данную базу логично создать на платформе Microsoft SQL Server 2018, так как мы можем совместить данную базу со службой Data Quality Services (DQS) [2]. С DQS мы можем создать автоматический и интерактивный процесс построения и обновления баз данных.

В службе DQS за базу знаний отвечает - диспетчер данных, который и готовит процессы к обработке. Диспетчер связывает базу знаний с таблицей или представлением в базе данных SQL Server, где находится образец данных, схожий с тем, который будет базой данных для анализа. Диспетчер данных сопоставляет домен базы знаний с каждым столбцом образца данных, который будет анализироваться.

При включении команды обнаружение знаний, службы DQS извлекают из образца данных сведения о данных и помещают их в домены в базе знаний.

Так в базе знаний строится утверждение – правило, состоящие из условий и результатов.

Их представления выглядят так:

«При каких W верно правило $A(W)$?», где происходит поиск всех возможных значений W , при подстановке которых в правило A это правило превращается в истинный факт.

Вывод таки образом, экспертная система позволяет производить поиск решения, на основе базы знаний с необходимыми нам параметрами, что позволяет нам, выстроить алгоритм рассуждений, который приведет нас к искомому результату.

Список литературы

1. Потапов, А.С. Искусственный интеллект и универсальное мышление. / А.С. Потапов. – М.: Политехника, 2012. – 712 с.
2. Флах, П. Машинное обучение. / П. Флах, – Москва: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.

ИСТОРИЧЕСКИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ИНТЕГРАЛА В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

К.Е. Нурмаханов¹, Г.С. Узакбергенова²

¹*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

²*Нукуская городская школа № 7*

Аннотация. Целью данной статьи являются вопросы изучения исторических и теоретических основ преподавания в общеобразовательной школе темы «Интеграл», в частности, роль и место интеграла в методике преподавания математики в школе, анализ школьных учебников с точки зрения исследуемой проблемы.

Ключевые слова: интеграл, спектр, дифференциал, кривой, определенный интеграл.

HISTORICAL AND THEORETICAL ASPECTS OF THE PROBLEM OF STUDYING THE INTEGRAL IN SECONDARY SCHOOL

K.E. Nurmakhanov¹, G.S. Uzakbergenova²

¹*Nukus State Pedagogical Institute named after Azhiniyaz*

²*Nukus City School №7*

Annotation. The purpose of this article is to study the historical and theoretical foundations of teaching in the general education school the topic “Integral”, in particular, the role and place of the integrator in the teaching of mathematics in school, the analysis of school textbooks from the point of view of the problem being studied.

Keywords: integral, spectrum, differential, curve, definite integral.

Математика предлагает общие и достаточно четкие модели для изучения окружающей действительности. Роль математических моделей, описывающих взаимосвязь количественных характеристик различных явлений и процессов, возрастает в связи с расширяющимися возможностями компьютерной обработ-

ки данных. Довольно часто и в повседневной практике используются математические знания. И это не только простые математические расчеты, но и элементы высшей математики. Таким образом, все более широкий спектр математических знаний становится сегодня обязательным элементом общей культуры современного человека.

Одной из тем школьного курса математики, которая вызывает много споров, является понятие интеграла. Интеграл появился в школе вследствие реформ школьного математического образования конца 60-х -начала 70-х годов XX века, введивших в школе элементы математического анализа. Многие специалисты подчеркивали, что ознакомление учащихся с понятиями и методами математического анализа даже на уровне общих представлений имеет для них большое познавательное, развивающее, общекультурное значение. Такая точка зрения не утратила своей актуальности и в настоящее время. Специфика рассуждений, свойственная математическому анализу позволяет учащимся совершить следующий шаг в обобщении полученных ими знаний из курса элементарной математики, а также открывает перспективу дальнейшего расширения имеющихся знаний.

Вопросы содержания, методики изложения интеграла являлись объектом исследований математиков, начиная с момента введения этого материала в программу средней школы по математике. Практика показывает, что трудности, возникающие при изучении этой темы в средней школе, сохраняются. Причины трудностей – высокий уровень абстракции понятий, сложная логическая структура их определений, недостаточность времени для осмысления сложных вопросов и многое другое.

Целью данной статьи являются вопросы изучения исторических и теоретических основ преподавания в общеобразовательной школе темы «Интеграл», в частности, роль и место интеграла в методике преподавания математики в школе, анализ школьных учебников с точки зрения исследуемой проблемы.

Понятие интеграл непосредственно связано с интегральным исчислением – разделом математики, занимающимся изучением интегралов, их свойств и методов вычисления. Вместе с дифференциальным исчислением интегральное исчисление составляет основу математического анализа.

Символ \int введен Лейбницем (1675г.). Этот знак является изменением латинской буквы *S* (первой буквы слова сумма). Само слово интеграл впервые ввел Я. Бернулли (1690г.).

Другие термины, относящиеся к интегральному исчислению, появились значительно позднее. Употребляющееся сейчас название первообразная функция заменило более раннее “примитивная функция”, которое ввел Лагранж (1797г.). Латинское слово *primitivus* переводится как “начальный”: $F(x) = \int f(x)dx$ – начальная (или первоначальная, или первообразная) для функции $f(x)$, которая получается из $F(x)$ дифференцированием [1].

В современной литературе множество всех первообразных для функции $f(x)$ называется также неопределенным интегралом. Это понятие выделил

Лейбниц, который заметил, что все первообразные функции отличаются на произвольную постоянную. А $\int_a^b f(x)dx$ называют определенным интегралом. Обозначение ввел К. Фурье (1768-1830), но пределы интегрирования указал уже Эйлер. Математики XVII столетия, получившие многие новые результаты, учились на трудах Архимеда. Активно применялся и другой метод - метод неделимых, который также зародился в Древней Греции. В XVII веке были сделаны многие открытия, относящиеся к интегральному исчислению [2]. Так, П. Ферма уже в 1629 году решил задачу квадратуры любой кривой $y = x^n$, где n - целое (то есть вывел формулу $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$), и на этой основе решил ряд задач на нахождение центров тяжести. Методы математического анализа активно развивались в следующем столетии. В первую очередь следует назвать имена Л. Эйлера, завершившего систематическое исследование интегрирования элементарных функций, и И. Бернулли. В развитии интегрального исчисления приняли участие русские математики М. В. Остроградский (1801 - 1862 гг.), В. Я. Буняковский (1804 - 1889 гг.), П. Л. Чебышев (1821 - 1894 гг.). Принципиальное значение имели, в частности, результаты Чебышева, доказавшего, что существуют интегралы, не выразимые через элементарные функции.

Строгое изложение теории интеграла появилось только в прошлом веке, решение этой задачи связано с именами О. Коши, одного из крупнейших математиков немецкого ученого Б. Римана (1826 - 1866 гг.), французского математика Г. Дарбу (1842 - 1917) [3].

Ответы на многие вопросы, связанные с существованием площадей и объемов фигур, были получены с созданием К. Жорданом (1826 - 1922 гг.) теории меры. Различные обобщения понятия интеграла уже в начале нашего столетия были предложены французскими математиками А. Лебегом (1875 - 1941 гг.) и А. Данжуа (1884 - 1974), советским математиком А. Я. Хичиным (1894 - 1959 гг.).

Интеграл появился в школе вследствие реформ школьного математического образования конца 60-х - начала 70-х годов XX века, введших в школе элементы математического анализа [4]. Многие специалисты подчеркивали, что ознакомление учащихся с понятиями и методами математического анализа даже на уровне общих представлений имеет для них большое познавательное, развивающее, общекультурное значение. Такая точка зрения не утратила своей актуальности и в настоящее время [5].

При изучении элементов анализа в школе основное внимание уделяется двум понятиям – производной и первообразной. Это связано с широким использованием этих понятий в школьной математике. В математике производная активно используется при исследовании функции, первообразная при вычислении площадей криволинейных фигур. Без знания модели «производная» невозможно изучить «первообразную» или «определенный интеграл». Связь простая: интегрирование – операция, обратная дифференцированию (производной). И наоборот, нахождение производной – действие, обратное интегралу.

Проведем сравнительный анализ самых популярных школьных учебников алгебры и начала анализа с точки зрения использования различных подходов к введению понятия интеграла.

В учебниках, как правило, используются следующие подходы к введению понятия определенного интеграла:

1. Интеграл как предел интегральных сумм

Этот подход предполагает введение операции интегрирования как независимой операции. При этом интеграл определяется как предел последовательности, составленной из интегральных сумм. Начинается изучение в этом случае с рассмотрения конкретных задач, например, задачи о площади под кривой; задачи о работе силы и др. Затем, обобщив полученные результаты, переходят к определению интеграла как предела интегральных сумм (А.Н. Колмогоров, А.Г. Мордкович, С.М. Никольский, М.И. Башмаков и др.).

2. Интеграл как приращение первообразной: формула Ньютона – Лейбница практически служит определением интеграла (Ш.А. Алимов).

В учебнике Ш.А. Алимова «Алгебра и начала анализа» перед введением понятия интеграла рассматривается задача о нахождении площади криволинейной трапеции, где вычисление площади сводится к отысканию первообразной $F(x)$ функции $f(x)$. Разность $F(b) - F(a)$ называют интегралом от функции $f(x)$ на отрезке $a; b$. Далее автор рассматривает вычисление площади криволинейной трапеции с помощью интегральных сумм. Он считает, что такой способ приближенного вычисления интеграла требует громоздких вычислений и им пользуются в тех случаях, когда не удастся найти первообразную функции.

3. Интеграл как единственное разделяющее число множеств нижних и верхних сумм Дарбу: определенный интеграл вводится через такое понятие, как площадь плоской фигуры. Иначе, определенный интеграл - есть единственное число, заключенное между всеми нижними и всеми верхними суммами Дарбу (Н.Я. Виленкин и др.).

Анализ учебников и учебных пособий, содержащих материал по данной теме, показывает наличие разных мнений по поводу изложения этого достаточно сложного материала в школьном курсе математики.

Интеграл принадлежит к числу математических понятий, происхождение и развитие которых тесно связано с решением прикладных задач. Это понятие и построенный на его основе метод применяются сегодня в самых различных областях научно-практической деятельности человека, в том числе в физике, в химии, биологии, экономике, технических дисциплинах. Широкие приложения интеграла побудили включить соответствующий раздел в действующую школьную программу по математике, которая предполагает наряду с раскрытием сути понятий интеграла ознакомить учащихся с некоторыми их приложениями. Это повышает интерес школьников к изучаемому материалу, положительно влияет на формирование у учащихся политехнического кругозора и правильного понимания места и роли математики в современном мире.

В 11 классе учащиеся продолжают изучать новый раздел математики – начала математического анализа. Этот раздел характеризуется своеобразной

методикой. Поэтому очень важно сразу заложить грамотное понимание основ высшей математики.

Список литературы

1. Вилейнтнер, Г. История математики от Декарта до середины XIX столетия. М.:Физматгиз, 1966. - 469 с.
2. Колмогоров, А.Н. под ред. Успенского В.А. Математика в ее историческом развитии,- М.: Наука, 1991. - 221 с.
3. Под редакцией Юшкевича А.П. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия. В 3-х т. Т. 1. С древнейших времен до начала нового времени,- М.: Наука, 1970. 353 с.
4. Под редакцией Юшкевича А.П. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия. В 3-х т. Т. 2. Математика XVII столетия, М.: Наука, 1970.-303 с.
5. Под редакцией Юшкевича А.П. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия. В 3-х т. Т. 3. Математика XVIII столетия,- М.: Наука, 1972.-498 с.

УДК 517.946

К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИЗВЕСТНОГО ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Г.А. Обухова

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова»

Аннотация. Исследуется разрешимость линейных обратных задач определения вместе с решением дифференциального уравнения также неизвестного внешнего воздействия. Дифференциальное уравнение представляет собой обобщение итерированного уравнения теплопроводности.

Коэффициентные обратные задачи, как линейные, так и нелинейные для параболических уравнений второго порядка достаточно хорошо изучены. Для параболических уравнений высокого порядка подобные задачи менее изучены. Для итерированных же уравнений теплопроводности и их обобщений линейные и нелинейные обратные задачи ранее не изучались.

Ключевые слова: обратная задача, параболическое уравнение, уравнение теплопроводности.

TO THE QUESTION OF THE SOLUTION OF REVERSE TASKS AND DETERMINATION OF UNKNOWN EXTERNAL IMPACT

G.A. Obuhova

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of
Altai state technical University*

Summary. The solvability of linear inverse problems with the definition of the solution of differential equations as unknown external influence. The differential equation is a generalization of the iterated heat equation.

The inverse problem, both linear and non-linear to parabolic equations of second order are fairly well understood. For parabolic equations of high order such problems have been less studied. For iterated same heat equations and generalized linear and nonlinear inverse problems not previously been studied.

Keywords: *inverse problem, parabolic equation, the heat equation.*

В данной работе исследуется разрешимость линейных обратных задач и определяется вместе с решением дифференциального уравнения также неизвестное внешнее воздействие. Собственно, дифференциальное уравнение, о котором пойдет речь, представляет собой обобщение итерированного уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} = F(x,t).$$

Коэффициентные обратные задачи, как линейные, так и нелинейные для параболических уравнений второго порядка достаточно хорошо изучены. Для параболических уравнений высокого порядка подобные задачи менее изучены – можно отметить лишь работы автора [1-3], для итерированных же уравнений теплопроводности и их обобщений линейные и нелинейные обратные задачи ранее не изучались.

Пусть Ω есть интервал $(0, 1)$ оси Ox , Q есть прямоугольник $\Omega \times [0, T]$, $0 < T < +\infty$, $a(x, t)$, $c(x, t)$, $f(x, t)$, $K(x, t)$, $h_x(x, t)$, $x=0, \dots, m$ – заданные функции, определенные при $x \in \bar{\Omega}$, $t \in [0, T]$, t_1, \dots, t_m – заданные числа, такие, что $0 < t_1 < t_2 < \dots < t_m \leq T$.

Обратная задача I: найти функции $u(x, t)$ и $q_1(x), \dots, q_m(x)$, связанные в прямоугольнике Q уравнением

$$\begin{aligned} u_{tt}(x, t) + a(x, t) u_{xxt}(x, t) + u_{xxxx}(x, t) + c(x, t) u(x, t) = \\ = f(x, t) + \sum_{k=1}^m q_k(x) h_k(x, t) \end{aligned} \quad (1)$$

при выполнении для функции $u(x, t)$ условий

$$u(0, t) = u(1, t) = u_x(0, t) = u_x(1, t), \quad 0 < t < T, \quad (2)$$

$$u(x, 0) = u_t(x, 0) = 0, \quad x \in \Omega, \quad (3)$$

$$u(x, t_k) = 0, \quad k = 1, \dots, m. \quad (4)$$

Обратная задача II: найти функции $u(x, t)$ и $q(x)$, связанные в прямоугольнике Q уравнением

$$\begin{aligned} u_{tt}(x, t) + a(x, t) u_{xxt}(x, t) + u_{xxxx}(x, t) + c(x, t) u(x, t) = \\ = f(x, t) + q_0(x) h_0(x, t) \end{aligned} \quad (5)$$

при выполнении для функции $u(x, t)$ условий (2) и (3), а также условия

$$\int_0^T k(x, t) u(x, t) dt = 0, \quad x \in \Omega. \quad (6)$$

Уточним, что левая часть уравнений (1) или (5) в случае $a x, t = -2$, $c x, t = 0$ как раз представляет собой итерированный оператор теплопроводности.

Далее, в обратных задачах I и II условия (2) и (3) есть условия обычной начально-краевой задачи для уравнений (1) или (5) с известной правой частью, условия (4) и (6) представляют собой переопределения, необходимость которых обуславливается наличием неизвестных коэффициентов $q_1 x, \dots, q_m x$ или же $q_0 x$ соответственно (в литературе условия (4) принято называть условиями неопределенности на временных слоях, условие же (6) - условием интегрального переопределения).

Список литературы

1. Кириллова Г.А., Кожанов А.И. О некоторых обратных задачах для параболического уравнения четвертого порядка / Математические заметки Якутского государственного университета. 2000. Т.7, вып. 1. С. 35-49.

2. Кириллова Г.А. Линейная обратная задача с интегральным переопределением для одного класса параболических уравнений высокого порядка / Математические заметки Якутского государственного университета. 2002. Т.9, вып. 2. С. 57-74.

3. Кириллова Г.А. Обратная задача для параболического уравнения высокого порядка с неизвестным коэффициентом при решении в случае интегрального переопределения / Мат. заметки ЯГУ. 2003. Т.10, вып. 1. С. 34-45.

ОБ ОДНОЙ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

И.П. Попов

Курганский государственный университет

Аннотация. Определено влияние движения приёмника относительно неподвижного источника, а также движения источника относительно неподвижного приёмника на распространение волнового электромагнитного импульса.

Ключевые слова: *электромагнитные волны, скорость, источник, приёмник.*

ON ONE PECULIARITY OF ELECTROMAGNETIC WAVES SPREADING

I.P. Popov

Kurgan state university, Kurgan

Summary. Influence of movement of receiver relatively immovable transmitter, also movement of transmitter relatively immovable receiver on spread of wave electromagnetic impulse is defined.

Keywords: *electromagnetic waves, velocity, transmitter, receiver.*

Определение фазовой скорости электромагнитных волн в вакууме как

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (1)$$

производилось без учета движения их источника и приёмника [1–11]. Однако оно может быть учтено.

Целью настоящей работы является вычисление скорости распространения волнового электромагнитного импульса на основе исключительно математического подхода.

Правильный расчет скорости распространения волнового электромагнитного импульса позволит, в частности, корректно определять время прохождения радиосигналов на большие расстояния.

Определение скорости волнового электромагнитного импульса. Пусть источник И с часами неподвижно установлен в координате $x_0 = 0$ связанной с ним системы координат (см. рис.) [12]. В момент времени t_0 он излучает волновой электромагнитный импульс.

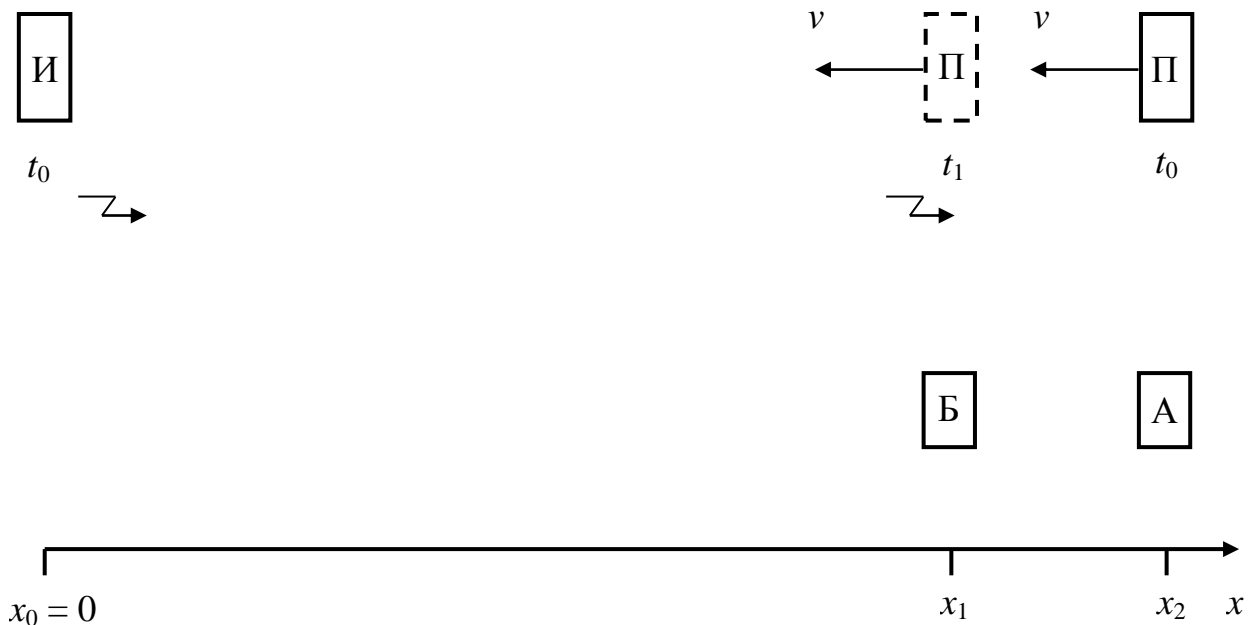


Рис. 1. Расположение источника и приемника

К источнику со скоростью v приближается приёмник П.

Устройство А часами, синхронизированными с часами источника, установлено неподвижно относительно источника в координате x_2 . Оно регистрирует прохождение приёмника через эту координату в момент времени t_0 .

Устройство Б часами, синхронизированными с часами источника, установлено неподвижно относительно источника в координате x_1 . Оно регистрирует прохождение и приёмника и импульса через эту координату в момент времени t_1 .

По данным неподвижных наблюдателей скаляр скорости приёмника

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_1 - t_0},$$

скаляр скорости волнового электромагнитного импульса относительно источника

$$c = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{x_1}{t_1 - t_0}.$$

По их же данным скорость перемещения импульса относительно приёмника определяется как отношение расстояния между ними

$$x_2 - x_0 = x_2$$

ко времени

$$t_1 - t_0,$$

за которое они это расстояние преодолеют, т.е. сблизятся

$$c^* = \frac{x_2}{t_1 - t_0} = \frac{x_2 - x_1 + x_1}{t_1 - t_0} = \frac{x_2 - x_1}{t_1 - t_0} + \frac{x_1}{t_1 - t_0} = v + c. \quad (2)$$

Учет релятивистских эффектов. По мнению наблюдателя, движущегося вместе с приёмником, система отсчета, связанная с приёмником, неподвижна, а система отсчета, связанная с источником, движется со скоростью v . К приёмнику приближается импульс, расстояние до которого равно

$$x_2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (3)$$

Этот импульс достигнет приёмника за время

$$(t_1 - t_0) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (4)$$

(величины x_2 , t_1 и t_0 движущийся наблюдатель может получить по радио от неподвижных наблюдателей и учесть релятивистские поправки). Следовательно, по мнению движущегося наблюдателя, импульс приближается к приёмнику со скоростью

$$c^* = \frac{x_2 \sqrt{1 - v^2/c^2}}{(t_1 - t_0) \sqrt{1 - v^2/c^2}} = v + c. \quad (5)$$

К этому же результату движущийся наблюдатель придет и без учета релятивистских поправок.

Источник движется, приёмник неподвижен. В системе координат, связанной с источником, источник неподвижен, а приёмник приближается к нему со скоростью v . В этой системе координат выполняется соотношение (2). При переходе к системе координат, связанной с приёмником, в том числе, с учетом (3) и (4) реализуется выражение (5).

Практической иллюстрацией полученного результата является разница во времени прохождения радиосигналов на Марс при их передаче с противоположных точек экватора Земли при максимальном расстоянии между планетами

$$\Delta t = S_m \left(\frac{1}{c - v_3} - \frac{1}{c + v_3} \right) =$$

$$= 4 \cdot 10^8 \left(\frac{1}{300000 - 0,46} - \frac{1}{300000 + 0,46} \right) \approx 0,004(c).$$

Здесь S_m – максимальное расстояние между Землей и Марсом (км), c – скорость света в вакууме (км/с), v_3 – тангенциальная скорость вращения точки экватора Земли (км/с).

Заключение. Таким образом, скорость электромагнитных волн в вакууме складывается из (1) и разности скоростей источника и приёмника.

Список литературы

1. Попов И.П. Построение абстрактной модели силового поля типа электромагнитного. Часть 2 // «Наука. Инновации. Технологии» Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета. 2015. № 3. С. 63–78.
2. Попов И.П. Роль псевдовекторов в математическом моделировании формального аналога электромагнитного поля // Вестник Псковского государственного университета. Естественные и физико-математические науки. 2016. Вып. 8. С. 110–127.
3. Popov I.P. Mathematical modeling of the formal analogy of electromagnetic field // Applied mathematics and control sciences. 2016. № 4. P. 36–60.
4. Попов И.П. Приложение мнимых векторов к моделированию абстрактного силового поля // Вестник Амурского государственного университета. Естественные и экономические науки. 2016. Выпуск 73. С. 10–24.
5. Попов И.П. Построение модели квазиэлектромагнитного поля. Часть 2 // Вестник Курганского государственного университета. Естественные науки. 2016. Вып. 9. № 4(43). С. 73–79.
6. Попов И.П. Мнимые векторы. Построение в \mathbb{R}^3 математической модели полевого взаимодействия по типу электромагнитного // Вектор современной науки. 2017. № 1, URL: vektorsn.esrae.ru/1-5 (дата обращения: 02.06.2017).
7. Попов И.П. Об электромагнитной системе единиц // Вестник Челябинского государственного университета. Физика. 2010. Выпуск 7. №12(193). С. 78,79.
8. Попов И.П. Сведение постоянной Планка к классическим фундаментальным константам // Вестник Удмуртского университета. Физика и химия. 2014. Вып. 3. С. 51–54.
9. Попов И.П. Электромагнитное представление квантовых величин // Вестник Курганского государственного университета. Естественные науки. 2010. Вып. 3. №2(18). С. 59–62.
10. Попов И.П. Сопоставление квантового и макро-описания магнитного потока // Сборник научных трудов аспирантов и соискателей Курганского государственного университета. 2011. Вып. XIII. С. 26.

11. Попов И.П. Формулы для постоянной Планка, массы электрона и других величин // Вектор современной науки. 2017. № 1; URL: vektorsn.esrae.ru/1-6 (дата обращения: 07.06.2017).

12. Попов И.П. Лабораторная установка для регистрации физического явления изменения скорости электромагнитных волн на величину разности скоростей источника и приёмника (варианты) // Бюллетень изобретений и полезных моделей. 2002. № 28. С. 431–433.

БИИНЕРТНЫЙ ОСЦИЛЛЯТОР

И.П. Попов

Курганский государственный университет

Аннотация. Рассматривается колебательная система с однородными элементами, а именно, с двумя массивными грузами (биинертный осциллятор). Показана возможность возникновения в такой системе свободных гармонических колебаний. В биинертном осцилляторе происходит взаимный обмен между кинетическими энергиями грузов.

Ключевые слова: *осциллятор, инертный, гармонический, реактивность, пространственный сдвиг, фазовый сдвиг, кинетическая энергия.*

THE BIINERTIAL OSCILLATOR

I.P. Popov

Kurgan state university, Kurgan

Abstract. We consider a system with uniform oscillatory elements, namely, two massive loads (biinertial system). The possibility of occurrence of such a system free of harmonic oscillations. The biinertial oscillator there is a mutual exchange between the kinetic energies of loads

Keywords: *oscillator, inert, harmonic, reactivity, spatial shift, phase shift, kinetic energy.*

Свободные гармонические колебания основаны на обмене энергией между элементами колебательной системы [1–5].

В механическом линейном гармоническом осцилляторе происходит обмен энергией между разнородными элементами – грузом (инертным элементом) и пружиной (упругим элементом). При этом кинетическая энергия груза преобразуется в потенциальную энергию пружины и наоборот.

Существуют электромеханические колебательные системы [6–12], в которых свободные гармонические колебания осуществляются за счет взаимного преобразования потенциальной энергии пружины в энергию электрического поля конденсатора или кинетической энергии груза в энергию магнитного поля катушки индуктивности.

Таким образом, свободные гармонические колебания сопровождаются самыми разнообразными вариантами преобразования энергии. В этой связи представляет интерес возможность возникновения свободных гармонических колебаний, осуществляемых за счет преобразования кинетической энергии в кинетическую. Реализующая такие колебания система должна состоять только из

инертных элементов. Механизм обмена энергией между однородными элементами в такой системе позволит, в частности, расширить возможности нейтрализации реакции инертных объектов на внешние периодические воздействия.

Синтез инертно-инертной системы. Синтез системы осуществляется на основе двух исходных условий.

Первое исходное условие. Система содержит два инертных элемента – два груза массой m каждый. Элементы совершают гармонические колебания

$$x_1 = A \sin(\zeta + \zeta_1),$$

$$x_2 = A \sin(\zeta + \zeta_2),$$

где x_1, x_2 – текущие координаты грузов, A – амплитуда колебаний, ζ – фаза, ζ_1, ζ_2 – начальные фазы.

Второе исходное условие. Энергия системы при колебаниях не меняется

$$W_1 + W_2 = \text{const.}$$

Одновременный учет обоих исходных условий дает представление о характере связи между инертными элементами. Действительно,

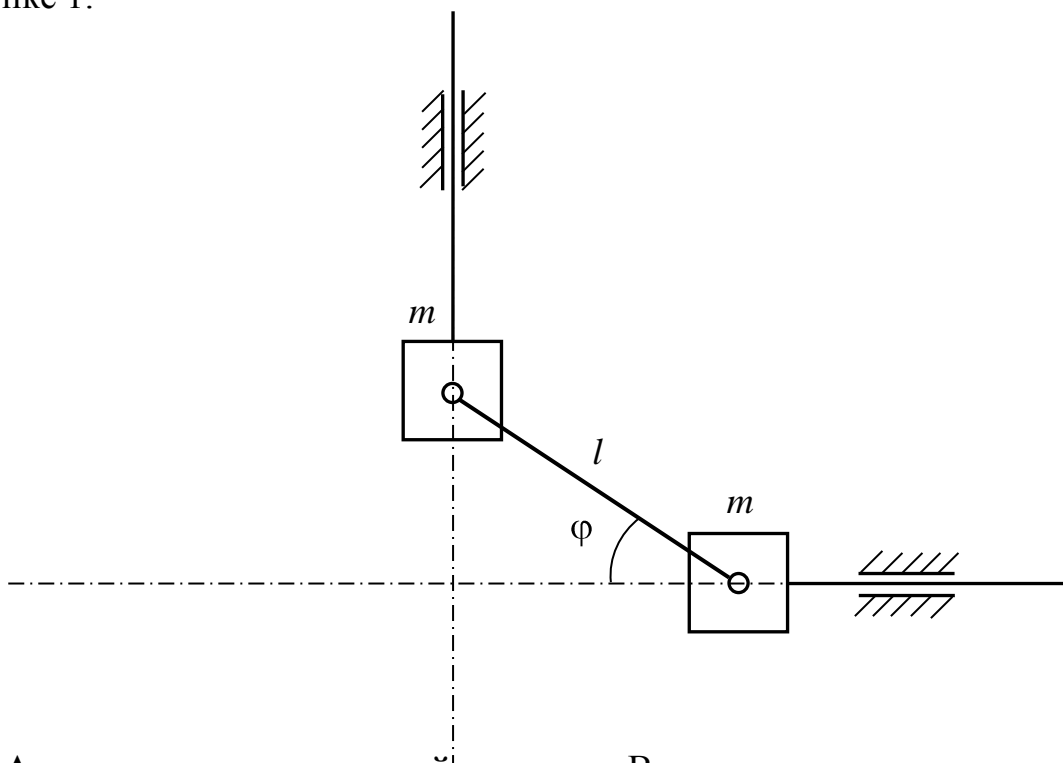
$$\frac{m}{2} \left(\frac{dx_1}{dt} \right)^2 + \frac{m}{2} \left(\frac{dx_2}{dt} \right)^2 = \text{const},$$

$$\cos^2(\zeta + \zeta_1) + \cos^2(\zeta + \zeta_2) = \text{const}_2$$

Последнее справедливо при условиях:

$$\zeta_1 - \zeta_2 = \pm \pi/2$$

Полученное соотношение позволяет определить связующее звено между инертными элементами. Таким звеном является устройство, изображенное на рисунке 1.



Анали к грузам не прило-
жены. Мас Рис.1. Биинертный осциллятор
жуют уравнениям: аются. Координаты

$$x_1 = l \cos \varphi, \quad (1)$$

$$x_2 = l \cos(\pi/2 - \varphi). \quad (2)$$

В качестве обобщенной координаты удобно использовать φ . Система имеет одну степень свободы и уравнение Лагранжа второго рода для нее записывается в виде:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q.$$

Обобщенная сила $Q = 0$, поскольку активные силы отсутствуют. Кинетическая энергия определяется выражением:

$$T = \frac{m}{2} \left(\frac{dx_1}{dt} \right)^2 + \frac{m}{2} \left(\frac{dx_2}{dt} \right)^2 = \frac{ml^2}{2} \sin^2 \varphi \dot{\varphi}^2 + \frac{ml^2}{2} \cos^2 \varphi \dot{\varphi}^2 = \frac{ml^2}{2} \dot{\varphi}^2.$$

$$\frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = ml^2 \dot{\varphi}, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) = ml^2 \ddot{\varphi} = 0.$$

Решение последнего уравнения имеет вид:

$$d\varphi/dt = C_1, \quad \varphi = C_1 t + C_2$$

Пусть имеют место следующие начальные условия:

$$\varphi(0) = \varphi_0, \quad \frac{d\varphi}{dt}(0) = \omega_0.$$

Коэффициенты интегрирования приобретают значения:

$$C_2 = \varphi_0, \quad C_1 = \omega_0.$$

При этом (1) и (2) принимают вид:

$$x_1 = l \cos(\omega_0 t + \varphi_0), \\ x_2 = l \cos(\pi/2 - \omega_0 t - \varphi_0).$$

Пусть начальная координата первого груза равна

$$x_1(0) = x_{10}.$$

Из этого следуют формулы:

$$\cos \varphi_0 = x_{10}/l, \quad \varphi_0 = \arccos(x_{10}/l) = \arcsin(x_{20}/l).$$

Пусть начальная скорость второго груза равна

$$\frac{dx_2}{dt}(0) = v_{20}.$$

Из этого следуют выражения

$$l\omega_0 \cos(\omega_0 \cdot 0 + \varphi_0) = v_{20}, \\ \omega_0 = v_{20}/x_{10} = -v_{10}/x_{20}.$$

В соответствии с этим формулы для перемещений грузов и их скоростей принимают вид:

$$x_1 = l \cos[(v_{20}/x_{10})t + \arccos(x_{10}/l)], \\ x_2 = l \cos[\pi/2 - (-v_{10}/x_{20})t - \arcsin(x_{20}/l)], \\ v_1 = l(v_{10}/x_{20}) \sin[(-v_{10}/x_{20})t + \arcsin(x_{10}/l)], \\ v_2 = l(v_{20}/x_{10}) \cos[(v_{20}/x_{10})t + \arccos(x_{20}/l)].$$

Таким образом, грузы массой m совершают свободные гармонические колебания (внешние усилия к грузам не приложены).

В рассмотренной колебательной системе происходит взаимный обмен кинетической энергией между инертными элементами. При $\varphi = 0$ кинетическая энергия первого груза равна нулю, а второго – максимальна. После этого первый груз начинает ускоряться за счет энергии второго груза, который приобретает отрицательное ускорение.

Список литературы

1. Попов И.П. Свободные гармонические колебания в электрических системах с однородными реактивными элементами // *Электричество*. 2013. № 1. С. 57–59.
2. Попов И.П., Попов Д.П., Кубарева С.Ю. Индуктивно-индуктивная колебательная система // *Вестник Курганского государственного университета. Технические науки*. 2013. Вып. 8. № 2(29). С. 78, 79.
3. Попов И.П., Сарапулов Ф.Н., Сарапулов С.Ф. Емкостно-емкостная колебательная система // *Вестник Курганского государственного университета. Технические науки*. 2014. Вып. 9. № 2(33). С. 21–23.
4. Попов И.П., Чарыков В.И., Попов Д.П. Электромеханические колебания в системах автоматики // *Вестник НГАУ*. 2014. № 4(33). С. 173–177.
5. Попов И.П., Попов Д.П., Кубарева С.Ю. Колебательная система из трех пружин и кривошипно-кулисного механизма // *Вестник Курганской ГСХА*. 2013. № 2 (6). С. 65, 66.
6. Попов И.П. Свободные гармонические колебания в системах с элементами различной физической природы // *Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова*. 2012. Т. 18. № 4. С. 22–24.
7. Попов И.П. Свободные гармонические колебания в упруго-емкостной системе // *Вестник Курганского государственного университета. Естественные науки*. 2011. Вып. 4. №2(21). С. 87–89.
8. Попов И.П., Сарапулов Ф.Н., Сарапулов С.Ф. Инертно-индуктивный осциллятор // *Вестник Курганского государственного университета. Технические науки*. 2013. Вып. 8. № 2(29). С. 80, 81.
9. Попов И.П., Чарыков В.И., Соколов С.А., Попов Д.П. Условия возникновения упруго-емкостных колебаний в электромеханических системах // *Вестник Курганской ГСХА*. 2014. № 3 (11). С. 80–82.
10. Попов И.П., Сарапулов Ф.Н., Сарапулов С.Ф. Упруго-емкостные колебания в электромеханических системах // *Актуальные проблемы энергосберегающих электротехнологий АПЭЭТ-2014. Сборник научных трудов*. Екатеринбург. ФГАОУ ВПО УРФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. 2014. С. 217, 218.
11. Попов И.П., Попов Д.П., Кубарева С.Ю. Упруго-индуктивные колебания в системах автоматики // *Вестник Курганской ГСХА*. 2013. № 3 (7). С. 57–59.
12. Попов И.П. Инертно-емкостная колебательная система // *Зауральский научный вестник*. 2013. № 2(4). С. 65, 66.

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ НАНОПОРОШКА КРЕМНИЕВЫХ КИСЛОТ И МУНТ В АБСОРБЕНТЕ ВОДЫ

М.М. Сафаров¹, С.Х. Мирзоев¹, М.А. Абдуллоев², М.М. Гуломов², К.Н. Розыков², С.Г. Ризоев³, Ф. Абдужалилзода³, М.М. Холиков¹

¹Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе, Таджикистан

²Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни, Душанбе, Таджикистан

³Дангаринский государственный университет, Дангара, Таджикистан

Аннотация. В работе приводятся результаты экспериментального исследования размеров фракции дисперсных материалов нанопорошка кремниевых кислот и МУНТ в адсорбента воды при температуре 293К. Для седиментационного анализа исследуемых образцов (кремниевых кислот) нами разработана и собрана экспериментальная установка для проведения седиментационного исследования. Основной частью экспериментальной установки состоит из торсионных весов. Абсолютная погрешность показаний на всем диапазоне шкалы, не более ± 1 мг.

Ключевые слова: нанопорошок, кремниевая кислота, многостенный углеродный нано-трубок, седиментационный анализ, критерия Рейнольдс, седиментометр Н.А. Фигуровского, аналитический метод, динамическая вязкость.

SEDIMENTATION ANALYSIS OF NANOPROUSHE SILICA ACIDS AND MOUNT IN WATER ABSORBENT

M.M. Safarov¹, S.Kh. Mirzoev¹, M.A. Abdulloev², M.M. Gulomov², K.N. Rozykov², S.G. Rizoev³, F. Abduzhalilzoda³, M.M. Kholikov¹

¹The Moscow State University named after M.V. Lomonosov in Dushanbe, Tajikistan

²Tajik Aini State Pedagogical University, Dushanbe, Tajikistan

³Dangara State University, Dangara, Tajikistan

Annotation. The paper presents the results of an experimental study of the size of the fraction of dispersed nanopowder materials of silicic acids and MWCNTs in a water adsorbent at a temperature of 293K. For the sedimentation analysis of the samples under study (silicic acid), we developed and assembled an experimental setup for conducting the sedimentation study. The main part of the experimental setup consists of torsion scales. Absolute error of indications on the whole range of the scale, not more than ± 1 mg.

Keywords: nanopowder, silicic acid, multi-walled carbon nanotubes, sedimentation analysis, Reynolds criterion, sedimentometer N.A. Figurovsky, analytical method, dynamic viscosity.

Объект исследования: Кремнезоль (коллоидный кремнезем, золь кремниевой кислоты) Ковелос - это коллоидный раствор, состоящий из дисперсионной среды, для которой используется специально подготовленная вода, и дисперсной фазы, представляющей собой наноразмерные мицеллы аморфного кремнезема. Они используются как носители катализаторов и светочувствительных слоёв в фотоматериалах. Для проведения седиментационного анализа при 293К используется прибор, который снабжен теплоизолированным стеклянным сосудом, где температура выдерживается постоянной. В си-

стемах с размером частиц от 1 до 100 мкм широко используется седиментационный метод анализа [1-9], основанный на определении скорости осаждения (или всплывания) частиц в жидкой среде. Изучение процесса седиментации твердых частиц порошка кремниевых кислот в области минимальных размеров фракций позволяет определить такие параметры дисперсной системы, как минимальный размер (максимальный размер известен по результатам просеивания через фильтр) частиц, степень полидисперсности, которые с учетом совокупности всего диапазона фракций полидисперсной системы необходимы в дальнейшем для определения характера распределения концентраций частиц в вертикальном реакторе промывки, перемешивания и разделения суспензии по фракциям. При движении частицы под действием седиментационной силы с определенной скоростью появляется сила трения, направленная противоположно скорости движения частицы. Эта сила определяется с помощью уравнения [10],[11]:

$$F_{\text{тр}} = \zeta s \frac{\rho_o W_{oc}^2}{2}, \quad (1)$$

где ζ - коэффициент сопротивления среды, s - площадь поперечного сечения частицы, m^2 , ρ_o - плотность дисперсионной среды, kg/m^3 , W_{oc} - скорость осаждения частицы, m/c^2 .

Различные режимы обтекания частицы зависят от параметров частицы и среды, а также её скорости движения. Если плотность дисперсионной среды меньше плотности частиц дисперсной фазы, то происходит осаждение частиц. При этом, образуются два слоя - жидкость и осадок. Обычно это происходит в суспензиях [3-10]. Коэффициент сопротивления ζ в каждом режиме имеет определенную зависимость от числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{W_{oc} d \rho_o}{\mu}, \quad (2)$$

где: d - диаметр частицы, m ; μ - динамическая вязкость среды, $Pa \cdot s$.

Коэффициент сопротивления среды ζ движению частиц [4-11]. В зависимости от критерия Рейнольдса вычисляется при ламинарном режиме (область действия закона Стокса), т.е. когда $Re \leq 2$ по формуле:

$$\zeta = \frac{24}{Re}, \quad (3)$$

при переходном режиме, когда $Re = 2-500$ согласно соотношению:

$$\zeta = \frac{18,5}{Re^{0,6}}. \quad (4)$$

При турбулентном (автомодельном) режиме $\sim 2 \cdot 10^5 > Re > \sim 500$:

$$\zeta = 0,44 = const$$

Для определения радиуса частица пользуется формула [2]:

$$r = \frac{9\mu \cdot W_{oc}}{2(\rho - \rho_o)g} = k \overline{W_{oc}}, \quad (5)$$

где: k - постоянная закона Стокса:

$$k = \frac{9\mu}{2(\rho - \rho_o)g} = const. \quad [m^{1/2} c^{1/2}] \quad (6)$$

В уравнениях (5) и (6) приняты следующие обозначения: r -радиус частицы; μ -коэффициент динамической вязкости (для воды $1,04 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м²); ρ -плотность частиц (для порошка кремниевой кислоты 1900, кг/м³); ρ_0 - плотность жидкости (для воды 1000 кг/м³); g - ускорение свободного падения, м/с². Высоту, пройденную частицей за время t (с), выразим через H (м). С учетом уравнений (5) и (6) скорость осаждения и радиус частиц определяются как:

$$W_{oc} = \frac{H}{\tau}. \quad (7)$$

$$r = k \frac{H}{\tau}. \quad (8)$$

Уравнение (7) лежит в основе седиментационного анализа [1] размеров грубо-дисперсных частиц и этот метод, будучи одним из видов дисперсионного анализа, имеет огромное практическое значение, поскольку дисперсность определяет производственные показатели многих промышленных и природных материалов. При испытаниях процесса осаждения и измерениях скорости осаждения частиц в жидкости применяются седиментометры. Наиболее простым и точным является седиментометр Н.А. Фигуровского, который был использован в данной работе. Последовательность выполнения седиментационного анализа следующая:

1) Определяется масса чашечки в воде или в жидкости, в которой не растворяется порошок.

2) С этой целью на крючок коромысла весов подвешивается чашка и опускается в не замоченную суспензию. Это выполняется при закрытом арретире и неприкосновения чашки к стенкам сосуда.

3) Арретир приводится в положение «открыто», в этом случае наблюдается отклонение нижней контрольной стрелки в левую сторону. Пользуясь поворотом рычага можно добиться совмещения стрелки с риской шкалы.

4) Измеряется промежуток между поверхностью жидкости и дна чашки H .

5) Арретир переводится в положение «закрыто», убирается чашечка с крючка коромысла.

6) Суспензию измельчают, переносят в чашечку с водой и перемешивают.

7) Измеряют изменения веса осадка с истечением времени.

Из порошков кремниевых кислот отобрали пробы по 1 г и добавляли в стакан с 200 мл воды. Таким образом готовили суспензию кремниевых кислот. Затем, взвешивали массу пустой чашечки в воде. Расстояние от поверхности жидкости до дна чашечки $H=0,1$ м. Перемешивали суспензию и измеряли изменение веса чашечки с суспензией во времени. По уравнениям (7) и (8) были рассчитаны константа k ($k = 0,000721$) и скорость оседания частиц W . Седиментационный анализ [11] произведен с учетом двух постоянных величин: массы пустой чашечки $m = 20$ г и высоты расположения дна чашечки от поверхности суспензии $H=0,1$ м. Несмотря на свои положительные стороны, при построении кривой распределения частиц в суспензиях в зависимости от их размеров, точность метода графического дифференцирования недостаточна, поэтому для улучшения точности результатов воспользовались аналитическим методом Н.Н. Цюрупы [11]. В этом методе (вне зависимости от используемой в

эксперименте техники) для определения кривой накопления осадка применяется уравнение:

$$Q = Q_m \frac{t}{t+t_0}, \quad (9)$$

где Q – количество выпавшего осадка к моменту t (% массы); Q_m – имеющее значения в промежутке 100-104,7%; t_0 – время, в течение которого осаждается половина осадка. Это исходит из того, что при $t=t_0$ по уравнению (9) получаем $Q = Q_m/2$. С учетом величины t_m вычисляется радиус наиболее крупных частиц r_{max} . Общая масса частиц, оседавшая к произвольному моменту времени t_x :

$$Q = Q_0 + q, \quad (10)$$

где Q_0 , q – количество полностью осевшей фракции и частично осевшей фракции (в % по массе) в момент времени t_x [10], [11] только из нижних слоев суспензии.

Скорость осаждения данной фракции выражается как dQ/dt при t_x и доля частично осевших частиц для этого момента времени выглядит как $(dQ/dt) t_x$.

Полностью осажденное количество частиц выражается:

$$Q = Q_0 + (dQ/dt)t_x. \quad (11)$$

Применение уравнения Стокса для седиментации в условиях гравитации позволяет легко вычислять размер целиком осевших частиц в произвольный момент времени t_i . Точки на кривой соответствуют долям (%) в общей массе полностью осажденной к выбранному времени той фракции, у которой радиусы частиц равны или больше r_i . Q выражается в процентах, P_k и P – масса полностью выпавших частиц (в миллиграммах) и выпавших за время t . По итогам эксперимента результаты вычисления получают в единицах массы:

$$Q = 100P/P_k, \quad (12)$$

Наибольший радиус r_{max} вычисляется вслед за определением времени полного осаждения первой фракции t_m , применяя уравнение Стокса. Значения Q_m и t_0 определяют по линейному уравнению:

$$\frac{t}{Q} = \frac{t_0}{Q_m} + \frac{t}{Q_m}. \quad (13)$$

Дифференциальная кривая распределения частиц фосфорита по размерам имеет максимумы в небольшом интервале вблизи радиуса 10 мкм и это распределение не соответствует нормальному закону распределения [11].

Список литературы

1. Pan, Y. Numerical study of a three-dimensional swirling flow in a cylinder. / Y. Pan // M.S. Thesis. Mechanical Engineering, Clemson University. -1992. -p.205.
2. Бобоназаров, М. Физико-химические особенности комплексной переработки фосфоритов Таджикистана. / МахмадиБобоназаров//Дисс. ... к. т. н. / 02.00.04 – физическая химия //.-Душанбе – 2016.123с.
3. Бобоназаров, М. ПолучениеполиаммофосфатовкальцияизмукифосфоритовместорожденияКаратаг / М.Бобоназаров, М.М. Рахимова, Б. Мирзоев //

ВестникТаджикскогонациональногоуниверситета.–Душанбе.-2014.-1/4 (153), - С. 135- 140.

4. Бобоназаров, М. Седиментационный анализ фосфоритной муки месторождения Каратаг / М.Бобоназаров, М.М. Рахимова, Б. Мирзоев // Изв. АН РТ. - Душанбе. - 2013. - Т.153, № 4. - С. 98-105.

5. Бобоназаров, М. Седиментационный метод обогащения фосфорита / М. Бобоназаров, З.Н. Юсупов, Б.Мирзоев, Дж.Назаров // IV международная научно-практическая конференция «Перспективы развития науки и образования»: тез. докл.-Душанбе: ТТУ им. М. Осими, -2010. -С.109-113.

6. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии. 2-03 изд./ С.С.Воюцкий // -М.: Химия. -1975. –С. 68-77.

7. Левич, В.Г. Физико-химическая гидродинамика. 2 изд. /В.Г.Левич/–М.: Гос. изд. физ.-мат. лит. - 1959. - 699с.

8. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии. Учеб. для вузов.-2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Химия. - 1984. - 386с.

9. Ходаков, Г.С.Седиментационный анализ высокодисперсных систем. / Г.С.Ходаков, Ю. П.Юдкин// - М., 1981.-192с.

10. Цыренова, С.Б., Чебунина Е.И., Балдынова Ф.П. Руководство по решению примеров задач по коллоидной химии: Учебное пособие. - Улан-Удэ:Изд-во ВСГТУ, - 2000. - 210 с.

11. Эмирджанов, Р.Т. Основы технологических расчетов в нефтепереработке./Р.Т.Эмирджанов //–Л.: Химия. -1965.- 544с.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ Теллурида ГЕРМАНИЯ В СЕГНЕТОФАЗНОМ СОСТОЯНИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И КОНЦЕНТРАЦИЯХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА

Дж.Ф. Собиров¹, М.М. Сафаров²

¹*Бохтарский государственный университет им. Носира Хусрава,
г. Бохтар, Таджикистан.*

²*Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Душанбе, Таджикистан.*

Аннотация. В данной работе приведены аппроксимационные зависимости, устанавливающие взаимосвязь удельной теплоемкости C_p , концентрацией носителей заряда p и температуры T для исследуемых образцов, позволяющие провести расчет указанных величин. Как известно, широкое применение полупроводниковых веществ в современной технологии требует знания их теплофизических и термодинамических свойств. Решить эту проблему экспериментальным путем сложно из-за возрастающего количества объектов исследования, в связи с чем необходимо применение расчетно-теоретических методов прогноза термодинамических, теплофизических свойств веществ. С этой целью, вначале в статье приведены результаты экспериментально-теоретического исследования поведения удельной теплоемкости сегнетоэлектрика-полупроводника $GeTe$ с различной концентрацией носителей $[p \sim (1,8 ; 2,0 ; 3,3 ; 6,0) \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}]$ в сегнетофазном состоянии в интервале температур от комнатной температуры до окрестности точки Кюри $T_c = 666 \text{ К}$, а затем для обработки и обобщения экспериментальных данных по теплоемкости C_p полупроводника-сегнетоэлектрика исследуемого образца в зависимости от температуры и концентрации носителей заряда, нами

использован определенное соотношение $[\frac{C_p}{C_p^*} = f \frac{T}{T_1}]$ который дает эмпирические уравнения для расчета удельной теплоемкости теллурида германия в сегнетофазном состоянии.

Ключевые слова: сегнетоэлектрик, полупроводник GeTe, аппроксимационная зависимость, дифференциальный сканирующий калориметр (ДСК), температура Кюри, сегнетофаза, концентрация носителей, удельная теплоемкость.

OBTAINING EMPIRICAL EQUATIONS FOR CALCULATION THE SPECIFIC HEAT CAPACITY OF GERMANIUM TELLURIDE IN A FERROUS STATE AT DIFFERENT TEMPERATURES AND CONCENTRATIONS OF CHARGE CARRIERS

J.F. Sobirov¹, M.M. Safarov²

¹*Bokhtar State University Nosir Khusraw, Bokhtar, Tajikistan.*

²*Branch of Moscow State University. M. Lomonosov in Dushanbe, Tajikistan.*

Annotation. In this paper, approximation dependences are given that establish the interrelation between the specific heat capacity C_p , charge carrier concentration p and temperature T for the samples under study, which allow the calculation of the indicated values. As is well known, the widespread use of semiconductor substances in modern technology requires knowledge of their thermophysical and thermodynamic properties. Solving this problem experimentally is difficult because of the increasing number of objects of research, and therefore it is necessary to use theoretical calculation methods for predicting the thermodynamic, thermophysical properties of substances. To this end, the article first presents the results of an experimental and theoretical study of the behavior of the specific heat of a GeTe ferroelectric semiconductor with various carrier concentrations $[p \sim (1,8; 2,0; 3,3; 6,0) \cdot 10^{20} \text{cm}^{-3}]$ in the ferroelectric state in the temperature range from room temperature to the vicinity of the Curie point $T_c = 666\text{K}$, then to process and summarize experimental data on the heat capacity C_p of the semiconductor-ferroelectric of the sample under study, depending on temperature and concentration of charge carriers, on We used a certain ratio $[\frac{C_p}{C_p^*} = f \frac{T}{T_1}]$ - which will give empirical equations for calculating the specific heat capacity of germanium telluride in a ferroelectric state.

Keywords: ferroelectric, GeTe semiconductor, approximation dependence, differential scanning calorimeter (DSC), Curie temperature, ferroelectric phase, empirical equations, carrier concentration, specific heat capacity.

В настоящее время для изготовления полупроводниковых приборов применяется сравнительно большее количество как простых, так и достаточно сложных веществ. С этой целью используются многие полупроводниковые соединения с различными физико-химическими свойствами. Среди них - двойные, тройные и более сложные системы.

Установлено, что некоторые химические элементы (В, С, Si, Р, S, Ge, As, Se, Sn, Sb, Те, Ии др.) обладают четко выраженными полупроводниковыми свойствами. Не все из этих полупроводников играют одинаково важную и самостоятельную роль в технике, однако фактически все они в большей или меньшей степени используются или как полупроводниковые материалы, или компоненты сложных полупроводниковых соединений, идущих для изготовления всевозможных приборов.

-Германий (Ge). Этот элемент открыт К. Винклером в 1886 г. Германий относится к IV группе периодической системы. Его порядковый номер 32, атомный вес 72,6, плотность 5,33 г см³. Германий – весьма рассеянный элемент. Его содержание в земной коре составляет (2·10⁻⁴)%. Температура его плавления 958°C, температура кипения 2700°C. Атомы германия кристаллизуются в решетку типа алмаза и связаны друг с другом гомеополлярными силами. В 1 см³ монокристалла германия содержится 4,52·10²² атомов. Ширина запрещенной зоны ΔE = 0,78 эВ. С повышением температуры ΔE уменьшается.

Атом германий содержит 32 электрона. Электронная структура Ge : 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s²4p².

Германий идет на изготовление высококачественных кристаллических диодов и триодов, мощных выпрямителей, фотоэлементов, фотодиодов, обладающих большими КПД (коэффициент полезного действия) .

-Теллур (Te). Этот элемент открыт в 1782 г. Ф. И. Мюллером фон Рейхенштейном. Теллур относится к VI группе периодической системы. Его порядковый номер 52, атомный вес 127,61, плотность 6,2 г см³. Теллур и его соединения ядовиты. Его содержание в земной коре составляет (1·10⁻⁷)%. Температура его плавления 452°C, температура кипения 1390°C. Ширина запрещенной зоны ΔE = 0,35 эВ и увеличивается с температурой по закону ΔE = 0,35 + 1,9·10⁻⁴ T эВ, а с повышением температуры ΔE уменьшается. Соединяясь со многими металлами, он образует теллуриды. Атом теллура содержит 52 электрона. Электронная структура Te: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s²4p⁶4d¹⁰5s²5p⁴.

В полупроводниковой практике теллур самостоятельного значения не имеет, однако с его участием создаются чрезвычайно важные двойные и тройные соединения, обладающие высокими фото и термоэлектрическими свойствами.

Теллурид германия (GeTe) – представляет собой вырожденное полупроводниковое соединение p-типа с широкой областью гомогенности, смещенной в сторону теллура относительно стехиометрического состава (x=0,503÷0,515) и большой концентрацией носителей тока (p=0,4÷2,5·10²¹ см³), возникающей в результате отклонения состава соединения от стехиометрии [1-3]. Молекулярный вес 200,2 г., плотность 6,19 г см³. Температура его плавления 998K (725°C). Ширина запрещенной зоны ΔE = 0,1 эВ. Температура полиморфного перехода T_c ~ (630÷700)K, структура кристалла α, β, γ – фазы. Собственная (наблюдаемая) концентрация носителей тока p ~ 10¹⁸ см⁻³ (p ~ 10²¹ см⁻³).

Теллурид германия – сероватые кристаллы с металлическим блеском, не взаимодействует с водой, разлагается царской водкой* и смесью соляной кислоты с H₂O₂. Получают сплавлением Ge с Te (***Царская водка** (лат. *Aqua Regia, Aqua Regis*, A.R.) — смесь концентрированных азотной HNO₃ (65-68 % масс.) и соляной HCl (32-35% масс.) кислот, взятых в соотношении 1:3 по объёму (массовое соотношение, в пересчёте на чистые вещества, около 1:2). Название не имеет отношения к спиртным напиткам и происходит от устаревшего значения слова «водка» и уникальной способности смеси растворять золото)[4,5].

Широкое применение полупроводниковых веществ в современной технологии требует знания их теплофизических и термодинамических свойств. Решить эту проблему экспериментальным путем сложно из-за возрастающего количества объектов исследования, в связи с чем необходимо применение расчетно-теоретических методов прогноза термодинамических, теплофизических свойств веществ. Обобщенные зависимости и эмпирические уравнения состояния, разработанные для какой – либо группы веществ, малопригодны для широкого их применения к веществам за пределами этой группы. Трудности статистических теорий твёрдых тел быстро растут с увеличением сложности вещества (двойные, тройные и более сложные системы), что делает в настоящее время весьма затруднительным этот путь для прикладных расчетов свойств реальных многоатомных веществ или с добавкой наноструктурных частиц. Кроме того, полученные на их основе уравнения состояния страдают отсутствием универсальности, так как они отражают свойства конкретной физической модели вещества. В связи с этим возникает большой интерес к методам прогноза, основанным на едином подходе к описанию термодинамических и теплофизических свойств и использующим минимум исходной информации об исследуемом веществе. В данной работе приведены аппроксимационные зависимости, устанавливающие взаимосвязь C_p , p и T , позволяющие провести расчет указанных величин.

Исследование удельной теплоемкости полупроводников теллурида германия с различной концентрации носителей ($p \sim (1,8; 2,0; 3,3; 6,0) \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$) в широком интервале температур от комнатной до 800К проводилось с помощью дифференциального сканирующего калориметра (ДСК) динамическим методом. Все экспериментальные данные выполнены на базе специализированного управляющего вычислительного комплекса с использованием ЭВМ. Погрешность измерения теплоемкости не превышала (3-5)% [6-10].

По результатам эксперимента было установлено, что в исследованном интервале температур удельная теплоемкость C_{p1} , C_{p2} , C_{p3} и C_{p4} в пределах погрешности монотонно увеличивается с температурой, а вблизи точки $T_c (T \geq T_c)$ наблюдается аномальный (резкий) рост. Значения удельной теплоемкости $C_{p1}(p_1 = 1,8 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3})$, $C_{p2}(p_2 = 2,0 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3})$, $C_{p3}(p_3 = 3,3 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3})$ и $C_{p4}(p_4 = 6,0 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3})$ керамического теллурида германия с различной концентрацией носителей p_1 , p_2 , p_3 и p_4 для различных температур представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вычисленные значения теплоемкости C_{p1}, C_{p2}, C_{p3} и C_{p4} по формуле с экспериментальными значениями исследуемых образцов при различных концентрациях носителей и температурах

Т, К	$p_1=1,8 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$			$p_2=2,0 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$		
	$C_{p1\text{экс}},$ Дж/(кг·К)	$C_{p1\text{расч.}},$ Дж/(кг·К)	$\Delta, \%$	$C_{p2\text{экс.}},$ Дж/(кг·К)	$C_{p2\text{расч.}},$ Дж/(кг·К)	$\Delta, \%$
300	210,8	209	0,85	210,8	215,8	2,38
400	224,3	225,2	0,4	224,3	216,6	3,43
500	232,4	242,8	4,48	232,4	227,3	2,19
585	262,1	258,9	1,22	250	244,5	2,2
637	259,4	269,1	3,74	247,2	258,3	4,49
666	284,4	275	3,31	304,3	267,2	12,19
Т, К	$p_3=3,3 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$			$p_4=6,0 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$		
	$C_{p3\text{экс}},$ Дж/(кг·К)	$C_{p3\text{расч.}},$ Дж/(кг·К)	$\Delta, \%$	$C_{p4\text{экс.}},$ Дж/(кг·К)	$C_{p4\text{расч.}},$ Дж/(кг·К)	$\Delta, \%$
300	210,8	222,3	5,45	210,8	235,2	11,5
400	224,3	209	6,82	224,3	187	16,6
500	232,4	213,5	8,13	232,4	207,4	10,7
585	236	233,6	1,02	262,1	279,7	6,7
637	236	252,5	6,99	298	347,4	16,6
666	321,6	265,3	17,5	550	392,9	28,6

Для обработки и обобщения экспериментальных данных по теплоемкости C_p полупроводника-сегнетоэлектрика исследуемого образца в зависимости от температуры и концентрации носителей заряда, нами использовано следующее соотношение [11-13]:

$$\frac{C_p}{C_p^*} = f \frac{T}{T_1}, \quad (1)$$

где C_p и C_p^* - соответственно значение удельной теплоемкости при температурах $T = T_1$; $T_1 = 620, 12 \text{ К}$.

Выполнимости выражения (1) показана на рисунке 1. Как видно из рис. 1 соотношение (1) хорошо выполняется для исследуемых полупроводников системы $A^{IV}B^{VI} - \text{GeTe}$ различными концентрациями носителей заряда.

Кривая линии приведенные на рисунке 1 описывается выражением:

$$\frac{C_p}{C_p^*} = \left[A \frac{T}{T_1}^2 + B \frac{T}{T_1} + C \right], \quad (2)$$

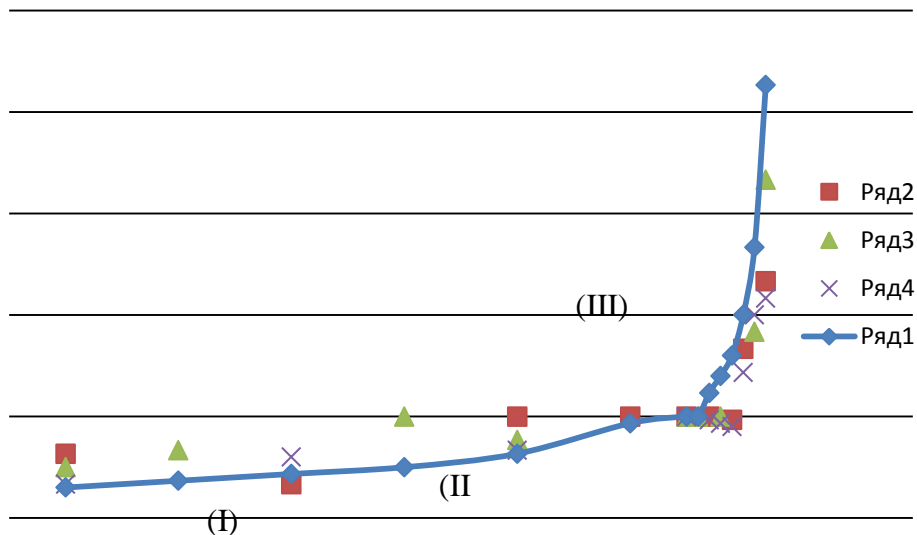


Рис. 1. Зависимость относительной удельной теплоемкости (C_p / C_p^*) от относительной температуры (T / T_1) для сегнетоэлектрика-полупроводника теллурида германия с различной концентрации носителей заряда: 1- $p=6,0 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$; 2- $p=3,3 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$; 3- $p=2 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$; 4- $p=1,8 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$:
I, II и III-участок

Как видно из график приведенный на рисунке 1 показало, что относительная теплоемкость C_p / C_p^* с ростом относительной температуры (T / T_1) имеет сложный характер. Данный график можно разделить на 3 участка. Первый участок относительная теплоемкость C_p / C_p^* к относительной температуре (T / T_1) меняется по параболическому закону, второй участок остаётся постоянным, а третий участок монотонно растёт.

Анализ значений C_p^* для исследуемых веществ показал, что они являются функцией концентрации носителей, т.е. $C_p^* = f(p)$ (рис. 2):

$$C_p^* = 6,0683 \cdot 10^{-34} p^2 - 4,4345 \cdot 10^{-16} p + 316,1373, \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \quad (3)$$

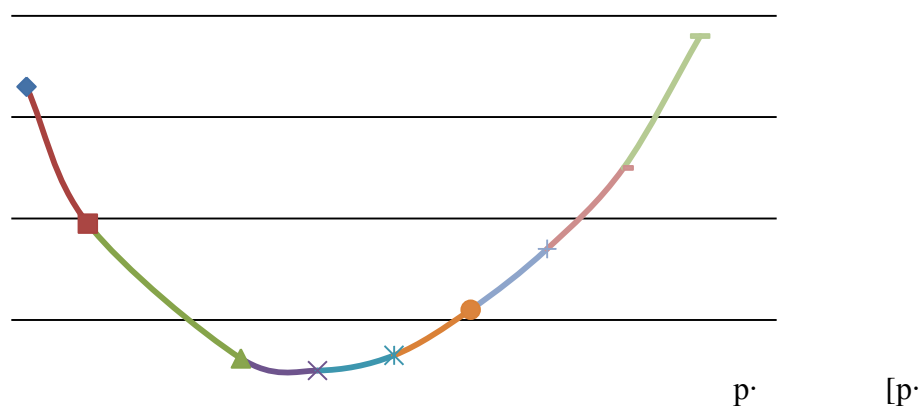


Рис. 2. Зависимость теплоемкости C_p^* сегнетоэлектрика-полупроводника теллурида германия от концентрации носителей заряда p

Из уравнений (1) с учетом уравнения (3) для расчета удельной теплоемкости исследуемых объектов в зависимости от температуры получим:

$$C_p = \left\{ \left[A \frac{T}{T_1}^2 + B \frac{T}{T_1} + C \right] \cdot (6,0683 \cdot 10^{-34} p^2 - 4,4345 \cdot 10^{-16} p + 316,1373) \right\}, \frac{Дж}{кг \cdot К} \quad (4)$$

С помощью уравнений (4) можно вычислить удельную теплоемкость C_p в зависимости от температуры T , при различных концентрации носителей p , для этого необходимо знать только значения концентрации носителей заряда и температуры.

В уравнениях (2) и (3) A , B и C являются коэффициентами эмпирического уравнения, значение которого представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значение коэффициентов A , B и C уравнений (2) и (3).

Кoeffициенты Участок	A	B	C
I	0,714	-0,66	0,948
II	-	-	1,0
III	621,87	-1279,3	658,1

Проверка уравнения (4) C_p показала, что они с погрешностью 3-7% описывают теплоемкость исследуемых объектов в интервале температур 300К ÷ 666К при различных концентрациях носителей. Нами по формуле C_p вычислены теплоемкость исследуемых объектов.

Список литературы

1. Абрикосов Н.Х. Физико-химическое исследование теллурида германия в области фазовых переходов./Н.Х. Абрикосов, О.Г. Карпинский, Л.Е. Шелимова, М.А. Коржуев//Изв. АН СССР. Неорг. материалы, 1977, т. 13, №12, с. 2160-2164.
2. Неменов Л.Л. Основы физики и техники полупроводников./Л.Л. Неменов, М.С. Соминский //Изд. «Наука», Ленинградское отделение. Л., 1974 г., - 393с.
3. Коржуев М.А. Теллурида германия и его физические свойства./М.А. Коржуев «Наука», М., 1986, -102 с.
4. Нашельский А.Я. Производство полупроводниковых материалов./А.Я. Нашельский. М., 1982 г.-394 с.
5. www.medpulse.ru/encyclopedia/4297-107.html
6. Собиров Дж.Ф. Влияние носителей на теплоемкость сегнетоэлектрика-полупроводника в окрестности фазового перехода./Джурабой Файзалиевич Собиров/Авт..... канд. дис. ЛГПИ им. А.И. Герцена, Ленинград, 1990 г. 12с.
7. Собиров Дж.Ф. Теплофизические и термодинамические свойства полупроводника GeTe в сегнетоэлектрическом состоянии./Дж.Ф. Собиров, М.М. Са-

фаров//Международная конференция «Фазовые переходы, критическое и нелинейное явление в конденс. среды ». Сборник трудов,6-9 сентября 2017. Махачкала-Россия 2017 г. С. 234-237

8. Собиров Дж.Ф. Термодинамические свойства полупроводника GeTe в сегнетофазном состоянии./Дж.Ф.Собиров,М.М. Сафаров //Учёные записки, серия естественные и экономические науки. ХГУ имени акад. Б. Гафурова. №2(41), Худжанд, 2017 г. С.83-93.

9. Собиров Дж.Ф. Удельная теплоемкость сегнетоэлектрика-полупроводника GeTe в зависимости от температуры при различных концентрациях носителей в сегнетоэлектрическом состоянии./Дж.Ф.Собиров,М.М. Сафаров//Материалы международной конференции «Актуальные проблемы современной физики», посвященной 80-летию памяти Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, доктора физико-математических наук, профессор Нарзиева Б.Н. Душанбе, 18 апреля 2018. С. 125-128

10. Собиров Дж. Ф.Удельная теплоемкость сегнетоэлектрика-полупроводника теллурида германия в зависимости от температуры при различных концентрациях носителей в сегнетофазном состоянии./Дж. Ф. Собиров// Политехнический вестник. Серия: инженерные исследования. Таджикский технический университет (ТТУ) имени академика М.С. Осими. Душанбе, соли 2018. №2(42), С. 31-35

11. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. /Дж. Тейлор //Пер. с англ. канд. физ.-мат. наук Л.Г. Деденко. – М.: Мир, 1985. –272с.

12. Kirk-OlmerEncyclopedie of Chemical Technology. 1 ed.,V.7. – 1951. – P.570; 2 ed.,V.11.–1966.– P.164. New York, London, Sydney, Toronto, Interscience Publishers.

13. Сафаров М.М. Теплофизические свойства простых эфиров и водных раст-воров гидразина в зависимости от температуры и давления. /МахмадалиМахмадиевич Сафаров // Дис. д-ра техн. наук. –Душанбе, 1993. –495 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ЦЕНТРА ОКРУЖНОСТИ, ДВИЖУЩЕЙСЯ ВДОЛЬ ПЛОСКОЙ КРИВОЙ

Е.А. Сухорукова

Научный руководитель: Р.М. Нигматулин

Южно-уральский государственный гуманитарно-педагогический университет

Аннотация. Рассматриваются формулы построения эквидистанты для кривых, заданных в прямоугольной декартовой и полярной системах координатах, и для кривых, заданных параметрическими уравнениями. Исследуется непрерывное движение окружности вдоль кривой и описывается траектория её центра при этом движении. Для особого случая, когда окружность движется вдоль графика непрерывной функции, не дифференцируемой в некоторых точках, но имеющей односторонние производные в них, описывается способ дополнения эквидистанты до непрерывной траектории центра этой окружности.

Ключевые слова: движение вдоль кривой, траектория центра окружности, эквидистанта.

INVESTIGATING THE TRAJECTORY OF THE CENTER OF THE CIRCLE, MOVING ALONG THE PLANE CURVE

E.A. Sukhorukova

Scientific adviser: R.M. Nigmatulin

South Ural State Humanitarian Pedagogical University

Annotation. We consider formulas for constructing equidistant curve for curves defined in rectangular cartesian and polar coordinate systems, and for curves defined by parametric equations. The continuous motion of a circle along a curve is investigated and the trajectory of its center at this motion is described. For a special case when the circle moves along the chart of the continuous function which are not differentiated in some points, but having unilateral derivatives in them, the way of addition equidistant curve up to a continuous trajectory of the center of this circle is described.

Keywords: *motion along a plane curve, trajectory of the center of the circle, equidistant curve.*

Введение и постановка задачи

Задачи о движении фигур вдоль плоских линий изучаются в разделе математики, который называется кинематическая геометрия. Здесь рассматриваются вопросы о движении геометрических фигур, не принимая во внимание время и силы [1, 2]. Этот раздел применяется в различных прикладных задачах и в технических проблемах, связанных с необходимостью построения или нахождения линии или траектории движения, все точки которой расположены на одном и том же расстоянии от другой линии. Часто в этих задачах рассматривается эквидистанта – линия, равноудалённая от данной плоской кривой. Эквидистанта используется для нахождения траектории движения твердого тела на двух колесах по плоской кривой и нахождения траектории движения центров этих колес, (например, при моделировании движения транспортных средств по неровной дороге) [4, 7]. В различных отраслях техники широко распространены планетарные роторные гидромашины, синтез которых включает нахождение центроид солнечного и эпициклического колес как эквидистант к соответствующим центровым траекториям [6]. Также в механике решается задача построения эквидистанты для контура, представляющего собой кусочно-линейную замкнутую линию. Эта задача встречается и в описании картины течения металла, одним из способов решения которой является «эквидистантная теория» [5, 8].

Однако в этих задачах не рассматривается вопрос о движении окружности вдоль графика непрерывной функции, не дифференцируемой в некоторых точках. Нашей целью является исследование траектории движения центра окружности, движущейся вдоль такой кривой. В статье движение окружности вдоль кривой понимается так же, как в кинематической геометрии [1, 3].

В этом случае для нахождения траектории центра движущейся окружности недостаточно знать только эквидистанту, так как она не будет непрерывной линией, из-за разрывов производной. Однако, очевидно, что центр движущейся окружности будет описывать непрерывную линию. В статье решается задача исследования такой линии.

Основные результаты

Пусть кривая задана уравнением $y = f(x)$ и вдоль неё движется окружность радиуса r . Пусть x_0, y_0 – координаты точки касания окружности и кривой. Тогда, как известно [1, 3], центр окружности x_c, y_c будет иметь следующие координаты:

$$x_c = x_0 - \frac{f'(x_0) \cdot r}{1 + (f'(x_0))^2},$$

$$y_c = y_0 + \frac{r}{1 + (f'(x_0))^2}.$$

В случае если кривая задана параметрическими уравнениями:

$$\begin{aligned} x &= x(t), \\ y &= y(t), \end{aligned} \quad \alpha \leq t \leq \beta$$

уравнения эквидистанты имеют вид:

$$x_c = x(t) \pm \frac{y'_t \cdot r}{(x'_t)^2 + (y'_t)^2},$$

$$y_c = y(t) \pm \frac{x'_t \cdot r}{(x'_t)^2 + (y'_t)^2}.$$

Знаки «плюс» и «минус» в уравнениях должны быть согласованы для получения эквидистанты с определенной стороны от исходной линии [1, 3].

Если кривая задана в полярной системе координат $\rho = f(\varphi)$, $\alpha \leq \varphi \leq \beta$, то, используя формулы перехода $x = \rho \cdot \cos \varphi$, $y = \rho \cdot \sin \varphi$, получим следующие уравнения эквидистанты:

$$x_c = x(\varphi) - \frac{f'_\varphi \cdot \sin \varphi + f_\varphi \cdot \cos \varphi}{f_\varphi'^2 + f_\varphi^2},$$

$$y_c = y(\varphi) + \frac{f'_\varphi \cdot \cos \varphi - f_\varphi \cdot \sin \varphi}{(f'_\varphi)^2 + f_\varphi^2}.$$

Тогда для функции $y = f(x)$, переходя к параметрическим уравнениям $x = t$, $y = f(t)$, где $\alpha \leq t \leq \beta$, получим уравнения эквидистанты вида:

$$x_t = t - \frac{f'(t) \cdot r}{1 + (f'(t))^2},$$

$$y_t = f(t) + \frac{r}{1 + (f'(t))^2}.$$

Рассмотрим случай, когда окружность при движении вдоль графика непрерывной на отрезке $a; b$ функции $y = f(x)$, проходит точку x_0 , в которой функция не дифференцируема, но имеет односторонние различные производные:

$$\lim_{x \rightarrow x_0 - 0} f' x = k_1, \quad \lim_{x \rightarrow x_0 + 0} f' x = k_2$$

В этом случае, очевидно, эквидистанта не является непрерывной линией. Однако мы рассматриваем непрерывное движение окружности вдоль кривой, следовательно, траектория центра окружности-непрерывная линия. Возникает вопрос: какую траекторию описывает центр окружности при переходе через x_0 ?

Очевидно, что центр движущейся окружности будет находиться на расстоянии r от точки (x_0, y_0) , в то время как сама окружность будет менять свое положение. Эта ситуация напоминает переезд колеса через «острую кочку». Следовательно, центр движущейся окружности описывает дугу окружности с таким же радиусом r и центром в точке x_0, y_0 . Чтобы найти эту дугу, нужно найти угол между векторами односторонних нормалей к графику функции $y = f x$ в точке x_0, y_0 (см. рис. 1).

Не теряя общности, рассмотрим случай $r = 1$. В общем виде единичный вектор нормали равен:

$$n_0 = \frac{-f'(x)}{1 + (f'(x))^2}; \frac{1}{1 + (f'(x))^2}$$

Тогда для заданной функции $y = f x$ координаты векторов нормалей будут иметь вид:

$$n_1 = \frac{-k_1}{1 + k_1^2}; \frac{1}{1 + k_1^2}, \quad n_2 = \frac{-k_2}{1 + k_2^2}; \frac{1}{1 + k_2^2}$$

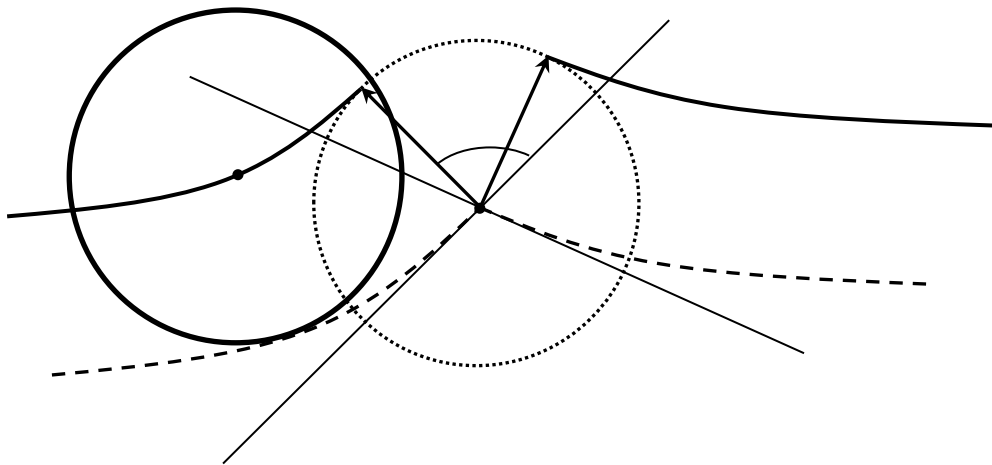


Рис. 1. Построение траектории (пунктирная окружность) движущейся окружности (сплошная линия) вдоль графика функции $y = f x$ (пунктирная линия) при переходе через точку разрыва производной x_0, y_0

Пример. Построить траекторию центра движущейся окружности с $r = 1$ вдоль графика функции

$$f(x) = -\operatorname{arccctg} \frac{8}{x^3 - x^3 - x},$$

где $-5 \leq x \leq 0,5$.

Функция $f(x)$ в точках $x = -1$ (принадлежит $D(f)$) и $x = 0$ (точка устранимого разрыва, для непрерывности дополним функцию $f(x)$ в этой точке $f(0) = 0$) не является дифференцируемой. Следовательно, эквидистанта не будет непрерывной линией. Найдём правосторонние и левосторонние пределы функции в этих точках:

$$\lim_{x \rightarrow -1-0} f'(x) = \frac{8}{65}, \quad \lim_{x \rightarrow -1+0} f'(x) = \frac{8}{13}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0-} f'(x) = -\frac{1}{8}, \quad \lim_{x \rightarrow 0+} f'(x) = \frac{1}{8}$$

Уравнения нормалей в точке $x = -1$:

$$y_1 = -\frac{65}{8} \cdot x + 1 - \operatorname{arccctg} 8, \quad y_2 = -\frac{13}{8} \cdot x + 1 - \operatorname{arccctg} 8.$$

Уравнения нормалей в точке $x = 0$:

$$y_3 = -8x, \quad y_4 = 8x.$$

Векторы нормалей соответственно будут иметь следующие координаты:

$$n_1 = AC = \left(\frac{-8}{4289}; \frac{65}{4289} \right), \quad n_2 = AB = \left(\frac{-8}{233}; \frac{13}{233} \right),$$

$$n_3 = OD = \left(\frac{1}{65}; \frac{8}{65} \right), \quad n_4 = OE = \left(\frac{-1}{65}; \frac{8}{65} \right).$$

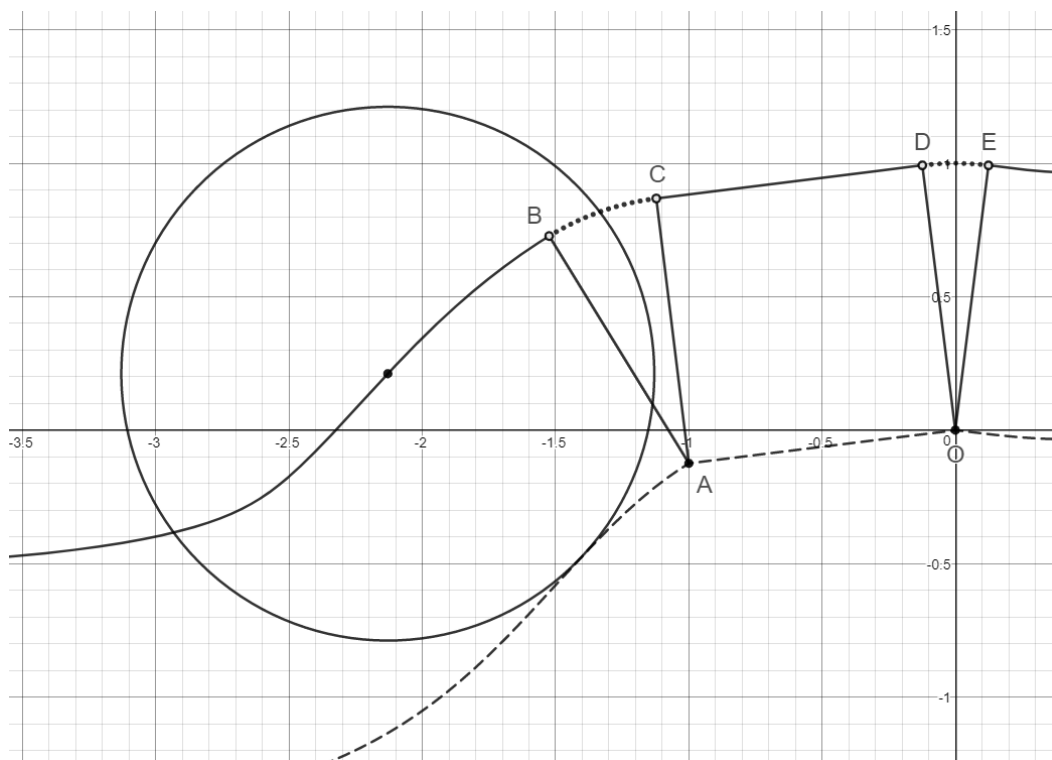


Рис. 2. Построение в графическом калькуляторе DESMOS траектории центра движущейся окружности из примера

Теперь необходимо найти угол между нормальями, для этого применим формулу: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{k_2 - k_1}{1 + k_1 \cdot k_2}$, где k_1, k_2 – угловые коэффициенты.

Тогда $\text{tg}(AC \wedge AB) = \frac{52}{853}$. Аналогично находим $\text{tg}(OD \wedge OE) = \frac{16}{63}$. Углы соответственно будут равны: $\alpha = \text{arctg} \frac{52}{853}$, $\beta = \text{arctg} \frac{16}{63}$

Эти углы показывают, какие сектора окружностей расположены между векторами нормалей, то есть мы нашли дуги BC , DE (см. рис. 2).

Траектория центра окружности, движущейся вдоль графика функции $f(x) = -\text{arctg} \frac{8}{x^3 - x^3 - x}$, где $-5 \leq x \leq 0,5$, изображена на рис.2.

Таким образом, в статье получен способ построения траектории центра окружности, движущейся вдоль заданной кривой с точками разрыва производной.

Список литературы

1. Millard F. Beatty, Jr. Principles of engineering mechanics. Volume 1. Kinematics – The Geometry of Motion. New York. Springer Science+Business Media, LLC. – 1986. – 396 p.
2. Верховод В.П. Кинематическая геометрия и синтез прямолинейно-направляющих механизмов в системе GeoGebra // Теория Механизмов и Машин. – 2013. – №2. – Том 11. – С. 100-111.
3. Житомирский О.К., Львовский В.Д., Милинский В.И. Задачи по высшей геометрии. Часть I. – М.: Главная редакция общетехнической литературы. – 1935. – 306 С.
4. Журавлев Ю.Н., Шерстюков М.С. Сравнение кулачка с наружной и внутренней эквидистантой с позиции прочности контактного взаимодействия с роликом четырехзвенного преобразователя движения // Вестник Псковского государственного университета. Сер. Экономические и технические науки. – 2012. – № 1. – С. 141-147.
5. Исследование картины течения металла при осадке / Л.И. Тищук, К.Н. Соломонов, И.П. Мазур, М. Кнапински, Н.И. Федоринин // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2017. – Т. 15. – №3. – С. 37-44.
6. Курасов Д.А. Геометрический синтез планетарной роторной гидромашины, содержащей круглые и некруглые центральные колёса // Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20. – №2. – С. 37-40.
7. Русских С.В. Движение твердого тела на двух колесах по плоской кривой // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. – №2. – С. 52-57.
8. Соломонов К.Н., Федоринин Н.И., Тищук Л.И. Методика построения линии раздела течения металла для кусочно-линейного контура // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2016. – №1(6). – С. 68-73.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТЬ И ВЯЗКОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АЭРОЗИНА И ДИМЕТИЛГИДРАЗИНА

М.Т. Тургунбаев¹, М.М. Сафаров², Х.Х. Ойматова¹, Махмадали Курбонали¹,
З.К. Хусейнов¹, Ш.Р. Сафаров¹, Ш.Н. Зардаков¹

¹*Бохтарский государственный университет им. Н. Хусрава,
Бохтар, -Таджикистан*

²*Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Душанбе, Таджикистан*

Аннотация. Описаны сведения о теплофизических свойствах (теплопроводность и температуропроводность) и вязкостных характеристиках водных растворов весьма важны для познания и развития представлений о жидком состоянии веществ, а также составлена уравнений состояния необходимы данные по теплофизическим и вязкостным свойствам исследуемых растворов.

Ключевые слова: *теплопроводность, температуропроводность, вязкость, аэрозин и диметилгидразин.*

EFFECT OF TEMPERATURE AND PRESSURE ON HEAT CONDUCTIVITY, TEMPERATURE CONDUCTIVITY AND VISCOSITY OF AQUARINE AND DIMETHYL HYDRAZINE AQUEOUS SOLUTIONS

М.Т. Turgunbaev¹, М.М. Safarov², Kh.H. Oymatova¹, Makhmadali Kurbonali¹,
Z.K. Huseynov¹, Sh.R. Safarov¹, Sh.N. Zardakov¹

¹*Bokhtar State University. N.Husrava, Bokhtar, -Tajikistan.*

²*Branch of Moscow State University M.V. Lomonosov in Dushanbe, Tajikistan*

Annotation. Information on the thermophysical properties (thermal conductivity and thermal diffusivity) and viscosity characteristics of aqueous solutions is very important for understanding and developing ideas about the liquid state of substances, and data on the thermophysical and viscosity properties of the studied solutions are compiled and equations of state are made.

Keywords: *thermal conductivity, thermal diffusivity, viscosity, aerosin and dimethylhydrazine.*

Для совершенствования и оптимизации технологических процессов необходимы научно-обоснованные инженерные расчеты, которые нуждаются в информации о теплофизических свойствах рабочих веществ в широкой области параметров состояния. Использование справочных данных о теплофизических свойствах веществ в инженерных расчетах приводит к существенному снижению точности получаемых результатов.

В связи с этим, дальнейшее уточнение теплофизических и вязкостных характеристик рабочих веществ, представляет собой значительный резерв совершенствования технологического процесса.

Достоверность данных о свойствах веществ и материалов влияет, прежде всего, на качество выпускаемой продукции например, ракетных топлив. «Уровень исследований, качество выпускаемой продукции во всех отраслях народного хозяйства все в большей степени определяется достоверностью данных,

характеризующих свойства наиболее важных для науки и промышленности материалов, веществ» [1].

Водные растворы широко применяются в современной технике в качестве рабочих тел, теплоносителей в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, при разработке процессов разделения и селективной очистки, в тепло- и хладотехнике, в процессах химического синтеза, при получении высокооктановых топлив и т.д.

Сведения о теплофизических свойствах (теплопроводность и температуропроводность) и вязкостных характеристиках водных растворов весьма важны для познания и развития представлений о жидком состоянии веществ. Они необходимы для выяснения механизма межмолекулярных взаимодействий и моделей структуры растворов, процессов образования и разрушения молекулярных комплексов. С их помощью можно решить проблемы смешиваемости и растворимости, выяснить изменение степени ассоциации компонентов при смешивании и др.

В последние годы появился ряд новых технологических процессов, протекающих при высоких температурах и давлениях. Вместе с тем, это послужило основанием для совершенствования и интенсификации ранее существующих процессов, применяемых в химической, нефтехимической, топливной и других видах промышленности с крупнотоннажным производством. Однако, современное состояние исследования их теплофизических свойств нельзя считать удовлетворительным. Одним из важных теплофизических и вязкостных свойств растворов являются теплопроводность и температуропроводность, которые необходимы для теплового расчета процессов и аппаратов, входят в критериальные уравнения теплообмена и отражают особенности теплофизических процессов. Как видно из изложенного, исследование термодинамических, калорических (теплопроводность и температуропроводность) свойств водных растворов азрозина имеют большое практическое значение. Теоретические оценки величины теплопроводности и температуропроводности растворов не могут быть сделаны даже приближенно. Современное состояние теории жидкостей, газов и растворов отражено в работах [2].

Актуальность работы заключается в том, что для расчета тепло- и массообмена в различных процессах, а также составления уравнений состояния необходимы данные по теплофизическим и вязкостным свойствам исследуемых растворов

Аэрозин ($50\text{N}_2\text{H}_4 + 50(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$) широко используется в различных областях промышленности: в производстве порофоров и полимеров, для защиты от коррозии, в качестве топлива для реактивных двигателей и ракет, в электрохимических генераторах и др. [3-4]. Смесь 50 % гидразина, 50% 1,1-диметилгидразина (так называемый Аэрозин-50) применяется в качестве высокоэффективного топлива для ракет типа «Титан-II» [3]. Водные растворы азрозина и диметилгидразина применяются для каталитического разложения в газогенераторах с целью получения рабочего тела с температурой до 700°C (азот, водород, аммиак и водяной пар), используемого теплоносителем вторичного

контура турбины замкнутого типа (работающей по циклу Ренкина). Несмотря на широкую область применения водных растворов аэрозина и диметилгидразина их теплофизические и вязкостные свойства исследованы недостаточно.

Учитывая вышеизложенное, нами исследована тепло- и температуропроводность, вязкость некоторых гидразинзамещенных водных растворов (аэрозина и диметилгидразина) при различных температурах и давлениях.

В работе посвящена исследованию (теплопроводности, температуропроводности и вязкости) водных растворов аэрозина и диметилгидразина (10,20,30, ... , 90 % мол.) в интервале температур (293-553) К и давлений (0,101-49,01) МПа.

Целью работы является получение данных на базе экспериментальных исследований по теплопроводности, динамической вязкости и водных растворов аэрозина и диметилгидразина в указанном выше интервале температур и давлений.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Усовершенствование экспериментальной установки для измерения теплопроводности и температуропроводности растворов при различных значениях параметров состояния.

2. Установление зависимости теплофизических и вязкостных свойств водных растворов аэрозина и диметилгидразина от температуры, давления, молярной массы и молярной концентрации воды.

3. Получение аппроксимационной зависимости, устанавливающей взаимосвязь теплопроводности, температуропроводности и динамической вязкости с температурой, давлением и особенностями структуры исследуемых объектов.

4. Изучение процесса теплопереноса в водных растворах аэрозина и диметилгидразина (ракетных топлив)

Практическая значимость работы:

1. Составлены подробные таблицы ТФС (теплопроводности, плотности и температуропроводности) технически важных веществ (ракетных топлив - водных растворов аэрозина и диметилгидразина) в интервале температур (293 - 553) К и давлений (0,101- 49,01) МПа, которые могут быть использованы проектными организациями в различных технологических процессах.

2. Результаты проведенных исследований по теплопроводности, температуропроводности и вязкости водных растворов аэрозина и диметилгидразина внедрены на Душанбинской ТЭЦ при расчетах технологических процессов, а экспериментальные данные используются для инженерных расчетов как справочные.

3. Усовершенствованные экспериментальные установки могут быть использованы для определения теплофизических свойств и динамической вязкости технологических материалов в различных лабораториях.

Список литературы

1. Гиршфельдер Д. Молекулярная теория газов и жидкостей /Д. Гиршфельдер, И. Кертисс, Р. Берд//– М. ИЛ, 1961. - 930 с.
2. Сафаров М.М. Экспериментальное исследование теплопроводности гидра-зина при высоких параметрах состояния / М.М.Сафаров, М.А. Зарипова // Изме-рительная техника. 1993. - №4. - С.48 - 49.
3. Тургунбаев М.Т. Влияние температуры и давления на изменение тепло-проводности водных растворов / М.А. Зарипова, Т.Р. Тиллоева, М.Т. Тур-гунбаев, М.М. Сафаров // Материалы областной научно-теоретич. конф., по-священной дню науки. Год просвещения и технической культуры.20 апреля 2010. - Курган-Тюбе, 2010. - С. 190-192.
4. Фишер И.З. Современное состояние теории жидкостей // Уравнение со-стоя-ния газов и жидкостей/И.З.Фишер// –М. Наука,1975.-102 с.

**СЕКЦИЯ 8. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ
В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Председатель секции: кандидат экономических наук, и.о. заведующего
кафедрой «Экономика и управление» Ремизов Денис Валерьевич**

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ТОРГОВЛЕ**

У.А. Абдуллаев
ККО АН РУз

Аннотация. В статье излагается структура программного обеспечения и изучаются особенности применения информационной системы в производстве и торговле.

Ключевые слова: информация, система, модуль, программа.

**SOME FEATURES OF THE INFORMATION SYSTEM APPLICATION IN
PRODUCTION AND TRADE**

W.A. Abdullaev
KCO AN RUz

Abstract. The article describes the structure of the software and examines the features of the application of the information system in production and trade.

Keywords: information, system, module, program.

Использование современных информационных систем для управления предприятиями, занимающимися производством и торговлей, имеет большие значения в условиях рыночных отношений. В соответствии с целевыми задачами и принципами управления разрабатываемая информационная система должна обеспечивать [1-2]:

- сбор, ведение и обновления данных о предприятиях с целью определения рейтинга каждого предприятия для оценки их возможностей по выполнению договоров;

- мониторинг данных по сертификации и лицензированию предприятий для принятия решений о возможности заключения договоров с данным предприятием по проектированию и производству продукции;

- формирование законодательно-правовой и методической базы для развития средств автоматизации управления разработкой и производством качественных продукции;

- ведение данных о перспективных исследованиях за рубежом и проводимых отечественных разработках с целью формирования наиболее оптимальных целевых программ развития отечественной продукции базы и достижению мирового уровня;

- проведение электронных торгов и статистическую обработку данных о маркетинговых исследованиях и продажах изделий.

Анализ отечественных опытов и данных задач позволил определить структуру программных средств управления торговых предприятиями (рисунок 1).

Опыт построения данных систем на передовых предприятиях промышленно-развитых стран показывает, что базовая часть должна состоять из следующих модулей: монитора, интерфейса, база данных.

В рисунке изображено программное обеспечение информационной системы, которые состоит из двух дополнительных модулей и четырёх подсистем.

Модуль монитор описывается как один системный администратор. В качестве основной функции это - передача данных для управления подразделениями подсистем.

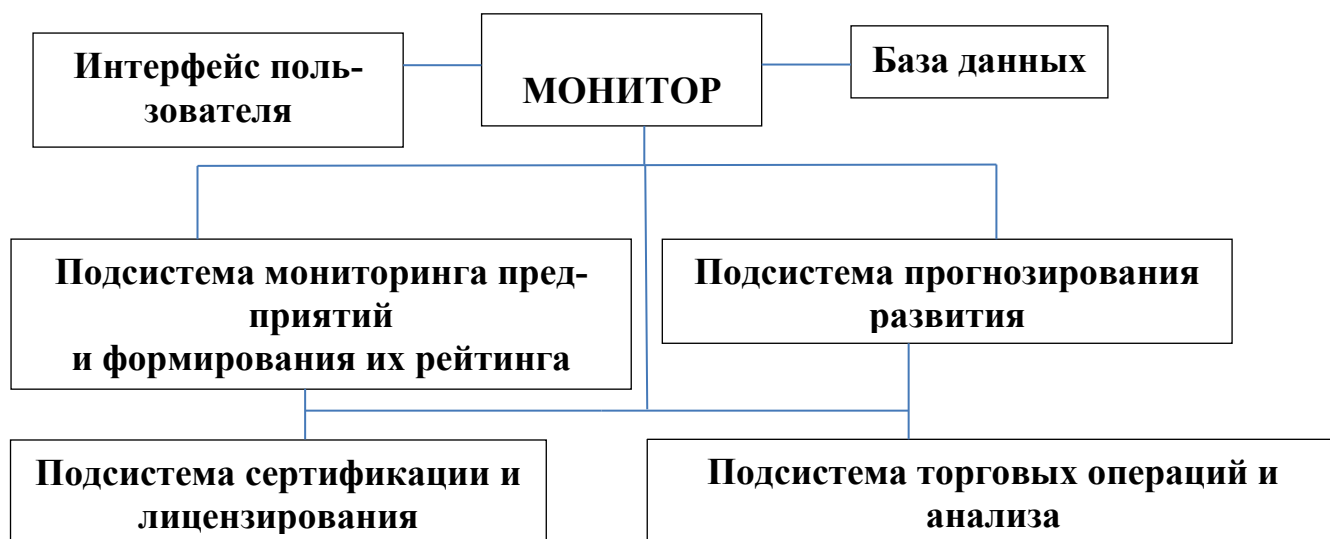


Рис.1. Структура программного обеспечения ИС предприятиями

Модуль интерфейс описывается как используемые для обработки данных, редактирования пользовательских данных, поиска нужной информации (пользователя) и обновления данных.

Модуль база данных ведение информации о предприятии, хранение данных и предоставление информации.

Созданная информационная система может использоваться для определения производительности предприятия, качества и перспектив потребительских продуктов [3]. Определение рейтинга всех предприятий, работающих в Республике Узбекистан, является одним из актуальных вопросов сегодняшнего управления оптимизацией управленческих решений и применением информационной системы в решении этих вопросов.

В докладе будет изложено основные характеристики информационной системы.

Список литературы

1. Абдуллаев У.А. Моделирование и автоматизация производственных процесс. Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясида ахборот – коммуникация технологиялари қўллашнинг ҳозирги замон масалалари. Республика илмий-техника жуман. Нукус, ТАТУ-2015 й.3-қисм. 318 б.

2. Абдуллаев У.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013614358 Программа для регистрации торгового предприятия и анализа соответствующих данных.- заявка №2013612367 опубл. 29.04.2013

3. Abdullaev U.A. Modeling of the development of trade-based enterprise application software package Maple. // 1st International Scientific Conference, European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches, Stuttgart, Germany December 17-19, 2012; pages 139-142.

НОВАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЦИИ СТАНДАРТА ШЕСТЬ СИГМА И СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ISO 9000 В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТАМИ 13053 И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ОПЕРАТИВНОСТИ

И.Р. Антибас, А.Г. Дьяченко, Т.П. Савостина

Донской государственный технический университет

Аннотация. Изложенный в статье материал, посвящён новой методологии интеграции стандарта Шесть Сигма и стандарта менеджмента качества ISO 9000, которая позволяет интенсифицировать процессы управления качеством на различных промышленных предприятиях и компаниях с учётом пожеланий заказчиков. В процессе интеграции двух систем были сохранены основные компоненты систем управления качеством, но введено новое распределение по структуре системы, в которой определение административной ответственности было осуществлено в соответствии с проектами Шесть Сигма и которое, как ожидается, будет реализовано на практике. Причём компаниям предлагается вносить изменения в её административную структуру, но не рекомендуется распределять задачи администратора. Все изменения должны происходить только в соответствии с требованиями применяемой методики.

Ключевые слова: методология интеграции, система качества, менеджмент.

A NEW METHODOLOGY FOR THE INTEGRATION OF STANDARD SIX SIGMA AND QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ISO 9000 IN ACCORDANCE WITH THE STANDARDS 13053 AND WAYS TO IMPROVE ITS EFFICIENCY

I.R. Antibas, A.G. Dyachenko, T.P. Savostina

Don state technical University

Abstract. The material presented in the article is devoted to the new methodology of integration of six Sigma standard and ISO 9000 quality management standard, which allows to intensify the quality management processes in various industrial enterprises and companies, taking into account the wishes of customers. In the process of integrating the two systems, the main components of the quality management systems were retained, but a new distribution was introduced in the structure of the system, in which the definition of administrative responsibility was carried out in accordance with six Sigma projects and is expected to be implemented in practice. Moreover, companies are encouraged to make changes to its administrative structure, but it is not recommended to allocate administrator tasks. All changes should occur only in accordance with the requirements of the methodology used.

Keywords: integration methodology, quality system, management.

Определение системы менеджмента качества ISO 9000:

Система менеджмента качества **ISO 9000** определяется как серия международных стандартов, определяющие минимальные действия, которые компания должна сделать для достижения контроля качества и системы управления качеством ISO 9000 являющаяся основой [1], включающая в себя структурные методы, процессы документирования и распределения ответственности.

Необходимо подчеркнуть важные моменты: наиболее распространенная серия как ISO 9000 не является специальными спецификациями продукции [2]. Это набор спецификаций, который обеспечивает требования и указания, необходимые для создания систем управления качеством, предназначенных для предоставления продуктов или соответствия определенным требованиям и услуг для оценки этих систем, то есть система управления качеством компании является та, которая может обеспечить соответствие этим спецификациям, но не продукцию, которую они предлагают [3].

Определение системы менеджмента качества Шесть Сигма:

Шесть Сигма - это систематический и организационный способ для решения проблемы стратегического развития системы и разработки новых продуктов и услуг [4]. На основе статистических и научных методов позволяет добиться значительного сокращения известных недостатков, полученных от клиентов и улучшения ключевых выходных переменных [5]. Шесть Сигма была впервые разработана и внедрена на Motorola в 1986 году для улучшения производства и получения 99.99966% безупречной продукции.

Определение стандарта ISO 13053: впервые стандарт Шесть Сигма был опубликован Международной организации по стандартизации ISO в 2011 году под названием ISO 13053: 2011 Пути повышения количества операций Шесть Сигма [6], которая состоит из двух частей:

- первая часть использует стандарт **DMAIC**, который описан пятью этапами методологии: понятийной, измерительной, анализа, разработки и контроля. Он рекомендует пути по улучшению роли дисциплины и подготовки людей, связанных с процессами проекта.

- вторая часть использует набор стандартных инструментов и методов, описанные в брошюрах, и которые будут использоваться на каждом этапе методологии DMAIC.

Цель поиска:

Найти методологию интеграции Шесть Сигма с ISO 19001 в соответствии со спецификацией ISO 13053 для повышения процесса их непрерывного совершенствования.

Имеются определенные уровни совершенствования в компаниях таких, как показаны на рисунке 1.

Уровень 1: там нет описания какого-либо процесса в организации.

Уровень 2: повторной активации только требований клиента, на который был сформулирован ответ по клиентскому запросу.

Уровень 3: определяются все операции учреждения.

Уровень 4: все операции удалось записать с показателями уровня 3.

Уровень 5: могут быть использованы примеры процессов с применением показателей.

Основываясь на принципе совершенствования и уровня зрелости ранее представленной организацией ISO, для улучшения уровня наших учебных программ в компании ISO 9001 с помощью Шести Сигма, представим данный процесс следующим образом (рис. 1):

Как учреждение, которое имеет в третьем уровне сертификацию в соответствии с уровнями зрелости этих ISO 9001 и все операции, где знания и управление остается перенести на более высокие уровни, предлагаемой методологией мы стремимся подвести компанию к этому уровню.



Рис. 1. Предлагаемый план для повышения развития компании

Что касается общей системы качества в компании, то на том основании, что компания имеет систему управления качеством ISO 9001, новая система качества была построена на основе модели процесса, которая объясняла спецификации для ISO 9001: 2008 так, как эта система, что показана на рисунке 2.



Рис. 2. Система качества ISO 9001: 2008

Эта система охватывает все требования стандарта ISO 9001, но не отображает подробный уровень операций.

Изменения, которые будут происходить в компании в системе качества при использовании Шесть Сигма и ISO 9001, получившие сертификацию в соответствии с предложенной методикой, будут выглядеть так, как показано на рисунке 3.

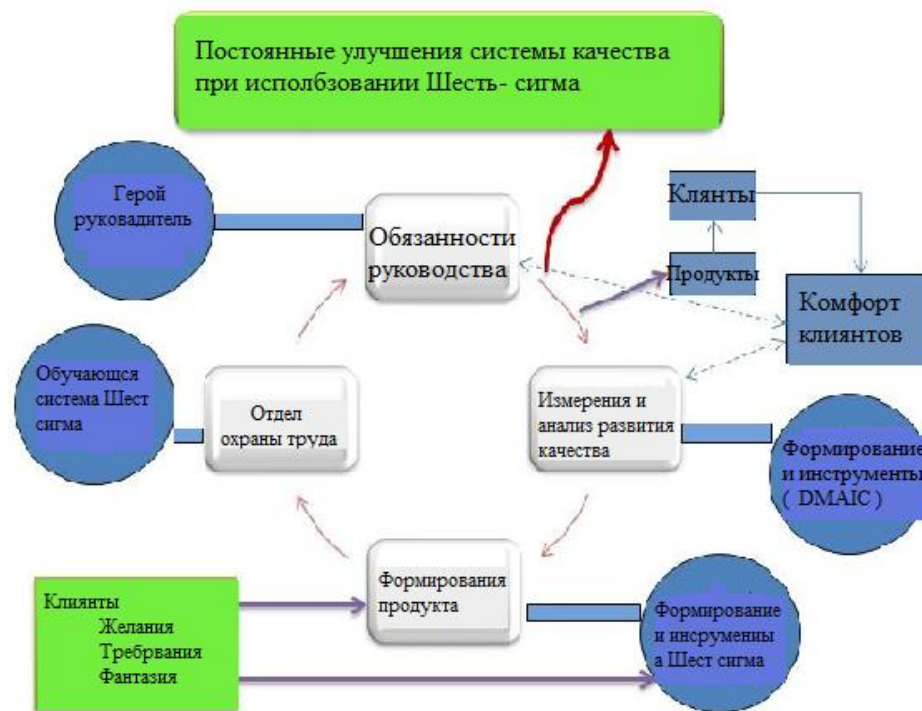


Рис. 3. Предлагаемый план для системы управления качеством

В предлагаемой методике мы сохранили основные компоненты системы управления качеством, но ввели новое распределение по структуре системы, в которой определение административной ответственности в соответствии с проектами Шесть Сигма, как ожидается, будет реализовано в компании и здесь не предлагается изменения её административной структуры, но мы рекомендуем, чтобы распределение задач администратора в проектах Шесть Сигма находилось в соответствии с требованиями применяемой методики, что в свою очередь, облегчает процесс реализации проекта без функционального вмешательства или злоупотреблений при распределении задач по благополучной удовлетворенности клиентов, являющаяся непосредственной обязанностью администрации, которая также несёт бремя по реализации фантазий клиентов или созданию условий для их достижения.

Что касается людских ресурсов, утверждённая учебная система, выполненная в соответствии с Шесть Сигма, будет основным ориентиром в процессе обучения, при этом компании следует ожидать, чтобы подвигнуть участие их сотрудников в осуществлении проекта для его надлежащего обеспечения человеческими ресурсами для решения, возложенных на них задач.

Что касается клиента, то мы сосредоточили здесь всё внимание на клиенте в качестве ключевого голоса, влияющего на этот процесс в качестве их желаний, требований, и даже фантазий, которые являются главным фактором при определении входов в систему, это происходит ещё на стадии формирования продукта, определения и использования его инструментов, представляющий собой первый шаг методологии Шесть СигмаDMAIC.

Что касается измерения, анализа и улучшения, то они входят в другие четыре уровня и используются для достижения требований к измерениям, анализу и оптимизации, в которых клиент играет ключевую роль, так как удовлетворение его потребностей является конечной целью.

Список литературы

1. International organization for standardization, The ISO Survey of Management System Standard Certifications – 2012.
2. International organization for standardization, 2005 .ISO 9000: 2005, basic concepts and language.
3. International Trade Center, 2011. Export Quality Management: A guide for small and medium sized exporters, second edition.
4. Linderman et.al (2003, p. 195) prestigious journal of Operational management
5. Антибас И.А. Влияние фонетических различий русского и арабского языков на обучение чтению рки арабских студентов /Евразийское Научное Объединение. 2016. Т. 1. № 2 (14). С. 65-66.
6. Антибас И.Р., Антибас И.А. Сравнение экзаменационной системы в университетах сирии и россии /В сборнике: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ "ИТНО-2016" Сборник научных трудов международной научно-методической конференции. Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования "Донской государственный технический университет"; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства". 2016. С. 420-425.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ И СТЕПЕНЬ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

О.В. Асканова

Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. Решение накопившихся проблем в отрасли сельскохозяйственного машиностроения невозможно без стратегического государственного целеполагания, поэтому в статье акцентируется внимание на данном аспекте. Несмотря на то, что сегодня в отношении отрасли принята Стратегия её развития, зафиксировавшая основные целевые индикаторы, сам факт наличия отраслевого стратегического документа, не способен автоматически обеспечить эффективное развитие отечественного сельхозмашиностроения. Проведённое авто-

ром обобщение данных о фактически сложившихся значениях некоторых стратегических индикаторов позволило оценить степень их достижения. Результатом стал вывод автора о невыполнении заявленных Стратегией развития отрасли задач, что ставит вопрос об обоснованности и непротиворечивости вновь провозглашённых стратегических целевых индикаторов и снижает доверие к ним.

Ключевые слова: *сельхозмашиностроение, стратегия, развитие отрасли, индикаторы, экспорт, оснащённость техникой, объём производства, средняя зарплата.*

В настоящее время отечественные предприятия сельскохозяйственного машиностроения и отрасль в целом переживают серьёзные системные проблемы, среди которых структурные диспропорции, высокая степень износа основных фондов, нарастающее технологическое отставание, недостаточное кадровое обеспечение и финансово-экономические возможности и др. Учитывая, что степень развития сельскохозяйственного машиностроения определяет важнейшие удельные показатели государства, уровень его экологической и продовольственной безопасности, роль государственного целеполагания применительно к данной отрасли серьёзно возрастает.

На сегодняшний момент признание на уровне государства существующих в отрасли проблем и необходимости её комплексного целенаправленного развития выразилось в принятии в июне 2017 года Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения РФ на период до 2030 г. (далее Стратегия-2030) [1] (утверждена распоряжением Правительства РФ от 07.06.2017 г., №1455-р.), задачами которой провозглашены:

- обеспечение равных конкурентных условий с зарубежными производителями сельскохозяйственной техники;
- создание благоприятных условий для развития экспорта сельскохозяйственных машин, обеспечивающих стабильный рост экспортных поставок;
- стимулирование роста инвестиций в проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и разработка новых видов конкурентоспособных сельскохозяйственных машин;
- совершенствование системы подготовки инженерных кадров для сельскохозяйственного машиностроения;
- стимулирование развития производства компонентов для сельскохозяйственных машин [1, с. 22-23].

Сам факт наличия отраслевого стратегического документа, безусловно, является позитивным, поскольку он задаёт ориентиры развития машиностроителям. Вместе с тем, обоснованность, непротиворечивость этих ориентиров и, что немаловажно, доверие к ним со стороны бизнес-сообщества во многом определяет эффективность реализации стратегии.

В этой связи следует отметить, что до недавнего времени в отношении сельскохозяйственного машиностроения действовал другой стратегический документ – Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2020 года (далее Стратегия-2020), утвержденная приказом Минпромторга РФ от 22 декабря 2011 г. [2], принятие которого во многом связыва-

ют с завершением в 2011 году переговоров по вступлению России в ВТО, что, по оценкам многих экспертов, делало положение отечественного сельхозмашиностроения наиболее уязвимым на фоне других промышленных отраслей с точки зрения ожидаемого полномасштабного открытия российского рынка [3].

Как следует из даты утверждения Стратегии-2030, она было принята до истечения срока реализации действующей Стратегии-2020. Необходимость этого шага обусловлена изменениями, связанными с принятием в 2014 году Федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (№172-ФЗ от 28.06.2014 г.), закрепившего статус отраслевых стратегических документов. При этом принятые до дня вступления в силу №172-ФЗ документы стратегического планирования подлежали постепенному приведению в соответствие с новым ФЗ в срок до 01.01.2019 г.

На наш взгляд, определённое суждение об обоснованности, непротиворечивости и реалистичности целевых индикаторов, заложенных в новый стратегический документ, позволит вынести оценка промежуточных результатов Стратегии-2020, для мониторинга реализации которой предусматривалось 18 индикаторов, имеющих количественную оценку с 2009 по 2020 год включительно. Мониторинг должен был осуществляться ежегодно Минпромторгом РФ с привлечением на конкурсной основе научных и экспертных организаций. К сожалению, какой-либо информации, содержащей официальные выводы и предложения по результатам ежегодного мониторинга реализации Стратегии-2020, открытые источники не содержат. Поэтому автором на основе обобщения данных о фактически сложившихся значениях некоторых стратегических индикаторов в 2016 (2015) году проведена оценка степени их достижения.

Первым индикатором для мониторинга реализации Стратегии-2020 являлась доля отечественной техники в совокупном объёме продаж сельскохозяйственных тракторов (включая продукцию сборочных производств), которая в 2016 году должна была превысить 37% (рисунок 1). Фактически же доля отечественных тракторов для сельскохозяйственных работ и лесного хозяйства в общих продажах в этот период не дотянула до 33% [4], что на 12% ниже целевого стратегического ориентира.

Более благоприятная ситуация наблюдается в отечественном комбайностроении. Так, Стратегией-2020 в качестве второго индикатора предусматривалась доля отечественной техники в совокупном объёме продаж зерно- и кормоуборочных комбайнов (включая продукцию сборочных производств), которая в 2016 году должна была составлять 56,6% (рисунок 1). Фактические данные о доли отечественных кормоуборочных комбайнов на российском рынке отсутствует, однако продажи на российском рынке зерноуборочных комбайнов представлены в основном отечественной техникой, доля которой в 2016 году составляла 96,6% [4].

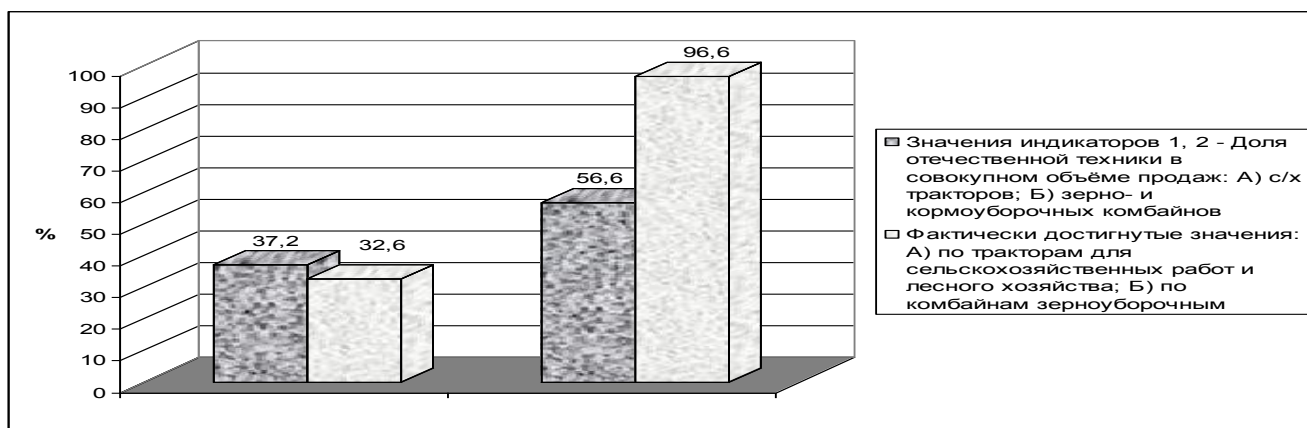


Рис. 1. Достижение индикаторов №1 и №2 для 2016 года [2; 4]

Что касается предусмотренных в Стратегии-2020 целевых индикаторов по объемам производства основных видов сельскохозяйственной техники (индикаторы №8 и №10), то они не достигнуты как в отношении тракторов, так и комбайнов (рисунок 2).

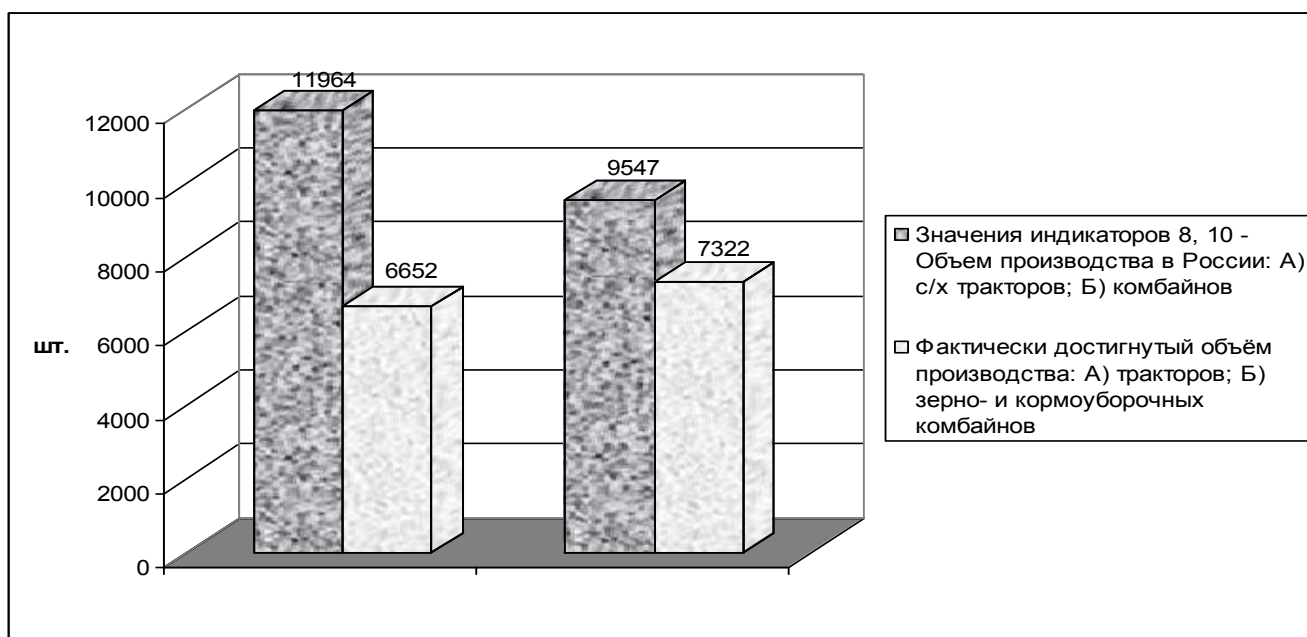


Рис. 2. Достижение индикаторов №8 и №10 для 2016 года [2; 4]

Фактическое производство тракторов в России в 2016 году на 44% отставало от заложенного для данного года в Стратегии-2020 целевого ориентира, для комбайнов невыполнение стратегического индикатора составило 23%. При этом динамика показателей производства продукции сельхозмашиностроения в последние годы является довольно неустойчивой. Стоит отметить, что по таким важнейшим видам техники, как тракторы и зерноуборочные комбайны в современной России производится лишь несколько процентов от объема выпуска РСФСР (даже не всего СССР) [5, с. 4].

Не удалось в период действия Стратегии-2020 выйти и на целевой уровень объёма продаж сельскохозяйственной техники в России (индикатор №6). В 2015 году на отечественном рынке было реализовано сельхозтехники на 93 млрд. руб. [6] при предусмотренном уровне в 124 млрд. руб. Отмеченное выше даёт основания говорить о невыполнении заявленной в Стратегии-2020 задачи по поддержке спроса на все виды сельскохозяйственной техники.

Потенциал развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения определяется как внутренними потребностями АПК в сельхозтехнике, так и мировым рынком, поэтому Стратегией-2020 ставилась задача создания «в России благоприятных финансовых и организационных условий для развития экспорта сельскохозяйственной техники». В этой связи ожидалось, что экспорт к 2016 году возрастет до 59 млрд. руб. (индикатор №5), а соотношение объёма экспортных поставок и внутреннего рынка сельхозтехники достигнет в этот период 39,5% (индикатор №4) [2]. Поскольку новым стратегическим документом развития отрасли (Стратегией-2030) также предусмотрена подобная задача [1], то оценка её выполнения в предшествующие периоды представляется крайне важной. Однако именно в отношении этих двух индикаторов имеет место наиболее существенное отставание от ожидаемых результатов. Так, объём экспорта в 2016 году удалось довести лишь до 7,7 млрд. руб. [7], что более чем в 7 раз ниже целевого ориентира. Соотношение «экспорт/внутренний рынок» сложилось на уровне почти в 4 раза ниже ожидаемого Стратегией-2020, составив только 10% [7]. При этом, как показано в работе [8], в последние годы объёмы экспорта по основным видам сельскохозяйственной техники (тракторам и зерноуборочным комбайнам) были весьма нестабильны. В стоимостном выражении экспорт тракторов для сельского и лесного хозяйства достиг своего максимума в 2013 году – 25,1 млн. долл., значительно просев в последующие периоды даже на фоне существенного ослабления рубля. Для зерноуборочных комбайнов наиболее удачным с точки зрения экспорта был 2015 год – именно тогда поставки этого вида сельхозтехники за рубеж (без учёта стран Таможенного Союза) составили наибольшую величину в стоимостном выражении. В структуре экспорта важнейших видов сельхозтехники наибольшую долю занимают поставки в страны Таможенного Союза, что является свидетельством довольно низкой степени географической диверсификации экспорта [там же].

Признавая, что проблемы сельхозмашиностроения являются серьезным барьером для развития сельского хозяйства, разработчики Стратегии-2020 предусмотрели в качестве ожидаемых результатов от её реализации повышение оснащённости аграрного комплекса основными видами сельхозтехники (индикаторы №13 и №14). Однако невыполнение стратегических индикаторов по производству и продажам сельскохозяйственной техники в России не позволило достичь желаемых темпов обновления её парка (индикаторы №15 и №16) и, как следствие, добиться намеченных результатов по обеспеченности сельского хозяйства необходимыми машинами (рисунок 3).

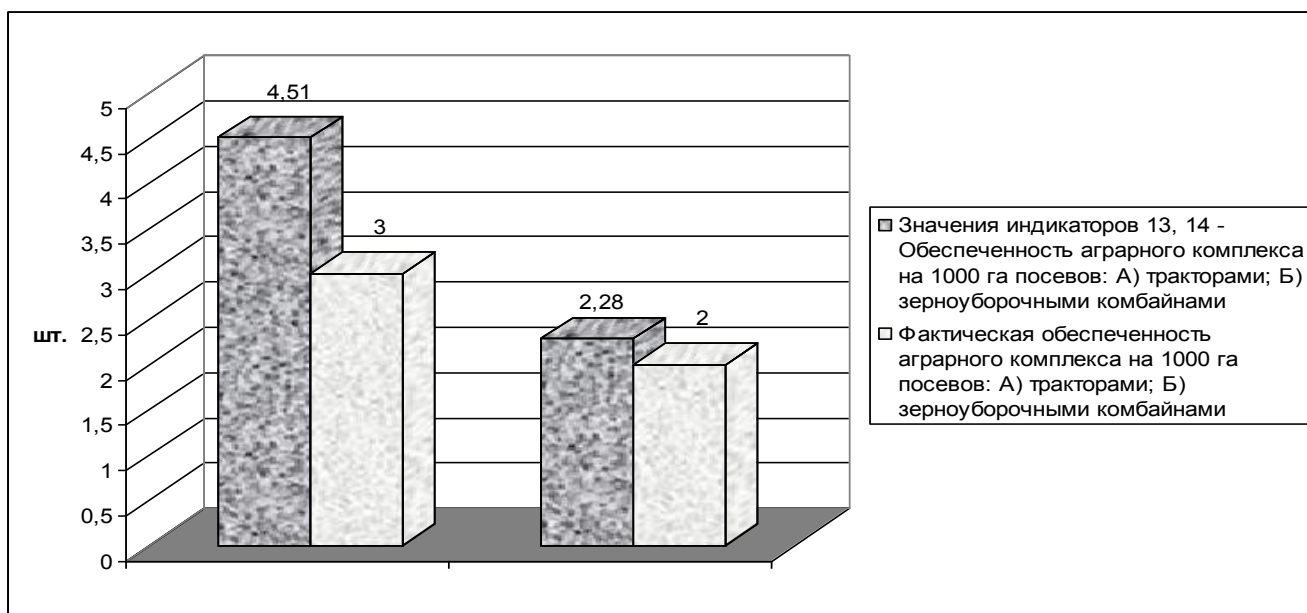


Рис. 3. Достижение индикаторов №13 и №14 для 2016 года [2; 9]

Стоит отметить, что даже крайне низкие в сравнении с другими странами показатели оснащённости техникой, обозначенные в Стратегии-2020 на уровне 4,51 по тракторам и 2,28 по комбайнам для 2016 года, остались всего лишь «благими пожеланиями». На сегодняшний день обеспеченность сельского хозяйства России техникой находится на критическом уровне. Так, по сравнению с приходящимися на 1000 гектаров пашни тремя тракторами в России, в схожей с ней по почвенно-климатическим условиям, урожайности и контурности полей Канаде на 1000 га посевов приходится 16 тракторов.

В качестве последнего целевого ориентира Стратегии-2020 разработчиками установлен постоянный, начиная с 2011 года, рост средней заработной платы в отрасли, которая в 2016 году должна была составлять 36735 руб./мес. (индикатор №18). Согласно официальным статистическим данным среднемесячная заработная плата в промышленности по виду деятельности «Производство машин и оборудования», к которому относится и сельхозмашиностроение, в 2016 году составляла 35269 руб. [9]. При этом в соответствии с проведённым Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» исследованием [6], среднемесячная номинальная начисленная заработная плата по производству машин и оборудования для сельского и лесного хозяйства отстаёт от аналогичного показателя по виду деятельности «Производство машин и оборудования» (в 2015 году соотношение составляло 73,6%). Следовательно, можно говорить также о невыполнении намеченных целей и по данному показателю.

Таким образом, сопоставление достигнутых результатов с ожидаемыми по большинству предусмотренных Стратегией-2020 индикаторов не даёт оснований утверждать о решении намеченных задач, которое предусматривалось за счёт мер государственной поддержки развития сельскохозяйственного машиностроения, направленных в первую очередь на стимулирование спроса на все

виды сельхозтехники. Как отмечено в [6], «практически все, упомянутые в рассматриваемом документе меры, сводилась к формулировке «подготовка предложений». Аналогично и с вопросом финансирования, определение размеров которого было перенесено на будущий период. Таким образом, принятая Стратегия в большой мере носила декларативный характер, подразумевая как минимум до 2012 года лишь методологическую работу по выработке мер поддержки». Поэтому можно констатировать, что Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2020 года представляла собой скорее «политический», нежели прикладной «экономический» документ, призванный продемонстрировать «радужные» перспективы развития отрасли, плохо согласованные с её реальными возможностями.

При такой степени выполнения предшествующих стратегических документов уверенность в достижении вновь провозглашённых стратегических целевых индикаторов крайне мала. Надежды же на кардинальные изменения в связи с вступлением в силу Федерального закона №172-ФЗ, которые позволят сместить аспект с разработки стратегий на их продуктивную реализацию, пока мало оправданы [8]. Харченко К.В. в этой связи указывает на заложенный в ФЗ системный недостаток: законодатель пошел по пути обобщения существующей практики, а не предложения принципиально новой системы правоотношений. По мнению данного автора, «Федеральный закон № 172-ФЗ ничего не меняет в процедурах стратегического планирования, и именно поэтому говорить о координации его субъектов и интеграции отдельных направлений деятельности сегодня преждевременно» [10, с. 13].

В заключение стоит отметить, что развитие отечественного сельхозмашиностроения возможно только в результате комплексного подхода к осуществлению финансовых и нефинансовых мер государственной поддержки, гармонично встроенных в единую систему стратегического планирования страны и согласованных с бюджетным процессом.

Список литературы

1. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения РФ на период до 2030 г., утверждённая распоряжением Правительства РФ от 07.06.2017 г., №1455-р.
2. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2020 года, утверждённая Приказом Минпромторга России от 22.12.2011 г., №1810.
3. Машиностроение: тенденции и прогнозы. Итоги 2011 года // Аналитический бюллетень. – 2012. – № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/b_mach5.pdf (дата обращения: 16.10.2017).
4. Российский рынок сельхозтехники в 2016 году // Агроинфо. [Электронный ресурс]. URL: // <https://agroinfo.com/2303201704-rossijskij-rynok-selhoztekhniki-v-2016-godu/> (дата обращения: 17.10.2017).
5. Асканова О.В. Отечественное сельхозмашиностроение: поддерживать или отдать в распоряжение «невидимой руки» рынка? // Конкурентоспособ-

ность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. –2017 – №6(ч.1). – С. 3-9.

6. Бутов А.М. Рынок сельскохозяйственных машин // Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики [Электронный ресурс]. URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2016/12/29/1114670197/>.pdf (дата обращения: 20.03.2017).

7. Стратегия развития экспорта в отрасли сельскохозяйственного машиностроения на период до 2025 года, утверждённая распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.08.2017 г., №1876-р.

8. Асканова О.В. Возможности развития отечественного сельхозмашиностроения за счёт реализации экспортного потенциала отрасли // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: материалы седьмой всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Рубцовск, 2017. – С.557-569.

9. Россия в цифрах - 2017. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b17_11/Main.htm (дата обращения: 17.10.2017).

10. Харченко К.В. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации»: проблемные вопросы и направления совершенствования // Стратегия управления. – 2015. – №10. – С. 11-19.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ПЛАНА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Т.А. Буркова

Курганский государственный университет

Аннотация. Данная статья посвящена теме «Особенности разработки и внедрения плана повышения квалификации персонала на машиностроительном предприятии». Исследуется роль профессионального стандарта в системе квалификаций. Приведен перечень мероприятий, которые необходимо осуществить в процессе внедрения профстандарта. Рассмотрены особенности разработки плана повышения квалификации.

Ключевые слова: *профстандарт, предприятие, повышение квалификации, персонал, обучение.*

FEATURES OF THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE PLAN OF STAFF DEVELOPMENT AT AN ENGINEERING COMPANY

T.A. Burkova

Kurgan state University

Abstract. This article is devoted to the theme " Features of the development and implementation of the plan of staff development in the machine-building enterprise." The role of professional standard in the system of qualifications is investigated. The list of actions which need to be carried out in the course of implementation of the professional standard is given. Features of development of the plan of professional development are considered.

Keywords: professional standard, enterprise, professional development, personnel, training.

Проблема обучения персонала предприятий в настоящее время приобретает для России особое значение. Это связано с тем, что работа в условиях рыночных отношений предъявляет новые требования к уровню квалификации персонала, знаниям и навыкам работников. Требуются новые подходы к решению современных задач, специалисты новых профессий, новые организационные формы деятельности работников.

Повышение квалификации на предприятии - непрерывный процесс, который может заключаться как в новых концепциях, так и в стандартных подходах.

В системе квалификаций профессиональный стандарт представляет собой многофункциональный нормативный документ, устанавливающий в рамках конкретного вида профессиональной деятельности требования к знаниям, умениям, компетенциям, опыту, системе социальных ценностей, личным качествам работника, необходимых для выполнения конкретной производственной функции [1].

Комплекс мероприятий по внедрению профстандартов на машиностроительном предприятии включает следующие:

1. Издание приказа о создании комиссии по внедрению профстандартов в деятельность предприятия.
2. Проведение заседания комиссии и составление плана-графика внедрения.
3. Определение трудовых функций работников и применение в соответствии с ними нужных профстандартов.
4. Переименование должностей в соответствии с текстами профстандартов.
5. Внесение изменений в должностные инструкции.
6. Изменение системы оплаты труда.
7. Проведение мероприятий по переподготовке и подготовке служащих.
8. Проведение аттестации сотрудников.
9. Проведение иных организационно-штатных мероприятий, связанных с внедрением профстандартов.

Профессиональное развитие персонала помогает работодателю сформировать тип сотрудника, полностью отвечающего потребностям компании. Составление планов повышения квалификации — обязательный процесс сферы кадрового управления. Этот документ позволяет своевременно решать текущие задачи и обеспечивать будущие потребности компании. Долгосрочное планирование обучения специалистов способно сделать предприятие более устойчивым к внешним переменам и повысить его конкурентоспособность [2].

Обучение персонала подразумевает постоянное развитие профессиональных знаний и навыков сотрудников. При этом учитываются как цели развития определенных структурных подразделений, так и общая стратегия компании.

Форма обучающих мероприятий и способ их организации зависит от конкретных целей, а также обуславливается временными и финансовыми ресурсами организации. Повышение квалификации — это один из видов профессионального обучения.

Обучающие мероприятия требуют тщательного планирования. Для их организации компании приходится задействовать значительные временные и финансовые ресурсы. Чтобы минимизировать риски, необходимо не только точно определить потребности в обучении, но и составить четкий план подготовки и повышения квалификации работающих в коллективе специалистов.

Такое планирование считается долгосрочным и учитывает не только текущие, но и будущие потребности предприятия. Кроме того, значимыми факторами могут оказаться имеющийся кадровый потенциал и наличие финансовых ресурсов. Анализ потребностей проводится с помощью регулярного кадрового аудита. Для этого используются такие методики, как тестирование, анкетирование, опросы, собеседования и наблюдения.

Систематический подход к анализу позволяет подготовить развернутые описания и подробные рекомендации для отдельных специалистов. На базе результатов исследования потребностей составляется программа повышения квалификации с индивидуальным планом.

Цель такого подхода — выявить несоответствие реального и желаемого квалификационного уровня персонала.

Чтобы составленный план был эффективным, а не оставался на уровне формальности, работодателю необходимо:

- собрать оперативную и достоверную информацию об основных потребностях;
- проверить, возможно ли выделение материальных и временных ресурсов в данный момент;
- позволить подчиненным принимать участие в составлении плана;
- обеспечить индивидуальный подход к составлению личных программ;
- включить вопросы данной проблематики в долгосрочные производственные планы.

Если все вышеперечисленные условия соблюдены, можно приступать непосредственно к разработке плана подготовки и повышения квалификации работников. Для этого процесса также существуют определенные рекомендации. Вот основные принципы, которых следует придерживаться:

- образовательная программа должна соответствовать не только стратегии компании, но и потребностям сотрудников;
- приоритетным направлением всегда считается подготовка и повышение квалификации на рабочих местах, а также формирование практических навыков;
- выбор формы обучения определяется мнением работников;
- ответственность за организацию обучающих мероприятий несут менеджеры среднего звена;

— руководство компании отвечает за распространение передового опыта, если руководитель выполняет роль преподавателя.

После того как потребности профессионального развития определены, необходимо провести еще один подготовительный этап: сформировать бюджет. Обучающая программа может потребовать крупных финансовых затрат, вне зависимости от выбранной методики. Если образовательные мероприятия проводятся без отрыва от работы, то расходы, безусловно, сокращаются. Однако не всех специалистов можно обучать на рабочем месте. Именно поэтому для работодателя так важно определить допустимый уровень затрат, т.е. такой, при котором вложения будут оправданы.

На следующем этапе работы необходимо точно определить цели повышения квалификации и критерии его эффективности. Их можно выявить, основываясь на результатах анализа потребностей.

Основное требование к целям:

- измеримость,
- конкретность,
- реальность,
- ориентированность на получение знаний,
- практическое применение полученных навыков [3].

План по подготовке и повышению квалификации персонала охватывает определенный период обучения: краткосрочный (не более 72 часов); среднесрочный (тематическое обучение, от 72 до 100 часов); длительный (превышает 100 часов).

К обязательным официальным документам, которые оформляются при направлении сотрудника на профессиональную подготовку, относятся:

План подготовки, переподготовки и повышения квалификации работников, содержащий сведения о причинах и целях направления на обучение, а также данные работника;

Приказ руководителя предприятия о направлении на повышение квалификации, содержащий обоснование производственной необходимости дополнительного образования. В качестве обоснования могут быть указаны: модернизация или расширение производства, внедрение нового оборудования, освоение новых технологий.

Договор на оказание образовательных услуг, который заключается между работодателем и образовательным учреждением. В договоре необходимо определить программу обучения, его форму (очная, заочная или очно-заочная), сроки прохождения образовательной программы, наименование выдаваемого по ее окончании документа;

Приложения к договору: учебная программа и ксерокопия лицензии организации-исполнителя на ведение образовательной деятельности;

Дополнительный договор с работником, определяющий его обязанности после завершения программы;

Акт об оказанных услугах, составленный образовательным учреждением. В документе фиксируют наименование программы, период обучения и его стоимость [4].

Таким образом, обучение и повышение квалификации персонала в настоящее время должны носить непрерывный характер и проводиться в течение всей трудовой деятельности работника. Руководство предприятия должно рассматривать затраты на подготовку персонала как инвестиции в основной капитал, которые позволяют наиболее эффективно использовать новейшие технологии. Успешное выполнение этих функций сильно зависит от уровня квалификации и профессиональной компетентности сотрудников предприятия. Одним из методов, позволяющим изменять и улучшать уровень квалификации и профессиональной компетентности сотрудников, является система профессионального обучения персонала.

Само собой разумеется, что такая система должна быть прекрасно организована, оснащена на высоком техническом уровне и являться частью цельной стратегии компании [4].

Планирование роста квалификации кадров позволяет использовать собственные резервы рабочей силы при одновременно более высокой степени успеха, чем это смогли бы обеспечить поиски новых кадров; с другой - дает отдельному работнику оптимальный шанс для самореализации.

Залог успеха любого современного предприятия - постоянное совершенствование и развитие навыков персонала.

Список литературы

1. Веснин, В.Р. Менеджмент: учебник. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Проспект, 2012. 363с.
2. Виханский, О.С. Менеджмент: учебник. - 5-е изд., стереотип. - М.: Магистр; ИНФРА-М, 2011. 254с.
3. Олейникова, О.Н. Профессиональные стандарты: принципы формирования, назначения и структура: Методическое пособие / О.Н. Олейникова, А.А. Муравьева. – М.: Издательство АНО Центр ИРПО, 2011. 100 с.
4. Олейникова, О.Н. Профессиональные стандарты как основа формирования рамки квалификаций / О.Н. Олейникова. – М.: ИНФА-М, 2009. 236 с.
5. Привезенцев, М.В. Профессиональные стандарты как основа подготовка конкурентоспособных работников / М.В. Привезенцев. – М.: АНО Центр ИРПО, 2011. 100 с.

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Д.Ю. Винокурова

Научный руководитель: Н.Г. Пудовкина – к.т.н., доцент кафедры «Информационный и электронный сервис», ПВГУС

Поволжский государственный университет сервиса

Аннотация. Научно-технический прогресс, признанный во всем мире в качестве важнейшего фактора экономического развития, все чаще и в западной, и в отечественной лите-

ратуре связывается с понятием инновационного процесса. Это, как справедливо отметил американский экономист Джеймс Брайт, единственный в своем роде процесс, объединяющий науку, технику, экономику, предпринимательство и управление. Он состоит в получении новшества и простирается от зарождения идеи до ее коммерческой реализации, охватывая таким образом весь комплекс отношений: производства, обмена, потребления [1, с. 25].

Ключевые слова: *инновационная деятельность, инновация, передовые технологии, инновационная система, научно-технический потенциал.*

MANAGEMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY

D. Yu. Vinokurova

Supervisor: N.D. Pudovkina - Ph. D., associate Professor
of "Information and electronic servis", PVGUS

Volga region state University of service

Abstract. Scientific and technological progress, recognized worldwide as the most important factor of economic development, is increasingly associated with the concept of innovation process both in Western and Russian literature. This, as the American economist James bright rightly pointed out, is a one-of-a-kind process that brings together science, technology, Economics, entrepreneurship, and governance. It consists in obtaining innovation and extends from the origin of the idea to its commercial implementation, thus covering the whole complex of relations: production, exchange, consumption.

Keywords: *innovative activity, innovation, advanced technologies, innovative system, scientific and technical potential.*

В современных условиях успешная деятельность предприятий невозможна без инноваций. Они становятся решающим фактором успеха для частных компаний, государственных программ развития и восстановления народного хозяйства. Развитая во всех направлениях (производство, организационная структура, научно-технический и технологический потенциал) организация сможет не только занять крепкие позиции на выбранном сегменте рынка, но и производить, реализовывать конкурентоспособную продукцию высокого качества [2, с. 13].

Главный фактор инновационной деятельности предприятия заключается в том, что все существующее стареет. Поэтому необходимо систематически отбрасывать все, что изношено, устарело, стало тормозом на пути прогресса, а также ошибок, провалов, просчетов. Для этой цели, компании необходимо периодические сертификации продукции, технологий, рабочих мест, анализ рынка и каналов сбыта. Это не просто диагностика производственно-хозяйственной деятельности предприятия, его продукции, рынков и т. д., на ее основе руководители должны первыми подумать о том, как сделать свою продукцию (и услуги) новее и не ждать, пока конкуренты сделают это быстрее. В свою очередь, это будет побуждать предприятия к инновациям. Практика показывает: ничто так не заставляет руководителя сосредоточиться на инновационной идее, как осознание того, что продукт в ближайшем будущем будет устаревать. Для улучшения технического состояния производства и деятельности предприятия необходимо проанализировать резервы. Основной задачей анализа инноваци-

онной деятельности является вычисление критерия инновационной деятельности, то есть экономических показателей (групп показателей), значение которого позволяет принимать решение о привлекательности данного новшества для компании и, при необходимости, сравнить альтернативные варианты инноваций. Для примера возьмём расчет показателей интенсификации по предприятию за 2 года.

Темп роста продукции составил 147.776%. численность персонала изменилась на -7.742%. производительность труда увеличилась на 60.176% за счет изменения продукции. Оборачиваемость оборотных средств увеличилась почти на 82.506%. Экономия в работниках составила 210.547 чел. ($286 - 310 * 1.602$). На каждый процент прироста продукции потребовалось уменьшать численность работающих на -16.205% на потребление материальных ресурсов это увеличение составило 56.633%, основные производственные средства используются почти равномерно, а оборотные средства используются в основном за счет интенсивных факторов. Эти данные свидетельствуют о том, что использование трудовых ресурсов преимущественно интенсивное.

Комплексная оценка осуществляется на основе анализа динамики показателей общей ресурсоотдачи: $N:S=N:(M+U+A)$.

Таблица 1

Расчёт показателей интенсификации по предприятию

Показатели	План	Факт	Темп роста
1. Продукция, руб.	35627	52648	147,7
2. а) промышленно-производственный персонал, чел.	310	286	92,25
б) оплата труда с начислениями	9489	11520	121,4
3. Материальные затраты, руб.	3829	4865	127,05
4. а) основные производственные средства, руб.	905	1020	112,7
б) амортизация, руб.	113.45	172.58	152,12
5. Оборотные средства, руб.	3689	2987	80,9
6. а) производительность труда (п.1: п.2а), руб.	114,92	184,08	160,1
б) продукция на 1 руб. оплаты труда (п.1: п.2б), руб.	3,75	4,57	121,66
7. Материалоотдача (п.1: п.3), руб.	9,3	10,82	116,25
8. а) Фондоотдача (п.1: п.4а)	39,36	51,61	131,05
б) амортизациеотдача (п.1: п.4б)	314	305	97
9. Оборачиваемость оборотных средств (п.1: п.5), кол-во оборотов	9,65	17,62	182,57

Вначале определяются общие затраты по всем ресурсам как сумма материальных затрат, оплаты труда и амортизации.

План: $S=9489+3829+113.45=13431.45$ руб.;

Факт: $S=11520+4865+172.58=16557.58$ руб.

Далее определяется динамика совокупных затрат: $16557.58:13431.45=1.233$. Сопоставлением динамики реализованной продукции

и динамики совокупных затрат определяется динамика комплексного показателя общей ресурсоотдачи (отдачи затрат): $1.478 : 1.233 = 1.199$

Затем вычисляется прирост совокупных затрат на 1% прироста реализованной продукции: $1.233 : 1.478 = 0.487$. Следовательно, доля экстенсивности на 100% прироста реализованной продукции составила 48.717%, а доля интенсивности составила 51.283%. Относительная экономия совокупных ресурсов составляет: $3290.821 \text{ руб.} / (16557.58 - 13431.45 * 147.776 : 100)$.

Таким образом, для улучшения деятельности необходимо снижать амортизации (за счет эффективной политики управления основными средствами).

Управление инновационной деятельностью предприятия включает в себя применение новых форм управления. Инновации требуют тщательного планирования и контроля.

Список литературы

1. Кирьяков А.Г. Воспроизводство инноваций в рыночной экономике (Теоретико-методологический аспект). — Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2000г., с. 12-14.
2. Логинов В. Условия инновационного развития экономики // В. Логинов // Экономист - 2001, - №3 - с.21-27.
3. Питер Друкер. Бизнес и инновации. — М.: Вильямс, 2007г.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРОТНОГО КАПИТАЛА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ОАО «МОГИЛЕВСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

О.В. Волкова

ГУВПО «Белорусско-Российский университет»

Аннотация. В современных условиях хозяйствования предприятия машиностроительного комплекса не могут функционировать без использования оборотного капитала. Это объясняется тем, что для производства промышленной продукции необходимо обладать функционирующим имуществом в виде оборотного капитала. Проблемы рациональной организации оборотного капитала и повышения эффективности их использования, остро встают перед машиностроительными предприятиями, поскольку решение этих вопросов являются залогом обеспечения непрерывности производственного процесса и одним из слагаемых рентабельного производства.

Ключевые слова: оборотный капитал, машиностроительное предприятие, использование, показатель, эффективность, мероприятия, повышение, управление.

MEASURES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF USING REVERSE CAPITAL OF MACHINE BUILDING ENTERPRISES ON THE EXAMPLE OF JSC «MOGILEV METALLURGICAL FACTORY»

O.V. Volkova

GUVPO «Belarusian-Russian University»

Annotation. In modern business conditions, enterprises of the machine-building complex cannot function without the use of working capital. This is explained by the fact that for the production of industrial products it is necessary to have functioning assets in the form of working capital. The problems of rational organization of working capital and increasing the efficiency of their use are acutely faced by machine-building enterprises, since resolving these issues is a key to ensuring continuity of the production process and one of the components of profitable production.

Keywords: *working capital, machine-building enterprise, use, indicator, efficiency, measures, increase, management.*

В условиях рыночных отношений оборотный капитал имеет очень важное производственное назначение. Он является частью производительного капитала, которая полностью переносит свою стоимость на продукцию и возвращается в виде прироста денежных средств в конце каждого его кругооборота. Таким образом, без оборотного капитала невозможно осуществить производственный процесс. К тому же он позволяет предприятию получать прибыль от реализации производимой продукции, что влияет на формирование конечных финансовых результатов деятельности.

Оборотный капитал машиностроительного предприятия включает средства, которые обслуживают его процесс деятельности, и которые одновременно участвуют в процессе производства и реализации продукции. Потому основное назначение оборотного капитала состоит в обеспечении непрерывности и ритмичности процесса производства и обращения продукции [1, с. 115].

Эффективное использование оборотного капитала машиностроительного предприятия играет большую роль в обеспечении его стабильной деятельности и повышении показателей рентабельности. Поэтому очень важно производит системный контроль за использованием капитала и уровнем эффективности его применения в производственном процессе.

Обобщающим показателем эффективности использования оборотного капитала является его рентабельность ($P_{ок}$), которая определяется как отношение прибыли от реализации продукции ($\Pi_{рп}$) или иного финансового результата к средней величине оборотного капитала ($C_{ок}$) по формуле:

$$P_{ок} = \frac{\Pi_{рп}}{C_{ок}} \times 100\% . \quad (1)$$

Данный показатель характеризует прибыль, которая была получена на один рубль вложенного оборотного капитала. Он характеризует финансовую эффективность работы организации, так как именно оборотный капитал обеспечивает оборот всех ресурсов.

Основным критерием оценки эффективности использования оборотного капитала является фактор времени. Поэтому к показателям, отражающим данный процесс, относятся скорость оборачиваемости оборотного капитала, а также общее время оборота или длительность одного оборота в днях.

Скорость оборота оборотных средств за определенный период отражается в коэффициенте оборачиваемости, который определяется путем деления выручки от реализации продукции ($ВР$) на среднюю сумму оборотного капитала:

$$K_{об} = \frac{ВР}{C_{ок}} \times 100\%. \quad (2)$$

Коэффициент оборачиваемости характеризует уровень производственного потребления оборотного капитала. Увеличение данного показателя говорит о более рациональном и эффективном использовании капитала.

Продолжительность или длительность одного оборота включает время нахождения оборотного капитала в сфере производства и обращения, начиная с момента приобретения производственных запасов, необходимых для производства продукции и заканчивая поступлением выручки от ее реализации.

Она определяется путем деления оборотного капитала на однодневный оборот, определяемый как отношение объема реализации или выручки от реализации (ВР) к периоду в днях (Д) или же, как отношение периода к числу оборотов:

$$O_{ок} = \frac{C_{ок} \times Д}{ВР} = \frac{Д}{K_{об}}. \quad (3)$$

Чем короче период обращения или один оборот оборотного капитала, тем, меньше и эффективней предприятие его использует. Поэтому необходимо стремиться к сокращению времени оборачиваемости капитала.

Обратный коэффициент оборачиваемости или коэффициент загрузки (закрепления) оборотного капитала показывает ту его величину, которую предприятие тратит на каждый рубль реализованной продукции. Он рассчитывается по следующей формуле:

$$Kз = \frac{1}{K_{об}}. \quad (4)$$

Сравнение коэффициентов оборачиваемости и загрузки в динамике позволяет выявить тенденции в изменении этих показателей и определить, насколько рационально используется оборотный капитал предприятия в производственном процессе [3, с. 245].

На эффективность использования оборотного капитала машиностроительного предприятия оказывают влияние ряд факторов, независимых от его деятельности, таких как: снижение спроса со стороны потребителей; высокий уровень инфляции; разрыв хозяйственных связей; нарушение договорной и платежно-расчетной дисциплины; высокий уровень налоговой нагрузки и процентных ставок по банковским кредитам и др. В тоже время имеются следующие внутренние условия, на которые предприятие может оказывать непосредственное влияние при осуществлении своей деятельности:

- более рациональная и эффективная организация производственных запасов;

- сокращение пребывания оборотного капитала на стадии незавершенного производства путем повышения уровня фондоотдачи за счет внедрения в производственный процесс новейших безотходных технологий, обновление производственного аппарата, применение современных более дешевых конструкционных материалов;

- эффективная организация процесса обращения путем улучшения системы расчетов, более рациональной организации сбытовой деятельности, приближение потребителей продукции к ее производителям, постоянный контроль за оборачиваемостью денежных средств и др.

Учет и реализация данных мероприятий позволит повысить уровень использования оборотного капитала предприятия.

Конкретные мероприятия по повышению эффективности использования оборотного капитала машиностроительного предприятия можно рассмотреть на примере ОАО «Могилевский металлургический завод». Оно является одним из старейших промышленных предприятий г. Могилева и крупнейшим белорусским производителем следующей сертифицированной продукции: трубы стальные электросварные прямошовные, водогазопроводные и профильные; прямоугольные для строительных конструкций; профили полые сварные конструкционные холодной формовки из нелегированных сталей DIN EN 10219-1,2; дробь техническая чугунная литая, колотая и балластная; люки чугунные для смотровых колодцев; оси черновые вагонные; наполнитель для особо тяжелых бетонов; наполнители чугунные литые и колотые и др.

Основная продукция ОАО «Могилевский металлургический завод» поставляется в страны Европы (Германия, Польша, Чехия, Финляндия, Словакия), СНГ, Прибалтики. С 2001 г. на предприятии действует система менеджмента качества ISO 9001, сертифицированная ведущим европейским центром сертификации MPA NRW. Официальным дилером по реализации профильных труб производства ОАО «Могилевский металлургический завод» на рынках европейских стран и Калининградской области Российской Федерации является UAB «STEELAND» в Латвии. Торговыми представителями предприятия по реализации труб стальных на территории Республики Беларусь является ОАО «Белметалл» в г. Минске.

Динамика состава оборотного капитала ОАО «Могилевский металлургический завод» за 2015 – 2017 гг. представлена в таблице 1 [2].

Как показывают данные таблицы 1 в 2017 г. по сравнению с 2015 г. стоимость оборотного капитала ОАО «Могилевский металлургический завод» выросла на 17 696 тыс. р. или на 63,8 %. В наибольшей степени наблюдается увеличение по расходам будущих периодов на 13 410 тыс. р. или на 143,1 % и запасов на 4 045 тыс. р. или на 33,1 %. Также возросла сумма денежных средств и налога на добавленную стоимость по приобретенным товарам, работам, услугам на 572 и 174 тыс. р. Положительной тенденцией в деятельности предприятия является снижение краткосрочной кредиторской задолженности на 505 тыс. р. или на 11,1 %.

Таблица 1

Динамика состава оборотного капитала
ОАО «Могилевский металлургический завод» за 2015 – 2017 гг.,
В тысячах рублей

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Изменение 2017 г. к 2015 г.	
				абсолютное	темпы прироста, %
Запасы	12 210	14 440	16 255	4 045	33,1
Расходы будущих периодов	9 373	32 692	22 783	13 410	143,1
Налог на добавленную стоимость по приобретенным товарам, работам, услугам	53	43	227	174	328,3
Краткосрочная дебиторская задолженность	4 533	3 707	4 028	- 505	- 11,1
Денежные средства и их эквиваленты	57	223	629	572	в 10 раз
Прочие краткосрочные активы	1 499	1 503	1 499	0	0,0
Итого	27 725	52 615	45 421	17 696	63,8

Динамика показателей эффективности использования оборотного капитала ОАО «Могилевский металлургический завод» за 2015 - 2017 гг. представлена в таблице 2 [2].

Таблица 2

Динамика показателей эффективности использования оборотного капитала
ОАО «Могилевский металлургический завод» за 2015 – 2017 гг.

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Абсолютное изменение
1. Выручка от реализации продукции, тыс. р.	51 721	57 473	50 480	- 1 241
2. Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. р.	239	913	- 997	- 1 236
3. Средняя сумма оборотного капитала, тыс. р.	22 447	40 167	49 018	26 571
4. Коэффициент оборачиваемости оборотного капитала (п.1 : п.3), оборотов	2,30	1,43	1,03	- 1,27
5. Длительность одного оборота в днях (п.3 × 365 : п.1), дни	158	255	354	196
6. Рентабельность оборотного капитала (п.2 : п.3 × 100 %), %	1,06	2,27	- 2,03	- 3,09
7. Коэффициент загрузки (1 : п.4)	0,43	0,69	0,97	0,54

Данные расчетов свидетельствуют о том, что в ОАО «Могилевский металлургический завод» в 2017 г. по сравнению с 2015 г. снижение эффективности использования оборотного капитала, так как существенно выросла длительность оборота на 196 дней, и в результате этого было сокращено количество

циклов (оборотов) капитала на 1,27 оборотов. При этом рентабельность оборотного капитала также снизилась, а коэффициент загрузки вырос.

Повышение эффективности использования оборотного капитала ОАО «Могилевский металлургический завод» заключается в воздействии на объем и структуру оборотного капитала, а также на порядок его управления. Главной целью использования оборотного капитала предприятия является максимизация прибыли (рентабельности) при обеспечении его устойчивой и достаточной платежеспособности. Эти две цели в определенной степени противостоят друг другу. Так, для повышения рентабельности необходимо, чтобы денежные средства были вложены в различные виды оборотного капитала с заведомо более низкой, чем денежные средства, ликвидностью. А для обеспечения устойчивой платежеспособности постоянно должна находиться на счете некоторая сумма денежных средств, фактически изъятая из оборота для текущих платежей, или же часть средств должна быть размещена в виде высоколиквидных активов.

Таким образом, важной задачей в части эффективного использования оборотного капитала в ОАО «Могилевский металлургический завод» является обеспечение оптимального соотношения между платежеспособностью и рентабельностью путем поддержания соответствующих его размеров и структуры.

Основные мероприятия по повышению эффективности использования оборотного капитала ОАО «Могилевский металлургический завод» представлены в таблице 3.

Таблица 3

Основные мероприятия по повышению эффективности использования оборотного капитала ОАО «Могилевский металлургический завод»

Блок повышения эффективности использования оборотного капитала	Задачи	Факторы, влияющие на величину элементов оборотного капитала
1	2	3
Повышение эффективности использования запасов	Оптимизация общего размера и структуры запасов при минимизации затрат на приобретение и хранение, а также обеспечение эффективного контроля за их движением	Условия приобретения запасов (величина партий, частота заказа, скидки в цене); издержки по хранению запасов (складские расходы, порча, замораживание средств); условия производственного процесса (длительность подготовительного и основного процесса, материалоемкость продукции); условия реализации готовой продукции (изменение объемов продаж, скидки в цене, состояние спроса, развитость товарной сети)

Повышение эффективности использования дебиторской задолженности	Максимально возможное уменьшение величины дебиторской задолженности в рамках выбранной кредитной политики предприятия, ликвидация сомнительной задолженности, рациональное использование системы отсрочки платежей, обеспечение своевременной ее инкассации	Состояние конкурентной среды (вид продукции, емкость рынка и др.); система расчетов в организации; уровень инфляции; соотношение дебиторской и кредиторской задолженности; величина сомнительной задолженности
Повышение эффективности использования денежных средств	Оптимизация свободных остатков денежных средств с целью обеспечения постоянной платежеспособности и эффективного использования в процессе хранения	Величина ежедневных денежных расходов; риск возникновения непредвиденных расходов; объемы операций

Политика управления оборотным капиталом в ОАО «Могилевский металлургический завод» в первую очередь должна оптимизировать объем средств, инвестированных в оборотный капитал, минимизировать операционный цикл предприятия, обеспечивая заданный уровень соотношения эффективности и риска. Цели и характер использования отдельных видов оборотного капитала имеют существенные отличительные особенности. Поэтому в ОАО «Могилевский металлургический завод» должна разрабатываться самостоятельная политика повышения эффективности использования отдельных его составных частей: запасов, дебиторской задолженности, денежных средств. В разрезе этих групп оборотного капитала конкретизируется политика управления ими, которая подчинена общей политике управления оборотным капиталом организации.

Список литературы

1. Колпина, Л. Г. Финансы предприятий: учебник / Л. Г. Колпина [и др.]; под общ. ред. Л. Г. Колпиной. – Мн.: Выш. шк., 2011. – 336 с.
2. О предприятии / Официальный сайт ОАО «Могилевский металлургический завод» [Электронный ресурс] / 2018. – Режим доступа: <http://www.mmz.by>. – Дата доступа: 19.11.2018.
3. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности / Г. В. Савицкая. - 4-е изд., перераб. и доп.- Мн.: ООО «Новое знание», 2013. – 688 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ КРІ В УПРАВЛЕНИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

О.О. Гапеева-Сергейчик, С.М. Караневич
ГУВПО «Белорусско-Российский университет»

Аннотация. В статье раскрыта сущность системы КРІ (Key Performance Indicators - ключевые показатели эффективности). Раскрыты этапы разработки и внедрения системы КРІ на предприятии машиностроения. Представлены примеры оценки успешности деятельности

коммерческого директора, начальника цеха, мастера.

Ключевые слова: управление вознаграждением, разработка и внедрение системы KPI, показатели успешной деятельности.

THE USE OF KPI SYSTEM IN THE MANAGEMENT ENGINEERING COMPANY

O.O. Gapeeva-Sergeychik, S.M. Karanevich
GUVPO "Belarusian-Russian University»

Annotation. The article reveals the essence of the KPI system (Key Performance Indicators - key performance indicators). The stages of development and implementation of the KPI system at the machine-building enterprise are revealed. Examples of assessing the success of the commercial Director, shop Manager, master are presented.

Keyword: reward management, development and implementation of the KPI system, indicators of success.

Управление вознаграждением – один из важнейших элементов социальной политики предприятия. Следует учитывать, что вознаграждение – основной источник формирования доходов работника и членов его семей. Поэтому вознаграждение является весьма действенным средством влияния на производительность и качество труда работника, а, следовательно, значительно влияет и на развитие производства. В этой связи растущее значение приобретает усиление зависимости уровня оплаты труда каждого работника от его личного вклада и от конечных результатов деятельности всего коллектива. Организация заработной платы должна строиться таким образом, чтобы увеличение оплаты непосредственно увязывалось с увеличением степени участия работника в производстве, а система оплаты была бы гибкой, быстро отражающей инициативу и самостоятельность каждого конкретного работника.

KPI (Key Performance Indicators ключевые показатели эффективности) – это оценка фактически достигнутых результатов. Она чаще всего используется для управления производственными процессами в различных областях. Разработка и внедрение системы KPI позволяет точно изменять эффективность и результативность производительности производственных процессов.

KPI – показатели деятельности подразделения (предприятия), которые помогают организации в достижении стратегических и тактических (операционных) целей. Использование ключевых показателей эффективности дает организации возможность оценить своё состояние и помочь в оценке реализации стратегии.

Основным преимуществом экономической системы, построенной с помощью ключевых показателей, является ее универсальность. Они нацелены на повышение заинтересованности работников в результатах деятельности предприятия. Субъективно оценить эффективность деятельности организации бывает сложно, поэтому нужны четко определенные критерии, чтобы видеть связь между плановыми показателями, уровнем исполнения задач персоналом и полученными результатами.

Разработчиком «Управления по целям» является Питер Друкер (нем. Peter Ferdinand Drucker (1909—2005)). Именно Питер Друкер превратил непопулярную и в 50-е годы XX века специальность «управление» в научную дисциплину. Питер Друкер также является основоположником системы оценки достижения результатов – целей через ключевые показатели эффективности. Согласно Друкеру, начальники должны избегать «ловушек времени», когда они вовлечены в процесс решения текущих ежедневных задач, поскольку это приводит к тому, что они перестают обращать внимание на задачи, направленные на достижение результатов (целей). Современным примером управления по целям, является «Система KPI», включающая в себя большое разнообразие управленческих концепций, которые возникли за последние 20 –30 лет и дополняют классическое «Управление по целям». По мнению Питера Друкера, лишь немногие области менеджмента имеют такое большое влияние на организацию, как оценка деятельности подразделений и компании в целом. Однако оценка, подчеркивает Друкер, сегодня одна из менее всего проработанных областей управления. Так, проведенный в США опрос, показал, что 60 % руководителей высшего уровня недовольны своими системами оценки результатов деятельности. По отечественным оценкам количество менеджеров, недовольных системой оценки результатов их деятельности, еще больше (более 80 %). Это недовольство связано с отсутствием связи между планами, исполнением, результатом и мотивацией [1].

Разработка и последующее внедрение системы KPI на предприятиях машиностроения выполняется с определенными целями:

- интеграция общих целей предприятия и личных целей каждого работника;
- увеличение мотивации сотрудников, рост важных показателей работы;
- создание четкой схемы ближайших и далеких целей организации для последовательного их достижения.

Разработка и внедрение системы KPI на предприятии машиностроения выполняется в несколько этапов:

- 1 этап – составление плана с подробным описанием всех работ;
- 2 этап – описание необходимых ресурсов;
- 3 этап – разработка системы;
- 4 этап – внедрение новой системы и ее работа параллельно со старой;
- 5 этап – демонстрация сотрудникам преимуществ нового подхода [2].

Специалисты по разработке или внедрению KPI советуют придерживаться определенных правил:

- минимального набора показателей должно быть достаточно для полноценного управления бизнес-процессами;
- Все показатели должны быть реально измеримы;
- Стоимость измерения не должна быть больше управленческого эффекта от применения данного показателя.

На каждом предприятии формируется своя система оценок KPI. Ключевые показатели эффективности устанавливаются для каждой должности независи-

мо. Их общее число для конкретной должности (рабочего места) – не более пяти. В конце каждого месяца производится расчет итоговых индивидуальных КРІ каждого работника как средневзвешенного значения частных КРІ. Простейший алгоритм объединения частных показателей отдельного рабочего места:

$$КРІ = \sum (ЧП_i \times V_i), \quad (1)$$

где ЧП – i-ый показатель эффективности;

V_i – вес i-го показателя эффективности.

Обычно веса различаются, поскольку значимость (важность) отдельных показателей может быть несопоставимой.

В машиностроительной отрасли, при подсчете коэффициента эффективности работы коммерческого, за основу берутся следующие показатели:

- выручка от реализации продукции, руб.;
- количество новых клиентов, шт.;
- сумма погашенной дебиторской задолженности, руб.;
- обеспечение производства заказами, %;
- удовлетворенность клиентов, балл.

Пример оценки успешности деятельности коммерческого директора представлен в таблице 1.

Таблица 1

Пример оценки успешности деятельности коммерческого директора

Целевой показатель	Вес показателя	План	Факт	Процент выполнения плана	КРІ
Выручка от реализации продукции, руб.	25	900 000	900 100	100,0	25,0
Количество новых клиентов, шт.	20	30 000	30 020	100,1	20,0
Сумма погашенной дебиторской задолженности, руб.	15	5	3	60,0	9,0
Обеспечение производства заказами, %	10	100	99	99,0	9,9
Удовлетворенность клиентов, балл	20	5	1	20,0	4,0
Итого	-	-	-	-	67,9

Таким образом, коэффициент эффективности начальника цеха составляет 67,9 %.

При подсчете коэффициента эффективности работы начальника цеха, за основу берутся следующие показатели:

- объем производства продукции, руб.;
- производительность труда, руб./чел.;
- простои линии из-за поломок, ч.;

- процент качественной продукции, %;
- выполнение заказов в срок, дни отклонения.

Пример оценки успешности деятельности начальника цеха представлен в таблице 2.

Таблица 2

Пример оценки успешности деятельности начальника цеха

Целевой показатель	Вес показателя	План	Факт	Процент выполнения плана	KPI
Объем производства продукции, руб.	25	900 000	900 100	100,0	25,0
Производительность труда, руб./чел.	20	30 000	30 020	100,1	20,0
Простои линии из-за поломок, ч.	15	5	3	60,0	9,0
Процент качественной продукции, %	10	100	99	99,0	9,9
Выполнение заказов в срок, дни отклонения	20	5	1	20,0	4,0
Итого	-	-	-	-	67,9

Таким образом, коэффициент эффективности начальника цеха составляет 67,9 %.

Следует учитывать, что начальник цеха обладает большими ресурсами и определенной властью, поэтому его матрица ориентирована на общие результаты работы цеха. Мастер же несет непосредственную ответственность за эффективную организацию производственного процесса в рамках заданных параметров. Для него важна концентрация на конкретных процессных показателях.

При подсчете коэффициента эффективности работы мастера, за основу берутся следующие показатели:

- объем производства продукции, руб.;
- процент качественной выпущенной продукции, %;
- производительность труда, руб./чел.;
- соблюдение трудовой дисциплины, количество нарушений;
- соблюдение техники безопасности, количество замечаний.

Пример оценки успешности деятельности мастера представлена в таблице 3.

Таблица 3

Пример оценки успешности деятельности мастера

Целевой показатель	Вес показателя	План	Факт	Процент выполнения плана	KPI
Объем производства продукции, руб.	30	900 000	900 100	100,0	30,0
Процент качественной выпущенной продукции, %	25	100	99	99,0	24,8

Производительность труда, руб./чел.	25	30 000	30 020	100,1	25,0
Соблюдение трудовой дисциплины, количество нарушений	10	1	2	50,0	5,0
Соблюдение техники безопасности, количество замечаний	10	1	3	33,3	3,3
Итого	-	-	-	-	88,1

Таким образом, коэффициент эффективности мастера составляет 88,1 %.

KPI – это показатели эффективности деятельности организации, созданные для достижения ее целей. Показатели эффективности деятельности – это индикатор того, каких успехов добилась компания на определенном этапе своей деятельности.

Для того, чтобы разработать и внедрить такую систему в организации для начала необходимо определить цели, на основе которых уже будет построен список показателей эффективности.

Кроме составления списка руководителю организации следует назначить ответственных лиц, а также определить форму отчетности по показателям.

В зависимости от направленности деятельности фирмы, ее стадии жизненного цикла, а также других немаловажных показателей, KPI сотрудников могут быть совершенно различными.

Как правило, KPI применяются на крупных предприятиях для того, чтобы руководящему звену было проще контролировать работу компании, а также оценить результат работы сотрудников.

Список литературы

1 Кузьмичева, Е.Е. Применение ключевых показателей эффективности (KPI) в системе вознаграждения производственных рабочих / Е.Е. Кузьмичева // Молодой ученый. — 2018. — №14. — С. 189 – 192.

2 Ключков, А.К. KPI и мотивация персонала. Полный сборник практических инструментов / А.К. Ключков. – М.: Эксмо, 2010. – 103 с.

МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ: ВЫЗОВЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Л.М. Давиденко

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского

Инновационный Евразийский университет

Аннотация. В связи с переходом на цифровые технологии и растущими требованиями к экологичности продукции отрасль автомобилестроения получила новый виток развития. В статье рассматривается взаимосвязь между тенденциями развития машиностроения, нефтепереработки и нефтехимии. Подчеркивается значимость процессов цифровизации экономики для всех отраслей промышленности.

Ключевые слова: экономика промышленности, технологическая интеграция, цифровизация.

STRUCTURALLY FUNCTIONAL APPROACH TO DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL INTEGRATION

L.M. Davidenko

*OMSK STATE UNIVERSITY n.a. F.M. Dostoevskiy
Innovative University of Eurasia*

Abstract. In connection with the transition to digital technology and the growing demands for environmental products a new round of development has been the automotive industry. The article discusses the relationship between the trends in the development of mechanical engineering, oil refining and petrochemistry. The importance of the process of digitization of the economy for industry is emphasized.

Keywords: *industrial economy, technological integration, digitalization.*

Цифровая экономика и интеллектуализация производства преобразуют качественные характеристики готовой продукции. За последние пять лет сложилась тенденция увеличения спроса на экологически чистые виды транспорта с встроенными цифровыми системами, что постепенно приводит к структурным изменениям в мировом машиностроении, а также ряде других отраслей, связанных с ним производственно-технологическим процессом или конечной продукцией.

«Умные технологии» в корне меняют мышление потребителей и параллельно определяют порядок организации технологического процесса, который должен отвечать строгой последовательности, автономности, способности быстрого реагирования на вызовы внешней среды. Благодаря технологизации промышленные компании реализуют программы переоснащения и модернизации основных фондов, перестраивают традиционный технологический цикл в соответствии с новыми параметрами, укрепляют партнерские отношения с компаниями смежных отраслей [1].

Как показывают исследования, межотраслевые связи настолько сильны, насколько менеджеры ведущих компаний способны оптимизировать работу своих структурных подразделений, включая функционал научно-исследовательских лабораторий. Согласованность инновационных исследований в хозяйственных структурах связанных отраслей способна определять перспективы развития производства в глобальном масштабе, что позволяет решать проблемы с дефицитом сырья, инфраструктурные задачи, вести подготовку высококвалифицированных кадров для специальных видов деятельности (рис. 1).

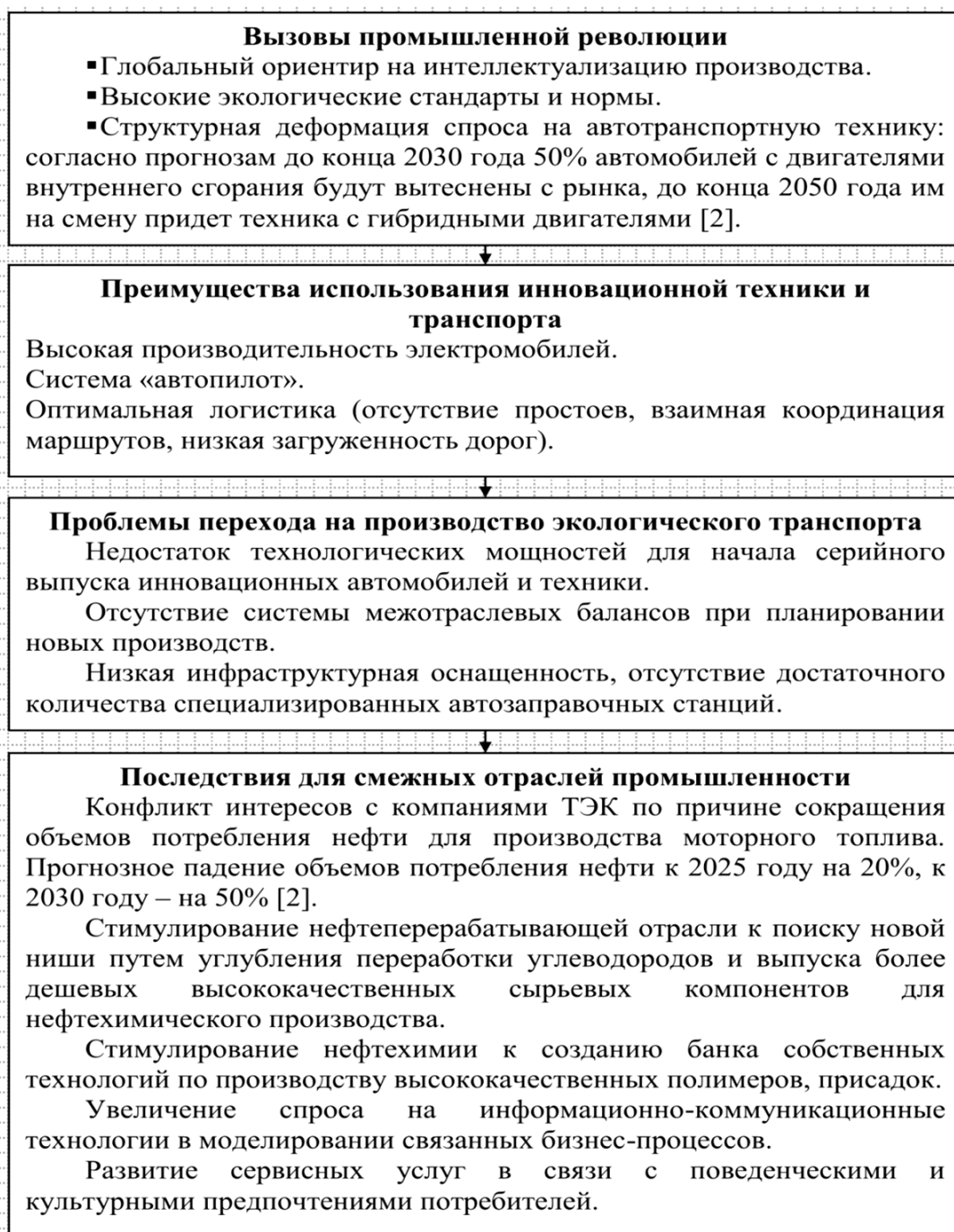


Рис. 1. Вызовы промышленной революции (автор с использованием [2, 3])

Результативность межотраслевого сотрудничества во многом определяется инструментарием сбора и обработки необходимой информации, чему способствуют цифровые технологии, успешно внедряемые на практике в ряде случаев, но не нашедшие пока широкого применения (рис. 2).

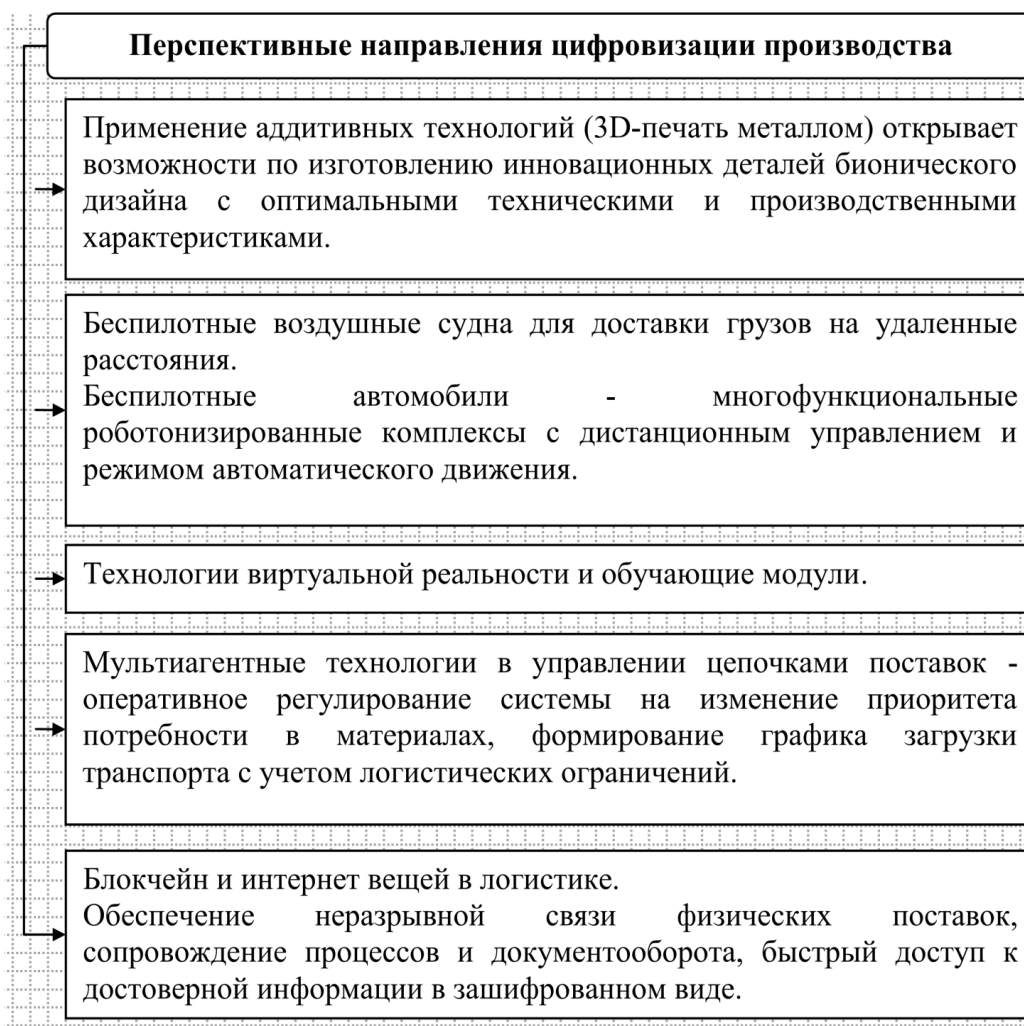


Рис. 2. Перспективные направления цифровизации производства (автор с использованием [4])

Перспективным направлением межотраслевой технологической интеграции можно назвать создание модели глобальных приоритетов технологического перехода. Она предусматривает связь между количеством используемых передовых технологий и их долей в более высоких переделах. Для реализации межотраслевых связей особенно важно бизнес - моделирование всей производственной цепочки с целью смягчения препятствий на пути технологической интеграции. Однако в настоящее время в условиях санкционных вызовов реализуется лишь «стратегия догоняющего развития», базирующаяся на отечественном интеллектуальном и производственно-технологическом потенциале [5].

Важно отметить, что межотраслевая технологическая интеграция способствует приращению инновационного потенциала компаний смежных отраслей, имеющих представительства в различных странах. Посредством технологической диверсификации и разработки технологий общего назначения генерируется синергия инновационных центров в смежных отраслях [6]. И, конечно, на первые позиции выходят так называемые «международные сети

знаний», которые способствуют продвижению изобретательской и инновационной инициативы, особенно для компаний, функционирующих в области возобновляемых источников энергии [7]. Позиции в этой сети зависят от структуры производственных взаимосвязей, а также функциональности национальных исследовательских институтов и мер государственной поддержки.

Список литературы

1. Миллер, А.Е. Технологизация обрабатывающей промышленности в рамках приоритетов развития научно-технического комплекса РФ / А.Е. Миллер // Стратегии бизнеса. 2018. № 9. С. 20 - 23.

2. Левинбук, М. Новый вектор нефтяной отрасли / М. Левинбук, В. Митягин, К. Овчинников, О. Глаголева, В. Котов // Нефтегазовая Вертикаль. 2018. № 2 (426). С. 37 - 44.

3. Иванова, Т.В. Основные тенденции развития интегрированных хозяйственных структур в машиностроении / Т.В. Иванова // Двадцать вторые апрельские экономические чтения: материалы международной научно-практической конференции. Отв. ред. В.А. Ковалева, А.И. Ковалева. Москва. Изд-во: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Омский филиал. 2016. С. 120 - 124.

4. В «Газпром нефть - снабжение» протестирована технология 3D печати для обслуживания корпоративной автомобильной техники. Официальный сайт ПАО «Газпром нефть». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://supply.gazprom-neft.ru/press-center/news/31152> (дата обращения 21.11.2018 г.).

5. Кашуро, Н.В. Инновационное развитие российских нефтегазовых компаний: проблемы и перспективы/ Н.В. Кашуро, О.А. Кудашова // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. Сентябрь, 2018. № 9. С. 5 - 9. DOI: 10.30713/1999-6942-2018-9-5-9.

6. Qiu, R.C. General Purpose Technologies and local knowledge accumulation - A study on MNC subunits and local innovation centers / R.C. Qiu, J. Cantwell // International Business Review. 2018. Volume 27. Issue 4. PP. 826 - 837. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2018.01.006.

7. Graf, H. International research networks: Determinants of Country Embeddedness / H. Graf, M. Kalthaus // Research Policy. 2018. Volume 47. Issue 7. PP. 1198 - 1214. DOI 10.1016/j.respol.2018.04.001.

ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

А.Б. Дайнбаева, Г.Б. Пестунова

*Восточно-Казахстанский Государственный Технический Университет
имени Д.Серикбаева*

Аннотация. В статье рассматриваются текущие тенденции в мировой образовательной среде, а также описываются более современные, популярные и привлекательные аспекты

академического сотрудничества между университетами. В статье предпринята попытка систематизировать интересные и привлекательные аспекты научного сотрудничества между университетами, соответствующие ответам высших учебных заведений в развивающихся странах путем сопоставления стран двух регионов.

Ключевые слова: интернационализация, высшие учебные заведения, международное сотрудничество, глобализация, стратегия развития.

THE INTERNATIONALIZATION OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN THE CONTEXT OF GLOBALIZATION

Dainbayeva A.B, Pestunova G.B.

D.Serikbayev East Kazakhstan State Technical University

Summary. The article discusses the current trends in the global educational environment, as well as describes more modern, popular and attractive aspects of academic cooperation between universities. The article attempts to systematize interesting and attractive aspects of scientific cooperation between universities, corresponding to the answers of higher educational institutions in developing countries by comparing the countries of two regions.

Keywords: internationalization, higher education institutions, international cooperation, globalization, development strategy.

На протяжении всей истории развития университетского образования проблема интернационализации как процесса международного сотрудничества имела важное значение. Ученые Дж. Найт и Х. де Вит в своих работах выделяют основные этапы интернационализации высшего образования. В начальный период развития европейских университетов (Средние века и эпоха Возрождения) мобильность слушателей и преподавателей постоянно росла, чему во многом способствовало то, что преподавание в большинстве из них велось на латыни. Особенностью второго этапа интернационализации (период между XVIII в. и Второй мировой войной) является ориентация образовательных систем на экспорт, особенно в отношениях между странами-доминионами и их колониями. Так, например, до настоящего времени в системе высшего образования Индии сохранились элементы британской системы образования, а в латиноамериканских странах – признаки французской системы. Одним из основных инструментов интернационализации становится обмен научными знаниями в ходе различных международных научно-практических конференций и семинаров. Третий и самый активный этап процесса интернационализации начался после окончания Второй мировой войны и продолжается по настоящее время. Стремительно возрастает международная мобильность студентов, стремящихся получить образование за рубежом (особенно в развитых странах), наблюдается повышенная активность частных и государственных фондов, предоставляющих возможности для обучения, стажировок, проведения научных исследований за рубежом [6].

Высшее образование характеризуется как одна из сфер, в большей степени подверженных влиянию глобализации - феномен, коренным образом изменивший общую политическую, экономическую, идеологическую и культурную картину мира за последние пять десятилетий. Другими словами, глобализация и

интернационализация в высшем образовании считаются взаимосвязанными и взаимозависимыми категориями. Гармонизация учебных программ и общая унификация систем образования делают университеты более тесными и особенно способствуют межкультурным обменам, которые решают жизненно важные проблемы, такие как глобальное гражданство и международная компетентность. Раскрывается значение международной стратегии развития современного университета. Эта стратегия должна создать так называемую «дорожную карту» для того, чтобы тот или иной конкретный университет был представлен на уровне высшего образования путем рассмотрения его миссии, основных ценностей, нынешнего потенциала и будущих перспектив, а также четкого механизма осуществления [5].

Интернационализация высшего образования как главный мировой тренд. Концепция интернационализации стала одним из неотъемлемых компонентов практически во всех областях человеческой деятельности, включая высшее образование. Конечно, большинство мировых университетов всегда имели международную направленность в рамках общей миссии и долгосрочной стратегии развития. Масштаб и уровень этой направленности зависит от главной миссии, потенциала и амбиций конкретного учреждения в плане предоставления академических услуг за рубежом, получения большего количества иностранных студентов и наличия более устойчивых позиций на международном рынке высшего образования.

Являясь одним из самых влиятельных и разветвленных явлений, глобализация сыграла важную роль в укреплении внешней деятельности университетов, и, как следствие, она значительно ускорила интернационализацию в высшем образовании. В то же время, охватывая все континенты и регионы, интернационализация в самом высшем образовании считается одной из категорий мирового масштаба, которая с 1970-х годов вносит свой вклад в процессы глобализации. Ниже на рисунке представлены возможности интернационализации высшего образования [1].

Университеты разрабатывают свои стратегии интернационализации для того, чтобы иметь основу для адаптации к новым глобальным тенденциям и региональным вызовам, а также для того, чтобы воспользоваться возможностями, исходящими от глобализированного и более либерализованного международного рынка высшего образования.

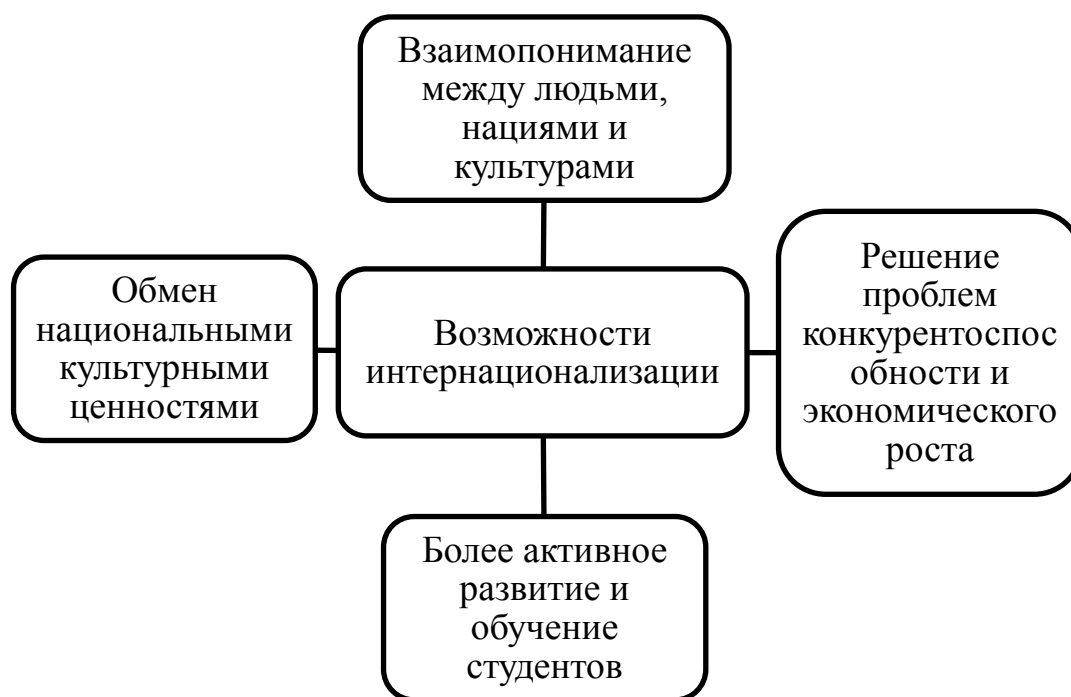


Рис. 1. Возможности интернационализации высшего образования

Стратегия интернационализации вводит так называемую «дорожную карту», которая предназначена для достижения основных международных целей учреждения, и она может включать в себя широкий спектр конкретных мероприятий по реализации:

- перепланировка учебной программы для обеспечения международного охвата и фокуса, а также актуальности для иностранных студентов;
- интернационализация преподавания и обучения, путем признания различных культурных точек зрения на стили обучения и использование различных международных сотрудников предоставление студентам услуг, которые отвечают практическим и культурным потребностям о иностранных студентов;
- повышение мобильности студентов и сотрудников между университетами в разных странах,
- поощрение студентов проводить время в зарубежных университетах в рамках своих программ и поощрение преподавателей проводить исследовательское время с партнерскими учреждениями за рубежом [2].

Интернационализация высших учебных заведений в развивающихся странах. Сотрудничество между университетами зависит от миссии, характера и приоритетов этих институтов.

Это значит, вузы должны определить свои основные ожидания от международных партнерств, а затем найти правильных партнеров, которые будут разделять общие интересы и готовность к сотрудничеству.

Было бы лучше начать более простое, более легкое и более короткое двустороннее сотрудничество, которое может сделать партнеров более тесными и

способными осуществлять сложные и более длительные партнерские отношения, которые могут включать новых третьих партнеров.

Сильные партнерские отношения между вузами, представляющими различные страны, могут быть установлены если они основаны на следующих трех основных принципах или практических рекомендациях университетам, участвующим в совместных программах:

- гибкость;
- устойчивость;
- сильная местная поддержка [3].

Для дальнейшего ускорения процесса интернационализации осуществляются различные инициативы

Как участники Центральной Азии и Кавказа, Казахстан и Азербайджан стали интегрироваться в мировое сообщество после обретения независимости в 1991 году, а высшее образование считалось одним из основных направлений в этом процессе. В обеих странах высшее образование было объявлено одним из главных приоритетов с точки зрения обеспечения устойчивого, общего и долгосрочного экономического развития страны.

В 2010 году Казахстан, а в 2005 году Азербайджан присоединились к Болонскому процессу, который укрепил фундаментальные реформы в национальной системе высшего образования и ее гармонизацию с европейскими стандартами.

В настоящее время все университеты в обеих странах функционируют в рамках Европейской системы трансферта кредитов (ECTS) и предлагают услуги трехконтурного высшего образования.

В 1993 году, несмотря на экономические трудности, возникшие в результате распада СССР, была разработана стипендиальная программа «Болашак» с целью формирования рабочей силы, способной конкурировать на международной арене. За весь период своего существования стипендия «Болашак» была предоставлена многим Казахстанцам для обучения в 200 лучших вузах 33 стран мира [6].

В результате последовательной и целенаправленной политики совершенствования процесса реализации Программы на VIII Международной конференции Going Global в Майами в 2014 году стипендия «Болашак» была признана лучшей среди 11 программ академической мобильности.

Аналогичная программа стартовала в Азербайджане в 2007 году. «Государственная программа по изучению Азербайджанской молодежи за рубежом на 2007-2015 годы», явилась особым вкладом в интернационализацию высшего образования, поскольку предусматривает полную оплату студентам за обучение за рубежом.

В связи с тем, что Азербайджан и Казахстан сосредоточили внимание на росте потенциала в стране, привлечении большего числа иностранных студентов и направлении большего числа своих собственных студентов за границу, примеры такого сотрудничества должны только увеличиться в ближайшие годы.

Находясь на стыке Европы и Азии, Азербайджан и Казахстан имеют благоприятные географические условия с точки зрения привлечения иностранных студентов из соседних стран. В этих странах высшее образование играет стратегическую роль в повышении национального развития и повышении авторитета страны за рубежом.

Тем не менее, в обеих странах существует большая потребность в разработке стратегий для местных университетов по увеличению как въездной, так и выездной академической мобильности, и, что более важно, по улучшению текущих учебных программ в соответствии с международными стандартами [4].

Вывод. Таким образом, можно отметить, что интернационализация высшего образования, являющаяся одним из основных современных тенденций на международной арене, определяется как разнообразие политики и программ, реализуемых университетами и правительствами в ответ на глобализацию.

Все университеты пытаются решить проблемы, связанные с интернационализацией в высшем образовании, путем разработки своих международных стратегий развития, где международный набор студентов, обмен студентами и сотрудниками, программы двойного диплома и совместная исследовательская деятельность считаются приоритетными. Хотя университеты и пытаются по-разному решать проблемы глобализации, они в основном ориентированы на обучение за рубежом.

Согласование учебных программ и общей унификации систем образования заставляет вузы способствовать межкультурному обмену.

Список литературы

1. De Wit, Internationalization of higher education in the United States of America and Europe: A historical, comparative, and conceptual analysis. - Westport, CT: Greenwood Press, 2011. vol. 8, p 2.
2. Francois, E. Building Global Education with a Local Perspective: An Introduction to Glocal Higher Education by Emmanuel Jean Francois, New York, 2015.
3. Massey, Presentation delivered at the Bard Degree Conference, 2014.
4. Государственная программа развития образования в Республике Казахстан на 2011-2020 годы [Электронный источник] URL: http://orleu-edu.kz/Education_ministr_eng (доступ: 05.06.2015).
5. Сагинтаева А.К. Интернационализация системы высшего образования: национальный и институциональный подходы / А. К. Сагинтаева, А. К. Аширбеков // Доклады национальной Академии наук Республики Казахстан . - 2013. - № 5. - С. 105-110.
6. Яцевич, Н.В. Интернационализация высшего образования: сущность, формы, современные тенденции / Н.В. Яцевич // Инновационные технологии в экономическом и бизнес-образовании: сборник научных статей II Международного весеннего форума, Гомель, 2013 г. ч. 1. - с. 101-108.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСШИМ ОБРАЗОВАНИЕМ

Т.Р. Зырянова, Е.А. Колос

*Восточно Казахстанский Государственный Технический Университет имени
Д. Серикбаева*

Аннотация. В статье рассматривается сравнительный анализ основных международных моделей управления высшим образованием.

Ключевые слова: *Болонский процесс, анализ, высшее образование, модели управления высшим образованием, образовательная парадигма, образовательные услуги.*

COMPARATIVE ANALYSIS OF BASIC INTERNATIONAL MODELS OF HIGHER EDUCATION MANAGEMENT

T.R. Zyryanova, Y.A. Kolos

East Kazakhstan State Technical University named by D. Serikbaev

Summary. This article reviews comparative analysis of basic international models of higher educational management. (Germany, Great Britain, France, USA, Japan, Russia.), But also reflects their advantages and disadvantages. Based on this, the features of the higher education system in Kazakhstan are revealed.

Keywords: *Bologna process, analysis, higher education, higher education management models, educational paradigm, educational services.*

In the 21st century, the educational paradigm is changing: the variable content of education is proposed, new approaches and technologies are proposed, new concepts and ideas are being formed.

The content of education in Kazakhstan reflects the introduced educational model built on the Bologna concept. 90s will enter the history of Kazakhstan as a decade of reforms in education, where the most significant changes have affected the higher education system. Recently, Kazakhstan became one of the countries participating in the Bologna process.

More and more often, with respect to Kazakhstani higher education, there are voices about new management models that would meet the requirements of modern global processes, international socio-economic and political trends, would allow our traditional universities to successfully compete with non-state educational institutions and international organizations providing educational services.

The proposed models of management, new university management often borrow foreign mechanisms that do not always correspond to the national cultural traditions in general and the traditions of university education in particular. On the basis of the theoretical analysis of the literature on the research problem, in Table 1 we can single out the most clearly outlined and characteristic national models of universities.

The main points discussed above allowed us to draw conclusions that in the context of the accession of Kazakhstan's high school to the Bologna process and as a result of entering the European and global educational services market due to the influ-

ence of globalization processes, it is recommended to take into account the balance advantages and disadvantages of participation of the national higher education in the Bologna process (BP) (see table 2).

Table 1

National models of universities

Country	Characteristics of the university model
Germany	The main focus is on research. The results of the research work of the teaching staff are immediately transformed into material for curricula, used for educational purposes.
Great Britain	Increased attention to the development of the individual student, his individual abilities. Hence, the concept of liberal education, the preference of graduates with wide intellectual abilities and special personal qualities, the formation of which is like the super task of the university
France	Strict hierarchical subordination to the state. The high degree of division of scientific activity into “science inside” and “science outside” of the university. The pragmatically oriented “science outside” universities activate their work towards the professionalization of education.
USA	All three models of higher education in Europe are consistently implemented: the first stage (colleges with 4 years of training) is the English system, the second stage is (universities with 6 years of training) the French system of vocational training. At the third stage, the research function of higher education is characteristic, which is characteristic of Germany.
Japan	In many ways, it has a clan feature. Universities are more focused on established links with certain segments of society, groups of consumers of educational services, on their priorities and expectations, on the traditions of firms in relation to staff, on the requirements of the general atmosphere of the firm.
Russia	Substantial internationalization of education for training for international corporations. The reorientation of future domestic specialists to the principles, methods and values inherent in highly developed countries. This is manifested when choosing the language of instruction, terminology, textbooks, methods, examples for analysis, criteria for evaluating learning outcomes.

Table 2 presents the advantages and disadvantages of higher education in the Bologna process. The brief analysis of American and Western European trends in the development of higher education suggests that even modern international processes in education often rely on national peculiarities.

This is most pronounced in the American system of higher education. The European educational space is trying to resist American influence, relying on national peculiarities in the organization of higher education. Therefore, taking into account the West European experience and becoming an active participant in the Bologna process, the Kazakhstani higher school should preserve its national characteristics, the “spirit” of culture. This is necessary in order for Kazakhstan's higher education to remain truly higher, and not just become a professional utilitarian education.

The current situation in the higher education market suggests that both rethinking the role and place of education in society, adequate to the tasks of integrating Kazakhstan into global civilization processes, and improving the entire education system are necessary.

Table 2

Advantages and disadvantages of high school in the Bologna process

Advantages	Disadvantages
Improving the quality and level of education and science; increasing the competitiveness of the Kazakhstan education system, universities and graduates;	Loss of specificity and as a result of the competitive advantages of domestic higher education;
Increasing export of educational services (by means of increasing joint diploma programs; increasing double degree programs);	Outflow of specialists from Kazakhstan (“brain drain”);
Increasing internship programs for students and teachers; increasing academic exchange programs; integration of advanced curricula and manuals of foreign authors in the educational process;	The complexity of the implementation of the main components of the BP (two-tier structure of diplomas: bachelor, master);
Creating a system of mutual recognition of educational documents, courses, modules;	Credit transfer system; the form of the Diploma Supplement under the Lisbon Convention on the mutual recognition of diplomas;
Increasing the competitiveness of graduates in the labor market; increase academic mobility of graduates;	Level of costs for the implementation of the main components of the BP;
Ensuring the comparability of principles, procedures and criteria of quality control systems;	The difficulty of overcoming language, organizational, informational, resource, regulatory, meaningful barriers (on the main components of the BP);
Intensification of academic mobility;	Monopolization of the Kazakhstan market of educational services by Western universities and markets due to the lack of competitiveness of the education system of Kazakhstan.
Creation of a unified educational information space and recognition of diplomas of Russian universities.	Joint curricula and double degree programs);

A special place in solving these problems is given to research methods in determining the factors that influence the market of vocational education and justifying the conditions for increasing the efficiency of its functioning. All this pushes to search for ways that optimize the transition of the Kazakhstan market of educational services to the Bologna process, and in this regard, the formation of a high-quality and promising system of management and functioning of universities using innovative approaches becomes important.

List of literature

1. Гуревич Л.Я., Жакенова К.А. Высшая школа Казахстана после десятилетия реформ: взгляд изнутри // www.marketing.spb.ru
2. Зарубежный опыт реформ в образовании // Высшее образование сегодня. 2001. №2. – С. 60 – 67.
3. Новаторов Э.В. Международные модели маркетинга услуг // Маркетинг в России и за рубежом. 2000. №3. – С. 91 – 97.
4. Шукшунов В.Е. Новые роль и миссия образования в развитии общества в XXI веке // www.marketing.spb.ru

5. Эпштейн А. Система высшего образования Израиля в эпоху перемен//Высшее образование в России. 2000. №6. – С. 138 – 149.

ДАТЧИК ОСВЕЩЕННОСТИ С ЧАСТОТНЫМ ВЫХОДОМ. ВЫВОД НА РЫНОК И ПРИМЕНЕНИЕ

Е.А. Иващенко, А.С. Иващенко

*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники,
Томский политехнический университет*

Аннотация. Статья посвящена датчику освещенности с частотным выходом, разработанного на основе физического эффекта. В статье рассматриваются конкурентные преимущества данного датчика, варианты применения датчика освещенности с частотным выходом и Варианты вывода на рынок датчика освещенности с частотным выходом.

Ключевые слова: *датчик освещенности, частотный выход, осциллятор, исследование рынка.*

ILLUMINATION SENSOR WITH FREQUENCY OUTPUT. CONCLUSION ON THE MARKET AND APPLICATION.

E.A. Ivaschenko, A.S. Ivaschenko

*Tomsk State University of Control System sand Radioelectronics,
TomskPolytechnicUniversity*

Abstract. The article is devoted to the light sensor with frequency output, developed on the basis of the physical effect. The article discusses the competitive advantages of this sensor, the options for using a light sensor with frequency output and Options for launching a light sensor with a frequency output to the market.

Keywords: *lightsensor, frequencyoutput, oscillator, marketresearch.*

На сегодняшний день, нет разработанных датчиков освещенности с частотным выходом. Существует лишь заметное число схемных решений, где светодиод подключается к источнику усиления выходного сигнала и аналого-цифровому преобразователю.

В настоящее время для включения внешнего освещения чаще всего используют датчики освещения. Они дают возможность экономить на потреблении электроэнергии, а также автоматизируют подключение освещения при наступлении темного времени суток.

Датчик освещения – это датчик, который включает или выключает электрический свет в зависимости от уровня освещенности окружающего пространства.

Датчик освещенности является устройством, входящим в систему автоматического управления освещением, в зависимости от степени освещенности пространства. Он подключает и отключает свет в автоматическом режиме, чаще всего снаружи помещений: витрин магазинов, освещение автомобильных дорог, тротуаров, въездов в гаражи, подъезды домов.

Чаще всего датчики освещенности изготавливаются на основе фотодиода, фоторезистора, фототранзистора. Принципиальная схема работы датчика освещенности представлена на Рисунке 1.



Рис. 1. Принципиальная схема работы датчика освещенности

Датчики уличного освещения для нормального функционирования должны подключаться к электрической сети. На клеммы датчика должны подходить фазный и нулевой проводники. В датчике имеется также третий вывод, подающий сигнал на линию освещения.

Датчик подключается к усилителю сигнала, который соединен с силовым реле и подает питание на приборы освещения.

В зависимости от освещенности изменяется сопротивление чувствительного элемента. Чем меньше освещенность, тем больше сопротивление. При достижении заданной величины напряжения датчик выдает сигнал на усилитель, который приводит в действие реле. Это реле замыкает цепь приборов освещения. Вследствие этого на них подается питание, и включается свет [1].

Аналоговый характер информации, представленной в природе, определяет аналоговый характер датчиков различных физических величин (ФВ), особенно ярко выраженный в докомпьютерный период развития техники. С широким развитием цифровой техники (микроконтроллеров, микропроцессоров, компьютеров) возникла проблема сопряжения аналогового сигнала датчика с цифровыми устройствами. Эта проблема решается преобразованием аналогового сигнала в частотный (переменный, импульсный с определенной частотой), который проще ввести в компьютер, либо – преобразованием в цифровой сигнал, в последовательность импульсов, соответствующую цифровому двоичному коду. Для технического решения этой задачи используется сложная электронная техника: усилители, аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и источники их питания.

Альтернативой аналоговым датчикам являются датчики с частотным выходом, генерирующие переменный сигнал, в котором информационным параметром является частота, значение которой зависит от значения ФВ. Частотные датчики обладают целым рядом преимуществ, из которых главным является их высокая помехозащищенность, обусловленная тем, что электромагнитные помехи не могут исказить значение частоты переменного сигнала. Это позволяет по простой двухпроводной линии (в ряде случаев – однопроводной) передавать частотный сигнал на значительные расстояния до нескольких километров без принятия мер для повышения помехозащищенности.

Интерес к датчикам с частотным выходом привел к созданию международной ассоциации International Frequency Sensor Association (www.sensorsportal.com). В настоящее время известны частотные датчики температуры, давления, магнитного поля и в значительно меньшей степени представлены датчики освещенности с частотным выходом. Большинство таких известных датчиков представляют собой схемные устройства, когда традиционный аналоговый датчик (сопротивление, диод, фотодиод и т.п.) включен в электронную схему (часто выполненную в интегральном виде), преобразующую его сигнал в переменный с определенной частотой или в цифровой кодированный сигнал. Поэтому в особый класс выделяются датчики с частотным выходом, построенные на физическом эффекте (ФЭ), осуществляющие прямое преобразование ФВ в частоту [2].

Одним из таких ФЭ является осцилляторный эффект, физика которого основана на спиральной неустойчивости тока в полупроводниках, возникающей под действием магнитного поля, параллельного протекающему току. Осциллятор – это специальный полупроводниковый диод, размещенный в магнитном поле малогабаритных постоянных магнитов, включенный последовательно с резистором нагрузки (R_H) и источником питания. Соединительные провода могут достигать нескольких километров без ущерба для работы осциллятора.

Возможность электронной перестройки частоты осциллятора обусловлена зависимостью частоты от напряжения питания $f(U)$ и силы тока $f(I)$, протекающего в цепи осциллятора. Это означает, что частотой осциллятора можно управлять изменением величины добавочного резистора (R_D), включенного дополнительно в цепь осциллятора. Другими словами, с помощью осциллятора можно получить преобразование любого омического сопротивления в частоту осцилляторных колебаний тока и потенциала, то есть осуществить resistor-to-frequency-преобразование. Соответствующий прибор был назван осцилляторный RF-преобразователь.

Частота осциллятора зависит от ряда внешних физических факторов, что позволило создать на основе кремниевых осцилляторов опытные образцы и исследовать их характеристики: датчики с частотным выходом магнитной индукции и температуры. Конструкцию RF-преобразователя можно увидеть на рисунке 2.

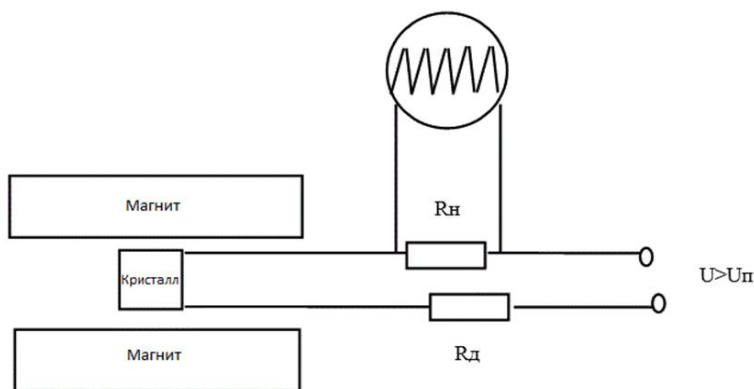


Рис. 2. Конструкция RF-преобразователя

Конструкция RF-преобразователя предусматривает включение в цепь осцилляторного добавочного (переменного) резистора и предусматривает помещение осциллятора в малогабаритный термостат для исключения влияния температуры (T) на параметры осциллятора и частоту. Температурную стабилизацию частоты осциллятора можно получить и другим способом, если включить в цепь осциллятора компенсирующий резистор с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. В любом случае зависимость $f(U)$ или $f(I)$ более сильная, чем $f(T)$ и в ряде практических случаях температурной погрешностью можно пренебречь.

Осцилляторный RF-преобразователь обладает рядом достоинств:

- 1) прямое преобразование сопротивления в частоту;
- 2) линейность характеристики преобразования;
- 3) высокая помехозащищенность, в том числе, в условиях промышленных помех, так как полезная информация заключена в частоте, а не в амплитуде переменного сигнала;
- 4) удобство и высокая точность частотных измерений;
- 5) частотный выход упрощает преобразование в цифровой код;
- 6) высокая амплитуда выходного сигнала, что позволяет не применять усилитель.

При использовании вместе с RF-преобразователем в качестве РД выпускаемых промышленностью фоторезисторов можно получить датчик освещенности с частотным выходом.

Проанализировав рынок датчиков освещенности было выделено 2 потенциальных потребителя нашего товара.

Компании, по установке систем видеонаблюдения, пожарных систем, систем освещенности.

Компании по производству Систем управления освещенностью.

Большая заинтересованность в покупке данного товара у Компаний по производству систем управления освещенностью. Такие компании производят системы в больших количествах и устанавливают их в новостройках, производственных помещениях, складских помещениях, и т.д.. Компания сможет купить большое количество датчиков и расширить свой рынок потребителей на Учебные заведения (школы, детские сады).

В данных компаниях есть все для успешных продаж датчиков освещенности. Завоеванное доверие, клиентская база и контракты с государственными органами на предоставление своих услуг.

Система управления освещением — это интеллектуальная сеть, которая позволяет обеспечить нужное количество света, где и когда это необходимо [3].

Большинство таких систем способны в автоматическом режиме регулировать освещение. Автоматизация представляет собой один из трех основных механизмов оптимизации освещения, наряду с использованием энергоэффективных ламп и грамотным расположением светильников [4].

Системы управления освещением применяются для максимизации экономии энергии, в том числе с учетом строительных норм, стандартов

строительства и энергосберегающих программ. Системы управления освещением часто встречаются под названием умное освещение. Если термин «управление освещением» обозначает отдельные светильники, которые необходимо включать и выключать вручную, то понятие «система управления освещением» это светильники, датчики и различные вспомогательные устройства, объединенные в единую систему, которая при необходимости может работать самостоятельно.

Система управления освещением может включать:

- Умные выключатели, способные включаться и выключаться автоматически.
- Умные диммеры, способные менять мощность освещения.
- Умные лампы, способные включаться, выключаться, менять мощность, цветовую температуру и цвет.
- Светодиодные ленты.
- Датчики движения.
- Датчики присутствия.
- Датчики открытия (двери, окна, дверцы и так далее).
- Датчики света.
- Дополнительные дистанционные выключатели[5].

Система управления освещением также может взаимодействовать с другими системами здания например Пожарной сигнализацией.

Необходимость внедрения систем управления освещением в офисных зданиях, гостиницах и т. д., обусловлена рядом факторов. Существуют обязательные требования по энергосбережению в городах, а также соответствие Green-сертификатам, которые очень жестко регламентируют средний расход электроэнергии для освещения на единицу площади. Хотелось бы выделить, что обеспечить необходимый нормируемый уровень освещенности рабочей поверхности без использования системы управления освещением практически невозможно.

Буквально в каждом 5 городе России есть компания по производству датчиков освещенности и систем освещенности. Благодаря этому выйти на рынок будет довольно легко, имея преимущества датчиков освещенности с частотным выходом. А именно:

Рассмотрим варианты применения датчика освещенности с частотным выходом. На сегодняшний день есть требования к аттестации рабочих мест и контроль освещенности необходим почти в каждой существующей организации. Самый пристальный контроль со стороны проверяющих идет на детские сады, школы, университеты, медицинские организации и т.д. В связи с этим можно устанавливать датчики освещенности с частотным выходом в любую существующую организацию. А также датчики освещенности с частотным выходом можно интегрировать с системой управления освещением, за счет чего мы получим удешевление данной системы. Рассмотрим на примере выгоду от интеграции с датчиком освещенности с частотным выходом. Для того чтобы подключить систему управления освещенностью в 1 детском саду необходимо за-

тратить на это 3 дня рабочего времени. В связи с тем что в каждой аудитории необходимо установить по 8 датчиков. В среднем в детском саду по 10 аудиторий на этаже и всего 3 этажа. Подключая стандартную привычную систему с аналоговым датчиком необходимо подвести к каждому датчику источник питания, определить расположение самого блока питания и отладочной платы, надежно закрепить их. При использовании датчика с частотным выходом необходимо прикрепить датчик и проложить провода подключения к системе управления, что значительно сокращает время на установку. Сокращая время на установку систем освещенности. И используя датчик освещенности с частотным выходом, мы отказываемся от усилителей сигнала. Усилитель сигнала просто не нужен так как частота не теряется на расстоянии.

Рассмотрим варианты вывода на рынок датчиков освещенности с частотным выходом. Для того, чтобы выйти на рынок с новым продуктом, необходимо оценить конкурентоспособность товара. Конкурентоспособность, можно увидеть из преимуществ нашего датчика, которые представлены ранее. Вторым этапом будет формирование ценовой политики. Необходимо предоставить потребителю такую цену на товар, чтобы он мог с легкостью приобрести такой датчик. Так-же необходимо помнить, что:

- цена должна покрывать затраты, связанные с производством данного продукта;
- предприятие нацелено на получение максимальной прибыли, поэтому необходимо проверить какую цену готовы принять отдельные сегменты рынка;
- в рыночной экономике продавцы, в основном, конкурируют между собой, поэтому цена, которую потребитель готов заплатить существенно зависит от предложения конкурентов.

И самым главным этапом на стадии выхода на рынок является работа над рекламой. Сделав необходимые расчеты, можно точно утверждать, что лучшие варианты рекламы датчиков освещенности с частотным выходом, это:

- рассылка в сети интернет;
- участие в конференциях и выставках, где представлены аналогичные товары;
- создание сайта компании с ассортиментом датчиков освещенности и описанием их технических характеристик.

Подробнее рассмотрим участие в выставках и конференциях.

С точки зрения рекламы большую пользу принесет участие в выставках где представлены различные системы освещенности и новые технологии, технологии умного дома. Для участия в выставке требуется собрать иметь готовый образец датчика освещенности с частотным выходом. На сегодняшний день самая крупная выставка с технологиями «Умный дом» EuropeanUtilityWeek. В 2019 году она будет проводиться в Париже. Периодичность проведения данной выставки 1 раз в год.

Это крупнейшая европейская выставка-конференция современных решений для электрических сетей. Выставка посвящена интеллектуальным сетям,

интеграции возобновляемых источников, интеллектуальному учету и умным зданиям.

Выставка European UtilityWeek 2014 испытала сильный рост, развитие бизнеса в области лучших практик и инноваций в коммунальном хозяйстве и стала выдающийся платформой для ведения бизнеса, обмена знаниями и примерами наилучшей практики и инноваций. В 2014 году в выставке приняли участие 9167 человек - на 27% больше по сравнению с 2013 годом, 350 коммунальных хозяйств представлено, 1949 делегатов и 376 экспонентов.

В 2016 году в Барселоне в выставке участвовало 550 компаний, в том числе в составе 14 национальных павильонов.

В 2017 в Амстердаме было 12000 посетителей из более 100 стран, 550 экспертов индустрии и 90 спикеров. Также на выставку приходят студенты со своими стартапами. Например, в 2017 году на выставки приняли участие 50 студентов со своими инновационными продуктами[6].

В век информационных технологий, почти каждый производитель товара имеет свой сайт с ассортиментом продукции. Для того чтобы быстрее выйти на рынок необходимо разработать свой сайт. С каждым годом, потребители увеличивают число обращений в сеть интернет с интересующими запросами. Разработав сайт по продаже датчиков освещенности с частотным выходом, часть потребителей будут привлекаться с помощью сети интернет.

Рассмотрим и третий вариант рекламы датчиков освещенности с частотным выходом. Почти каждый 2 человек на планете знает, что такое электронная почта и пользуется ей. По всему миру продаются базы данных, содержащие электронные почты, как компаний, так и физических лиц. Затратив средства на покупку необходимой базы данных и, делая периодическую рассылку, можно существенно расширить воронку продаж и круг потребителей.

Список литературы

1. Датчики освещения. Виды и устройство. Работа и применение [Электронный ресурс] URL:<https://electrosam.ru/glavnaja/jelektroobustrojstvo/osveshhenie/datchiki-osveshcheniia/> (Дата обращения 16.11.2018).
2. Дробот П.Н., Дробот Д.А. Осцилляторные сенсоры с частотным выходом/Дробот П.Н., Дробот Д.А.// Южно-Сибирский научный вестник. 2012. № 1. С. 120-123.
3. DiLouie, Craig Lighting controls handbook/DiLouie, Craig //Lilburn, Ga. 2008. С. 239.
4. Аналитический центр при правительстве России. Оптимизация освещения. 2017. С. 8-12.
5. Боос Е.Г. Автоматизированные системы управления освещением – это сегодня наиболее перспективный инструмент энергосбережения/ Боос Е.Г.// журнал Энергосовет. 2011. № 2 (15). С. 33-35.
6. EuropeanUtilityWeek 2019 - выставка-конференция умных домов, измерений, биллинга, CRM, передачи, распределения и умный электросетей [Элек-

тронный ресурс] URL: <https://expoclub.ru/db/exhibition/view/european-utility-week/> (Дата обращения 18.11.2018).



КЛАССИФИКАЦИЯ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.И. Исаев, Л.А. Климова

Белорусско-Российский университет

Аннотация. Стратегическое планирование является необходимым условием развития предприятия. Стратегия представляет собой четко продуманный план деятельности предприятия и диктует менеджерам правила, согласно которым компания сможет добиться успехов и лидирующих позиций на рынке. Главная задача управленцев компании из великого множества классификаций стратегий развития предприятия правильно выбрать вид внедряемой стратегии, рационально оценивая слабые и сильные стороны своей хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: стратегия, классификация, рынок, анализ, управление.

CLASSIFICATION OF ENTERPRISE DEVELOPMENT STRATEGIES

D.I. Isaev, L.A. Klimov

Belarusian-Russian University

Abstract. Strategic planning is a prerequisite for the development of the enterprise. The strategy is a well-thought-out plan for the enterprise and dictates to managers the rules according to which the company can achieve success and leadership in the market. The main task of the company's managers from a great variety of classification is the strategy for the development of an enterprise to correctly choose the type of strategy being implemented, rationally assessing the strengths and weaknesses of its business activities.

Keywords: strategy, classification, market, analysis, management.

Нельзя поспорить с утверждением о том, что современная рыночная экономика ставит перед организациями жесткие условия конкуренции, что обуславливает каждую организацию разрабатывать собственную стратегию развития. Ввиду этого весьма актуально изучение управленцами компаний современной классификации стратегий развития предприятия.

Сущность самого процесса разработки стратегии представляет собой огромную сложность и обуславливается проведением комплексного анализа, основанного на определении путей развития предприятия, которые прямым образом зависят от первоначальной цели функционирования, от уровня внутреннего потенциала и благоприятных внешних условий, наличия возможностей использования дополнительных производственных мощностей, степени конкурентной среды на рынке и др.

Сложностью в определении стратегии предприятия является учет множества второстепенных и постоянно изменяющихся факторов, а также, зачастую, принятия во внимание противоречащих друг другу целей.

Учитывая мнения разных ученых [1, 2, 3, 4], главными характеристиками стратегий на предприятиях с массовым и серийным производствах считаются следующие:

- отсутствует немедленная реализация стратегии, должен пройти некоторый промежуток времени в зависимости от кратко-, средне - или долгосрочной цели;
- ее разработка направлена на развитие стратегических проектов методом потока;
- отсутствие возможности спрогнозировать все альтернативные варианты;
- успешное использование стратегии предусматривает обратную связь ввиду наличия внешних и внутренних изменений, которыми необходимо управлять;
- для выбора проектов применяются стратегии и ориентиры, которые являются взаимодополняемыми.

Стратегия предприятия представляет собой совокупность инструментов регулирования, которые имеют пять основных признаков, в основе которых стратегии могут классифицироваться, а именно:

- стратегии рыночного поведения организации (активного развития, адаптационной стабилизации);
- стратегии, направленные на выявление тенденций в организационном развитии и ресурсном обеспечении (интеграционные, стратегии, ориентированные на дифференциацию);
- функциональные стратегии организации, которые представляют собой часть общей стратегии (маркетинговые, финансовые, продуктовые, кадровые, стратегии изменений (развития) [5].

Представленная классификация не является единственной и научной литературе, выделяется множество других принципов классификации стратегий, которые со временем дополняются и совершенствуются.

В зависимости от приведенных ниже классификационных признаков выделяют и другие стратегии развития предприятия, представленные в таблице 1.

В зависимости от правильно выбранной стратегии по определенному классификационному признаку управленцы компаний смогут грамотно подходить к вопросам механизмов реализации поставленных краткосрочных и среднесрочных целей.

Таблица 1

Классификационный признак	Наименование стратегии развития
Общая экономическая направленность	лидерство, выживание, ликвидация
Организационная направленность	поглощение, слияние
Интеграция	горизонтальная, вертикальная
Диверсификация	внутриотраслевая, межотраслевая
Цель	прогрессивное развитие, регрессивное развитие
Поведение на рынке	агрессивное, консервативное
Источник развития	собственные средства, заемные средства, привлеченные средства
Наличие налоговых льгот	существуют на все виды деятельности, существуют на отдельные виды деятельности, отсутствуют

Продолжение таблицы 1

Наличие таможенных льгот	существуют на всю продукцию, существуют на отдельные виды продукции, отсутствуют
Квоты на экспортно-импортные операции	существуют на всю продукцию, существуют на отдельные виды продукции, отсутствуют
Функциональная направленность	маркетинговые исследования, инновации, поставка, производство, реклама, сбыт, сервис
Период	долгосрочный, среднесрочный, краткосрочный

Существует и другая классификация, которая на данный период считается широко применяемой во многих школах менеджмента и зависит от характера развития компании:

- 1) стратегия роста, включающая стратегию концентрации, диверсификации и вертикальной интеграции;
- 2) стратегия стабилизации;
- 3) стратегии защиты (стратегия сбора урожая, поворота, банкротства, ликвидации);
- 4) стратегии сокращения.

Стратегии роста выбираются менеджерами компаний с целью привлечения финансовых средств, освоения новых сегментов рынка, привлечения инвесторов. Особенностью данных стратегий является осознанный выбор ее менеджерами в условиях высокого риска ввиду того, что отсутствуют точные данные о приросте прибыли при быстром увеличении производства товаров и услуг особенно при сильной конкуренции на рынке.

Если брать во внимание темпы развития фирмы, которые зависят от роста прибыли, продаж, всех видов активов, можно выделить следующие подгруппы стратегии роста:

- стратегия суперроста или гиперроста (предприятия, получившие высокие показатели роста в течение 10 лет и достигшие показателя по продажам в стоимостном выражении более 1 млрд.4 долл.);
- стратегия динамичного роста (применяют те фирмы, у которых темпы роста превышают средние показатели на рынке, однако не являются лидерами);
- стратегия скачкообразного роста (скачка) (характерна для фирм с резким скачком показателей роста);
- стратегия умеренного роста (компания стремится придерживаться средних темпов развития по рынку);
- стратегия медленного роста (компания стремится увеличить экономический потенциал, однако темпы роста ниже средних темпов роста на данном рыночном сегменте).

Стратегии стабилизации, защиты и выживания характеризуются сохранением рыночного сегмента и долевой части рынка. Главной задачей их является осуществление поиска внутреннего потенциала, а также прибыльных рыночных возможностей с наименьшими показателями риска.

Стратегии сокращения характеризуются стремлением к наименьшим затратам к тем частям хозяйственной деятельности компании, которые приносят убыток. Главными действиями менеджеров при осуществлении этой стратегии является кардинальное изменение предприятия, его реорганизация, постепенный переход к стратегиям стабилизации и роста. Если это не удастся, то ставится задача выйти с рынка с минимальными потерями при закрытии бизнеса.

Не всегда верно утверждение о том, что путь решения многих проблем фирм исходит в выборе стратегии только одного вида. И. Ансофф в принципах стратегического управления привел гипотезу многоэлементности, отвергающую предположение о том, что один какой-то компонент управления, будь то ключевые менеджеры, структура, культура или система являются главным условием успеха. Наоборот успех компании — результат взаимодействия и взаимодополнения нескольких ключевых элементов (хотя при определенных условиях один или несколько компонентов могут преобладать над другими [6]. В соответствии с данным утверждением ученый выделяет следующую классификацию стратегий развития предприятия:

- продуктовая (отвечает за товарную продукцию, предоставляемую на рынке в нужных объемах);
- стратегия выбора и развития технологий (определяет типы технологий, производственные мощности, уровень их конкурентоспособности);
- ресурсная (детализируют виды ресурсов и их объемы, применяемые в производстве, а также перечень поставщиков данных ресурсов, отвечает за контроль качества поставляемых материалов и сырья и экономию сырья);
- инновационная (разрабатывает инновационную политику организации, в соответствии с которой принимается решение о внедряемых инновациях, определяются сроки и затраты на их разработку);
- логистическая (определяет оптимальные маршруты поставки сырья и доставку продукции клиентам);
- маркетинговая (определяет, ценовую политику, политику сбыта товара, отношения с клиентами, поведение с конкурентами, рекламную деятельность);
- финансовая (отвечает за разработку способов привлечения, а также за объем привлеченных финансовых ресурсов, количественное выражение собственного и заемного капитала, достижение высоких финансовых показателей, движение денежных потоков и иные финансовые критерии);
- инвестиционная (осуществляет поиск источников инвестиций, источников их финансирования, определяет виды производства, необходимые для внедрения инвестиционного проекта, подсчитывает отдачу от различных видов инвестиционных проектов с целью получения максимальной экономической эффективности);
- стратегия формирования и поддержания имиджа (PR — Public Relations) (отвечает за обладание компанией привлекательного образа для потребителей посредством принятия участия во многих социальных проектах и акциях, направленных на помощь тяжело больных, малообеспеченным слоям населения и др.).

Рассмотренные стратегии имеют единую конечную цель – это расширение внутренних возможностей предприятия, развитие сильных сторон, которые в последующем приведут компанию к лидирующим позициям на рынке [7].

Таким образом, разработка и выбор подходящей в данный промежуток времени стратегии для компании является сложным, творческим процессом, в котором неуместны стандартные шаблоны и наборы действий. Данный процесс должен иметь творческий подход ко всем моментам работы.

Рыночная среда располагает различными комбинациями факторов вследствие чего могут быть разработаны множество разнообразных видов стратегий развития предприятия. Главной задачей менеджеров компания выступает разработка стратегии продвижения продуктов на рынке и удержание конкурентных преимуществ в течение длительного промежутка времени.

Понимание менеджерами и руководителями компаний сущности стратегий, их особенностей образует важнейший компонент базы знаний менеджмента компании в целом.

Список литературы

1. Гапоненко А.Л., Стратегия социально-экономического развития / А.Л. Гапоненко. – М.: Изд-во РАГС, 2001. – С. 17 – 31.
2. Мескон М.Х. Основы менеджмента / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – М.: Дело, 1992. – С. 256 – 269.
3. Минцберг Г. Стратегический процесс / Г. Минцберг, Дж.Б. Куинн, С. Гошал. – СПб.: Питер, 2001. – С. 290 – 298.
4. Томпсон А.А. Стратегический менеджмент / А.А. Томпсон, А.Дж. Стрикленд. – М.: Юнити, 1998. – С. 47 – 69.
5. Савицкая Г.А. Анализ хозяйственной деятельности предприятия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.smartcat.ru/Terms/term_7335008.shtml. Дата обращения: 16.11.2018г.
6. Ансофф И. Стратегическое управление. Москва: Экономика, 1989. – С. 121-125.
7. Арутюнова Д.В. Стратегический менеджмент: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - С. 52-53.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Н.Б. Кайсанова, А.Т. Казыкешова

*Восточно Казахстанский Государственный Технический Университет
имени Д. Серикбаева*

Аннотация. Эффективность производства — является ключевой категорией современной рыночной экономики, которая напрямую связана с достижением цели развития как каждого предприятия в отдельности, так и общества в целом. Такие проблемы как, качества образования, подготовки и переподготовки специалистов привела к необходимости модернизации всей сети вузов. Выявлена тенденция увеличения финансирования расходов на образование из средств бюджетов различных уровней. Рассмотрено одно из направлений

повышения качества образования – разработка вузами инновационных образовательных программ и возможность получения государственной поддержки на их осуществление.

Ориентиры для таких инноваций предложены в Послании народу Казахстана «Новый Казахстан в Новом мире» Президента Республики Казахстан Н.Назарбаев. В нем, в частности, говорится следующее: «Нам нужна современная система образования, соответствующая потребностям экономической и общественной модернизаций». И далее: «Главным критерием успеха образовательной реформы является достижение такого уровня, когда любой гражданин нашей страны получив образование и квалификацию, может стать востребованным специалистом в любой стране мира» [1]. Приведены способы расчета экономического эффекта от мероприятий, планируемых для развития вуза. К показателям экономического эффекта относятся такие, как доходы, прибыль, экономия текущих затрат на осуществление образовательной деятельности, снижение себестоимости обучения студентов. Повышение качества и конкурентоспособности образовательных услуг возможно при наличии и эффективном использовании всех видов ресурсов и прежде всего финансовых ресурсов.

Ключевые слова: *экономический эффект, инновационные образовательные программы, экономический результат.*

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE ESTIMATION EFFICIENCY OF EDUCATIONAL PROGRAMS

N.B. Kaisanova, A.T. Kazykeshova

D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University

Summary. Production efficiency is a key category of a modern market economy, which is directly related to the achievement of the development goal of each enterprise individually, and society as a whole. Problems such as the quality of education, training and retraining of specialists led to the need to modernize the entire network of universities. The tendency of increasing the financing of education expenses from the budgets of various levels has been revealed. Considered one of the ways to improve the quality of education - the development of innovative educational programs by universities and the possibility of obtaining state support for their implementation.

Landmarks for such innovations are proposed in the New Kazakhstan in the New World by the President of the Republic of Kazakhstan N.Nazarbayev in the Messages to the People of Kazakhstan. In particular, it states the following: “We need a modern education system that meets the needs of economic and social modernization.” And further: “The main criterion for the success of educational reform is the achievement of a level where any citizen of our country, having received education and qualification, can become an in-demand specialist in any country of the world” [1, p. 25].

The ways of calculating the economic effect of the activities planned for the development of the university are given. The indicators of the economic effect include such as income, profit, savings in current costs of educational activities, reducing the cost of training students. Improving the quality and competitiveness of educational services is possible with the availability and effective use of all types of resources and all financial resources.

Keywords: *economic effect, innovative educational programs, economic results.*

Эффективность производства — является ключевой категорией современной рыночной экономики, которая напрямую связана с достижением цели развития как каждого предприятия в отдельности, так и общества в целом. Чтобы провести измерения эффективности работы организации используется определение экономической эффективности. Это понятие показывает результат

производственно-хозяйственной деятельности организации, которая определяется путем соотношения полученных результатов и затрат, расходуемых на реализацию будущих результатов. Под результатами в экономике понимается итог использования или применения ресурсов [2, с 49].

Важным критерием социально-экономической эффективности является уровень удовлетворения конечных потребностей общества и прежде всего, потребностей, которые связаны с развитием личности. Социально-экономической эффективностью обладает та экономическая система, которая в наибольшей степени обеспечивает удовлетворение многообразных потребностей людей: материальных, социальных, духовных, гарантирует высокий уровень и качество жизни. Основой такой эффективности служит оптимальное распределение имеющихся у общества ресурсов между отраслями, секторами и сферами национальной экономики.

Экономическая эффективность выражается в таком показателе как прибыль, он является основным и одним из главных итогом работы любой коммерческой организации. Но так как бюджетное учреждение это некоммерческая организацией, то экономический эффект играет второстепенную роль. [3, с 154].

Для некоммерческих организаций, социальный эффект является главным показателем эффективности, так как именно от него зависит уровень финансирования со стороны государства. Как итог, показатели величины и значимости социального эффекта работы организации для общества, должны отвечать перед государством за достижение намеченного социального эффекта. Но так как современные бюджетные учреждения не могут существовать только за счет бюджетного финансирования, следует уделить большое внимание повышению количества финансовых средств за счет ведения деятельности, которая приносит дополнительный доход в бюджет организации. Сперва был проведен анализ экономической эффективности деятельности университета [4, с 277].

По итогам проведения анализа была выявлена высокая социальная и финансово-экономическая эффективность. Два этих критерия способствуют дальнейшему развитию университета и повышению его экономической эффективности. В качестве возможных путей повышения экономической эффективности были рассмотрены два пути. По первому пути университет должен повысить свою социальную эффективность, а второй путь направлен на повышение финансово-экономической деятельности университета. Предприятие и высшее учебное заведение выступают двумя сторонами образовательного процесса. Вуз — производит специалистов, а предприятие — потребляет их. Решение вопроса о подготовке нужных экономике специалистов реально реализовать лишь при тесном контакте учебного заведения и предприятий, необходимо создание системы, когда работодатель сможет влиять на состав образовательной программы и заказывать нужных ему специалистов, ориентированных на конкретное предприятие, а вуз иметь полигон, на котором в процессе обучения сможет «опробовать» качество и степень подготовки

своих студентов. Такое взаимодействие позволит выявить перспективные направления деятельности вуза и создать на предприятиях интеллектуальный капитал, способный разработать, а затем и реализовать стратегическое направление развития предприятия.

Качество подготовки специалистов — один из основных показателей, определяющий конкурентоспособность высшего учебного заведения, поэтому позиционирование вуза на рынке образовательных услуг в решающей степени зависит от эффективности его взаимодействия с предприятиями-потребителями выпускников высших образовательных учреждений. Но высшие учебные заведения заинтересованы в сотрудничестве с предприятием не только как с поставщиком информации, необходимой для подготовки полноценного специалиста, но и как с дополнительным источником внебюджетных доходов вуза. Однако предприятие может быть не только потребителем выпускников образовательного учреждения, но и выступать в роли заказчика научно-исследовательских работ, поставщиком докторантов, слушателей курсов переподготовки и повышения квалификации, специалистов для получения второго образования и пр. Таким образом, предприятие заинтересовано в получении практически всех видов образовательных услуг, предоставляемых высшим учебным заведением [5, с 990] .

Одним из перспективных направлений интеграции науки и образования в современных Казахстанских вузах стало создание научно-образовательных центров. Обычно такие центры открываются под какие-либо направления, которое характерно либо для того, либо для иного региона, либо для вуза, либо для конкретной научной школы. Их целями являются достижение научных результатов мирового уровня по широкому спектру научных исследований, закрепление в сфере науки и образования научных и научно-педагогических кадров, формирование эффективных и жизнеспособных научных коллективов.

Посредством научно-образовательного центра создается специфическая среда, мотивирующая молодежь к научно-исследовательской работе, которая аккумулирует опыт ученых и ведущих исследователей, передовых научных центров, академических структур, региональных вузов. Формы сотрудничества могут изменяться от круглых столов, дискуссионных симпозиумов, разноуровневых конференций до создания творческих лабораторий, объединенных научных коллективов, созданных под конкретный исследовательский проект или грантовую программу, и др. Основными составляющими работы научно-образовательного центра являются инновационная (конкретная реализация и внедрение в практику фундаментальных исследований, которые реализуются в классических университетах) и интеграционная (объединение науки и образования).

В настоящее время происходит активизация инновационных процессов в национальной экономике и социальной сфере. Решение проблемы активизации инновационной деятельности во многом зависит от насыщения рынка труда специалистами, способными продвигать результаты научных исследований и разработок на рынок наукоемкой продукции. Реализация инновационной

программы вуза должна вести к качественному изменению уровня образования, научных разработок и эффективности их внедрения. Ресурсы, привлекаемые к реализации такой программы, должны соответствовать масштабу заявленных ею задач. Предполагаемые результаты реализации программы должны быть обоснованными и устойчивыми. Кроме того, оцениваются эффективность организационной и финансовой поддержки программы внешними партнерами вуза и ожидаемые эффекты в экономической, социальной и научной сферах.

Состояние инновационного потенциала вуза определяется по следующим показателям в динамике за три последних года:

- эффективность научной и инновационной деятельности;
- состояние подготовки кадров;
- интеллектуальный потенциал вуза;
- обеспеченность инновационной деятельности материальной и информационной базой.

Далее приведены способы расчета экономического эффекта для мероприятий, планируемых при развитии вуза. Расширение инфраструктуры вуза, совершенствование его материально-технической базы, увеличение количества специальностей и направлений обучения приведет к росту объемов и качества подготовки специалистов.

Дополнительно получаемые доходы от роста объемов подготовки определены, исходя из средней стоимости обучения и среднего прогнозируемого увеличения контингента по сравнению с предыдущим годом:

$$D_i = \sum N_i * P_i, \quad (1)$$

где N_i – среднее увеличение студентов по видам подготовки; P_i – средняя стоимость обучения 1 студента в год, тыс. тг.

Создание электронной библиотеки позволит сократить затраты на приобретение литературы. В данное время коэффициент обеспеченности литературой составляет 0,5. При увеличении коэффициента до значения, равного 1,0, необходимо будет увеличить книжный фонд вдвое, это приведет к тому, что площадь библиотеки, количество персонала библиотеки и текущие затраты по содержанию книжного фонда возрастут почти вдвое. Приобретение электронной учебной литературы сократит затраты вуза по созданию книжного фонда.

Расчет экономии расходов вуза при создании электронной библиотеки можно выполнить по формуле:

$$\Delta \mathcal{E} = N_{ст} * D * n (\Delta k * \mathcal{C} - k_{эл} * \mathcal{C}_{эл}), \quad (2)$$

где $N_{ст}$ – среднее количество студентов, обучающихся в вузе за год; D – количество дисциплин, изучаемых в среднем за учебный год; n – количество курсов обучения в среднем; Δk – изменение коэффициента обеспеченности литературой; \mathcal{C} – стоимость «обычного» учебника, руб.; $k_{эл}$ – коэффициент обеспеченности электронными учебниками; $\mathcal{C}_{эл}$ – стоимость «электронного» учебника, тг.

Определить экономию фонда заработной платы от условного высвобождения работников библиотеки при создании электронной библиотеки можно по формуле:

$$\Delta\Phi_{ЗП} = \Delta\text{Чбибл} * 12, \quad (3)$$

где $\Delta\text{Чбибл}$ – условное сокращение численности работников библиотеки; ЗПбибл – средняя заработная плата работника библиотеки в месяц.

Большое внимание уделяется обучению иностранным языкам и студентов, и аспирантов, и других категорий слушателей. При создании института иностранных языков можно определить дополнительно получаемые доходы:

$$D = N_{\text{слушат}} * P_{\text{слушат}} * n_{\text{курс}}, \quad (4)$$

где $N_{\text{слушат}}$ – количество слушателей; $P_{\text{слушат}}$ – средняя стоимость обучения за один курс, руб.; $n_{\text{курс}}$ – количество курсов слушателей в год.

Введение дистанционного обучения позволит студентам-заочникам получать образование по месту проживания. Таким образом, вуз сократит текущие затраты на подготовку заочников. Высвобождаются места в общежитии, нет потребности в расходах на поездку к месту обучения и обратно у студентов и преподавателей, если обучение происходит в филиалах вуза.

При внедрении дистанционного обучения студентов-заочников становится возможным переход на обучение в течение первого года по смешанной системе (кейс-технологии + примерно 20 % от учебного плана аудиторное обучение). При этом произойдет экономия текущих расходов вуза на подготовку студентов:

$$\Delta\text{Э} = \sum N_3 * P_3, \quad (5)$$

где N_3 – среднее количество принятых студентов-заочников в год; P_3 – экономия расходов в среднем на обучение 1 студента-заочника в год при переходе на дистанционное обучение, тыс. руб.

Экономия расходов определена согласно калькуляции себестоимости подготовки студента по заочной форме обучения.

Экономия расходов возможна не только в перечисленных случаях, но и по другим направлениям, касающимся образовательного процесса и обеспечения условий для реализации образовательных программ.

Экономические результаты (дополнительно получаемые доходы, экономия текущих затрат) от реализации программы по годам можно определить исходя из фактических затрат базового года с учетом предполагаемого темпа годового роста цен по формуле:

$$R_i = R_{i-1} * (1 + z_i), \quad (6)$$

где R_i – экономический результат за рассматриваемый год, тыс. руб.; R_{i-1} – экономический результат, полученный за предыдущий год, тыс. руб.; z_i – предполагаемый темп годового роста цен в рассматриваемом году, %.

Мероприятия, предусмотренные инвестиционной программой, позволят получить не только социальный эффект, но и дополнительный доход от вводимых объектов учебно-научной базы и социально-бытовой инфраструктуры. Ряд мероприятий даст возможность сократить текущие издержки вуза на осуществление образовательной деятельности, что в свою

очередь повлияет на уменьшение себестоимости подготовки специалистов в расчете на одного студента.

Таким образом, получаемые результаты от вложения инвестиций в развитие вуза можно определить и в денежном выражении. Полученные результаты расчетов от реализации мероприятий, предусмотренных программой, применяются для определения срока окупаемости инвестиций, чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы рентабельности и других показателей эффективности инвестиций.

Выше приведенные формулы можно использовать для расчетов эффекта и эффективности инвестиций при формировании инновационной образовательной программы, разрабатываемой вузом для участия в конкурсе и получения дополнительного бюджетного финансирования, а также других программ развития инфраструктуры образовательного учреждения.

Повышение качества и конкурентоспособности образовательных услуг возможно при наличии и эффективном использовании всех видов ресурсов и прежде всего финансовых ресурсов. В условиях действия рыночных отношений в экономике очень важно сочетание экономической и социальной эффективности инвестиций в систему высшего профессионального образования.

Список литературы

1. Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана. 28 февраля 2007 г.
2. Греков А. С. Оценка эффективности управления производством на предприятии // Экономика и производство. 2015
3. Экономическая эффективность и конкурентоспособность: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Л. Муромцев, В. М. Тютюнник, О. А. Белоусов, — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2014
4. Зяблов А. А., Васюков Р. В. Повышение экономической эффективности деятельности образовательного учреждения // Молодой ученый. — 2014. — №9. — С. 277-279.
5. Конова Т.А., Конова Т.А., Нестеров В.Л. оценка экономической эффективности инвестиций в инновационные образовательные программы вузов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-4. – С. 990.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА В ЛОГИСТИКЕ

Н.С. Караваева

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
г. Москва*

Аннотация. В результате исследования причин логистической отсталости РФ и анализа методов оценки инновационных проектов предложен алгоритм жизненного цикла инновационного проекта в логистике на основе выделения пяти получаемых в ходе его реализации

эффектов в качестве показателей оценки. Даны рекомендации по оптимизации и дальнейшему повышению эффективности деятельности.

Ключевые слова: *инновационная логистика, инновационный проект, интегральный эффект, дистрибьюционный склад.*

THE IMPROVEMENT OF METHODS OF DEVELOPMENT AND EVALUATION OF INNOVATIVE PROJECT EFFICIENCY IN LOGISTICS

N.S. Karavaeva

National research technological University MISIS, city of Moscow

Abstract. as a result of the study of the causes of logistics backwardness of the Russian Federation and the analysis of methods for evaluating innovative projects, an algorithm for the life cycle of an innovative project in logistics is proposed based on the allocation of five effects obtained during its implementation as indicators of evaluation. Recommendations on optimization and further increase of efficiency of activity are given.

Keywords: *innovative logistics, innovative project, integrated effect, distribution warehouse.*

В условиях глобализации, когда приобрести любой товар можно практически с любого конца света, скорость доставки и сохранение целостности груза при транспортировке являются одними из первостепенных критериев при формировании запроса на данный продукт. К классическим критериям конкурентоспособности продукции организации, а именно: цена и качество, определенно следует отнести еще один – качество доставки [1].

Логистика сегодня – одна из наиболее сложных и быстро изменяющихся отраслей экономики, наблюдается высокий спрос на логистические услуги при ежегодном росте данного сектора в интервале от 25 % до 30 %. Особый интерес представляет складское хозяйство. Отмечается, что 66 % российских предприятий планируют произвести модернизацию складов [2].

Для России проблема логистической отсталости сейчас стоит довольно остро – согласно международному Индексу эффективной логистики (Logistics Performance Index, LPI), рассчитываемому Всемирным банком каждые два года, в 2016 году Россия находилась только на 99 позиции из 160. На ближайших к ней позициях оказались Нигерия, Босния и Герцеговина и Иран. При этом у России есть все возможности подняться в рейтинге – она имеет больший потенциал, чем большинство стран, «располагая богатыми природными ресурсами». Существенными проблемами являются: недостаток инвестиций, износ техники, отсутствие сформированного рынка провайдеров, дефицит квалифицированных специалистов. Для достижения конкурентных преимуществ в логистической отрасли России необходимо не только усовершенствовать систему правового обеспечения, но и произвести «техническую революцию». В подобных условиях наиболее актуальным является применение инновационной логистики, в качестве управленческой инновации, направленной на повышение эффективности хозяйствования субъектов отечественного рынка [3].

Проблема инновационного развития социотехнической среды сохраняет актуальность, что связано с необходимостью технического перевооружения производства и развитием новых отраслей [3]. При этом эффективность осуществления инновационной деятельности напрямую зависит от степени разработанности теоретической базы, необходимости в выработке единых теоретических положений относительно инновационной активности.

Инновационная логистика – важная составляющая логистической деятельности. Она ориентирована на изучение и внедрение прогрессивных инновационных проектов в процесс текущего и стратегического управления потоковыми процессами с целью их последующей оптимизации за счет улучшения качества обслуживания, снижения издержек, роста эффективности логистических процессов или получения иного положительного эффекта [4].

По результатам анализа стадий жизненного цикла проекта составлен алгоритм жизненного цикла инновационного проекта в логистике, раскрывающий ее специфику [5, 6].

В результате анализа методов оценки инновационных проектов в логистике выделены пять получаемых в ходе его реализации эффектов в качестве основных показателей оценки [7]. К ним относят: производственную, научно-техническую, экономическую, экологическую и социальную эффективности. И поскольку значимость каждого вида эффекта будет отличаться в зависимости от выбранного вида логистической деятельности, общая оценка эффективности инновационного проекта в логистике представлена в качестве функции, стремящейся к максимизации интегрального эффекта [8].

$$F(\mathcal{E}_i) = a \times \mathcal{E}_п + b \times \mathcal{E}_н + c \times \mathcal{E}_э + d \times \mathcal{E}_{эк} + e \times \mathcal{E}_с \rightarrow \max,$$

где $F(\mathcal{E}_i)$ – значение функции максимизации интегрального эффекта оценки инновационных проектов в логистике, руб.;

a, b, c, d, e – коэффициенты, отражающие значимость каждого вида эффективности для конкретного инновационного проекта в логистике;

$\mathcal{E}_п$ – значение показателя производственной эффективности, руб.;

$\mathcal{E}_н$ – значение показателя научно-технологической эффективности, руб.;

$\mathcal{E}_э$ – значение показателя экономической эффективности, руб.;

$\mathcal{E}_{эк}$ – значение показателя экологической эффективности, руб.;

$\mathcal{E}_с$ – значение показателя социальной эффективности, руб.

Данную функцию стоит рассматривать с учетом ограничений, накладываемых условиями реализации проекта: факторами внешней среды, возможностями фирмы, всеми возможными рисками реализации [9].

В качестве примера применения предложенного метода была произведена оценка инновационного проекта строительства автоматизированного склада АО «Тетра Пак Н». Компания «Тетра Пак Н», специализирующегося на производстве и продаже упаковочного оборудования и материалов, решений для переработки и упаковки пищевой продукции.

Установлено, что в основных видах деятельности (продаже упаковочных машин и материалов) компания остается лидером, её положение на рынке запчастей к упаковочному оборудованию существенно ослабело: появилось значи-

тельное количество конкурентов, поставляющих аналогичные запчасти, растет число клиентов, которые становятся более требовательными к качеству продуктов и услуг. Сложившаяся ситуация с длительным сроком выполнения заказа способствует динамическому увеличению риска потери продаж на рынке запчастей.

Предложено следующее решение рассматриваемой проблемы - строительство дистрибьюционного склада с применением системы управления складом SAP EWM с оборудованием типа Kardex Megamat RS 350 на территории фабрики в городе Лобня Московской области.

Проект соответствует бизнес требованиям стратегических клиентов и обеспечивает большую гибкость поставок. С точки зрения приоритетных и экспресс - заказов главным преимуществом распределительного центра станет сокращение сроков поставки запасных частей. В рамках же плановых сервисных событий он обеспечит улучшенное качество поставки деталей благодаря предварительному и оптимальному наполнению заказов. Его уникальность заключается в возможности полной оптимизации логистических путей в сочетании с постоянной дистанционной (удаленной) технической поддержкой работы упаковочного оборудования у клиента [10].

Выводы: По результатам анализа, составлен общий алгоритм жизненного цикла инновационного проекта в логистике на основе выделения пяти получаемых в ходе его реализации эффектов в качестве показателей оценки. Выработана общая оценка эффективности инновационного проекта в логистике в качестве функции, стремящейся к максимизации интегрального эффекта.

Цель данной работы достигнута: на основе детального анализа этапов разработки и методов оценки эффективности инновационного проекта в логистике, выработан общий алгоритм оценки и предложены соответствующие рекомендации по улучшению ситуации на примере анализа логистической деятельности акционерного общества «Тетра Пак Н».

В целях достижения конкурентных преимуществ компании, предложенная модель может быть адаптирована и использована в процессе реализации логистических проектов в распределительных центрах и дистрибьюторских компаниях.

Список литературы

1. Ларионова А.А. Экспертные методы в исследованиях систем управления В сборнике: Новые тенденции в развитии менеджмента и маркетинга в социальной сфере под редакцией д.э.н., профессора Л.Б. Сульповара. Москва, 2001. С. 66-70

2. Ларионова А.А., Рыжова Е.С. Значимость оптимизации запасов на предприятиях в современных условиях // В сборнике: Финансовые инструменты регулирования социально-экономического развития регионов Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 349-351.

3. Костреченков Д.А., Костреченков А.А., Виноградская Н.А. Анализ стратегии металлосервисного центра и поиск путей ее совершенствования в услови-

ях кризиса // В сборнике: Современная российская модель управления: эффективность, кризисы и риски Всероссийская научно-практическая конференция. 2009. С. 94-101.

4. Майорова А.Н., Малинин С.А., Калашникова И.В., Резвушкин С.В. Роль управления проектами в современном менеджменте // В сборнике: Инновационная деятельность: настоящее и будущее сборник научных трудов. Клин, 2016. С. 223-229.

5. Селиванов А.В., Вашлаев И.И., Бурменко А.Д. Контурно – интегрированное управление процессами логистических систем промышленных предприятий // Логистические системы в глобальной экономике. 2013. № 3-1. С. 211-214.

6. Селиванов А.В., Бурменко А.Д., Бутусин А.С. Рейтинговый анализ вклада участников логистической системы в результаты работы промышленного предприятия // Логистические системы в глобальной экономике. 2014. № 4. С. 239-245.

7. Вихрова Н. О. Экономика производства: оценка результатов хозяйственной деятельности. Учебное пособие /Москва, 2013. Сер. 2106.

8. Виноградская Н.А., Пятецкий В.Е. Формирование навыков системного анализа и моделирования при подготовке магистров бизнес-информатики // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Экономика. 2016. № 3 (9). С. 90-97.

9. Вихрова Н.О. Практика применения стандартных методик при оценке эффективности инновационного проекта // В книге: ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА монография. Пенза, 2018. С. 15-27.

10. Макарова А.Д., Смоленцева Л.В. Сравнительный анализ CRM систем // Вестник современных исследований. 2017. № 12-1 (15). С. 171-174.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ДРАЙВЕР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

И.Л. Ковалёв

*РНУП «Институт системных исследований в АПК
Национальной академии наук Беларуси»*

Аннотация. Республика Беларусь на данный момент имеет значительное технологическое и экономическое отставание от передовых стран мира в промышленном производстве. Важнейшим фактором этого отставания является недооценка в прошлые годы перспективных возможностей различных инновационных технологий и как следствие: весьма ограниченное и медленное внедрение прорывных инноваций в отечественную промышленность. Разворот государственной экономической политики в сферу глубокой и многосторонней цифровизации всех секторов экономики направлен на инновационный рывок и выход на передовые темпы развития страны.

Ключевые слова: *цифровая экономика, инновационная экономика, конкурентоспособность, технологические инновации.*

DIGITALIZATION AS THE MOST IMPORTANT DRIVER OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

I.L. Kovalev

*Institute of System Research in Agro-industrial Complex of
the National Academy of Sciences of Belarus*

Abstract. The Republic of Belarus currently has a significant technological and economic gap from the advanced countries of the world in industrial production. The most important factor behind this lag is the underestimation in recent years of the promising opportunities of various innovative technologies and as a consequence: very limited and slow introduction of breakthrough innovations into the domestic industry. The turn of the state economic policy into the sphere of deep and multi-lateral digitization of all sectors of the economy is aimed at an innovative breakthrough and an entrance to the advanced development of the country.

Keywords: *digital economy, innovative economy, competitiveness, technological innovations.*

В инновационной экономике важной задачей является оценка уровня развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) как в мире, так и в отдельном государстве. Проникновение ИКТ в различные сектора экономики – основа их конкурентоспособности. ИКТ при взаимодействии с другими секторами экономики вносят новые решения, новые технологии, новые системы управления, повышающие производительность труда. Анализ экономических моделей говорит о том, что 96 % всего прироста дает именно научно-технический прогресс [1].

По результатам исследования индекса развития информационно-коммуникационных технологий Беларусь занимает вполне достойное место, опережая все страны СНГ (таблица 1).

Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (ICT Development Index) – это комбинированный показатель, характеризующий достижения стран мира с точки зрения развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Показатель учитывает доступ к ИКТ, использование ИКТ, а также навыки, то есть практические знания этих технологий населением стран, охваченных исследованием. Авторы исследования отмечают, что уровень развития ИКТ сегодня является одним из наиболее важных показателей экономического и социального благополучия государства. В исследовании 2017 года представлены данные по индексу развития ИКТ в 176 странах мира.

Сегодня в мире традиционные отрасли экономики находятся на разных стадиях цифровой трансформации. В числе лидеров оказались сферы деятельности, изменившиеся одними из первых: телекоммуникации, центры обработки данных и облачные технологии. Это связано с высокой заинтересованностью отраслевых игроков во внедрении технологических инноваций, позволяющих более эффективно использовать собственный ресурс (инфраструктуру) и оказывать новые услуги более высокого качества все большему числу клиентов

(абонентов). Ведущие места в мировом рейтинге цифровизации отраслей занимают промышленность, энергетика, медицина [2].

Таблица 1

Индекс развития информационно-коммуникационных технологий в странах мира [International Telecommunication Union: The ICT Development Index 2017 (www.itu.int)].

рейтинг	страна	индекс
1	Исландия	8,98
2	Южная Корея	8,85
3	Швейцария	8,74
4	Дания	8,71
5	Великобритания	8,65
.....
17	Эстония	8,14
32	Беларусь	7,55
45	Россия	7,07
52	Казахстан	6,79
75	Армения	5,76
79	Украина	5,62
109	Кыргызстан	4,37
175	ЦАР	1,04
176	Эритрея	0,96

По данным Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, в России доля специалистов в сфере информационно-коммуникационных технологий в общей численности занятых составляет 1,7 %. В тоже время в таких странах, как Финляндия, Швеция и Великобритания, этот показатель достигает 5,0-6,5 % [3].

По нашим расчетам в Беларуси доля специалистов в сфере информационно-коммуникационных технологий в общей численности занятых по итогам 2017 года составляет в пределах от 2 до 2,6 %.

ИТ-индустрия приобретает стратегическое значение для Беларуси. На ее долю приходится 10,5 % ВВП в секторе услуг, 5,1 % общего ВВП и 3,2 % экспорта. Такие данные приводит международная консалтинговая компания EY в своем исследовании «The IT Industry in Belarus: 2017 and Beyond».

По оценке аналитиков EY, в секторе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) нашей страны занято более 85 тыс. человек, из которых около 34 тыс. – в сегменте ИТ-продуктов и услуг. Еще около 30 тыс. ИТ-специалистов трудится в остальных секторах. Открытой статистики по количеству ИКТ-специалистов в Беларуси нет, но, по оценке EY, в производстве ПО и выполнении ИТ-задач в других секторах занято около 115 тыс. человек [4].

В настоящее время производительность труда в Республике Беларусь примерно в 4-5 раз ниже (в некоторых сферах в 6-7 раз), чем в развитых западных странах. По показателю удельного веса отечественных компаний, осуществляющих технологические инновации, отставание от передового мирового уровня

достигает 8-10 раз и выше [5-6]. Приведем некоторые показатели по промышленности Беларуси (таблица 2).

Таблица 2

Число инновационно-активных организаций промышленности по видам инновационной деятельности за 2011-2017 годы*

Показатели, ед.	2011	2013	2014	2016	2017	2017 к 2011 в %
Всего инновационно-активных организаций	443	411	383	345	347	78,3
из них осуществлявших: исследование и разработку новых продуктов, услуг и методов их производства(передачи), новых производственных процессов	249	113	110	124	136	54,6
приобретение машин, оборудова- ния, связанных с технологически- ми инновациями	242	240	203	135	139	57,4
приобретение новых и высоких технологий	11	16	12	6	7	63,6

*Составлено по данным стат. сборников «Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь» за 2017 и 2018 годы (www.belstat.gov.by).

Таблица 3

Отдельные показатели инновационной деятельности малых и средних предприятий (МСП) Республики Беларусь за 2014-2017 годы*

Показатели, %	2014	2016	2017	2017 к 2014
Доля МСП, внедряющих продуктовые или процессные инновации, в общем числе МСП	3,07	2,97	3,04	99
Доля МСП, внедряющих маркетинговые или организационные инновации, в общем числе МСП	1,08	0,6	0,73	67,6
Доля МСП, осуществляющих внутренние инновации, в общем числе МСП	3,77	3,41	3,55	94,2

*Составлено по данным стат. сборника «Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь, 2018» (www.belstat.gov.by).

Приведенная статистика свидетельствует о серьезной нестабильности в сфере научно-технического развития в республике при весьма низкой заинтересованности субъектов хозяйствования во внедрении всех видов инноваций. Инновационная активность отечественных субъектов хозяйствования крайне низкая и по некоторым позициям продолжает сокращаться.

Приведем результаты некоторых международных исследований в этой области.

Глобальный индекс инноваций (The Global Innovation Index) – это глобальное исследование и сопровождающий его рейтинг стран мира по показателю уровня развития инноваций. Рассчитан по методике Международной бизнес-

школы INSEAD, Франция. Исследование проводится с 2007 года в рамках совместного проекта Международной бизнес-школы INSEAD, Корнельского университета (Cornell University) и Всемирной организации интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization, WIPO) и на данный момент представляет наиболее полный комплекс показателей инновационного развития по различным странам мира.

Глобальный индекс инноваций составлен из 82 различных переменных, которые детально характеризуют инновационное развитие стран мира, находящихся на разных уровнях экономического развития. Авторы исследования считают, что успешность экономики связана, как с наличием инновационного потенциала, так и условий для его воплощения. В 2017 году исследование охватывает 127 стран (таблица 4).

Из анализа таблицы 4 видно, что Беларусь занимает очень низкую позицию, уступая по общему инновационному развитию большей части стран СНГ.

Таблица 4

Рейтинг стран мира по индексу инноваций [INSEAD, WIPO, Cornell University: The Global Innovation Index 2017 (www.globalinnovationindex.org)].

рейтинг	страна	индекс
1	Швейцария	67,69
2	Швеция	63,82
3	Нидерланды	63,36
4	США	61,40
5	Великобритания	60,89
.....
25	Эстония	50,93
45	Россия	38,76
50	Украина	37,62
59	Армения	35,65
78	Казахстан	31,50
88	Беларусь	29,98
95	Кыргызстан	28,01
126	Гвинея	17,41
127	Йемен	15,64

Приведем некоторые результаты еще одного глобального исследования (таблица 5): Европейское инновационное табло (EIS) – это многоиндикаторный обзор результатов инновационного развития европейских государств в рамках Инициативы Европейского Союза. Система индикаторов Европейского инновационного табло разноаспектно характеризует научную и инновационную деятельность и позволяет сравнивать страны по уровню их инновационности.

В таблице 5 все значения ранжированы в порядке убывания по столбцу 3 (доля МСП, внедряющих продуктовые или процессные инновации, в общем числе МСП), по данным таблицы 5 видно, что Беларусь существенно отстает по всем исследуемым показателям от всех рассматриваемых стран. Исходя из ре-

результатов исследований приведенных в таблицах 4 и 5, при таком уровне инновационного развития Беларусь не может называться страной с инновационной экономикой, поэтому сейчас огромное внимание и уделяется цифровизации всех сфер экономики, чтобы как можно скорее в корне переломить ситуацию.

Огромные технологические возможности цифровизации повышают конкурентоспособность всех сфер экономики, а другой альтернативы, нежели развитие высокоэффективной экономики, построенной на современных новейших технологиях, у Беларуси с ее весьма ограниченными сырьевыми ресурсами на сегодня просто не существует [5-6].

Таблица 5

Отдельные показатели Европейского инновационного табло (EIS-2018) в сравнении по странам (все страны ЕС-28, Беларусь, Швейцария, Израиль, Норвегия, Сербия, Турция, Украина, Македония)*

Рейтинг	Страна	Доля МСП, внедряющих продукты или процессные инновации, в общем числе МСП	Доля МСП, внедряющих маркетинговые или организационные инновации, в общем числе МСП	Доля МСП, осуществляющих внутренних инноваций, в общем числе МСП
		%		
1	2	3	4	5
1	Бельгия	48,3	45,1	39,8
2	Швейцария	48,1	62,0	42,5
3	Ирландия	45,7	52,5	41,3
4	Финляндия	44,1	37,3	38,3
5	Нидерланды	42,9	32,5	35,0
6	Португалия	42,1	37,8	25,6
7	Германия	41,6	49,1	37,9
8	Норвегия	41,1	43,3	35,2
9	Австрия	40,7	46,1	35,0
10	Швеция	40,4	35,1	35,1
11	Люксембург	37,0	54,3	32,2
12	Франция	35,5	41,6	31,5
13	Дания	34,7	40,0	28,2
14	Греция	34,6	40,1	31,4
15	Литва	33,7	24,0	30,4
16	Кипр	32,8	31,1	30,5
17	Италия	32,7	34,6	30,5
18	Словения	32,6	33,2	26,1
19	Великобритания	32,6	45,4	19,0
20	Турция	31,5	40,5	22,5
21	Чехия	30,8	25,7	28,0
22	Сербия	28,3	32,9	23,8
23	Мальта	26,7	30,8	23,9
24	Македония	25,6	27,8	18,7
25	Хорватия	25,4	30,8	21,1
26	Израиль	22,2	44,9	21,6
27	Испания	18,6	25,5	14,5

1	2	3	4	5
28	Эстония	17,4	15,0	15,8
29	Словакия	16,7	22,4	13,9
30	Венгрия	15,1	15,2	11,7
31	Болгария	14,0	14,8	11,2
32	Польша	13,3	11,4	8,3
33	Латвия	11,9	19,0	10,2
34	Украина	7,4	10,5	18,7
35	Румыния	4,9	8,8	4,5
36	Беларусь	3,0	0,7	3,6

*Составлено автором по данным стат. сборника «Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь, 2018» (www.belstat.gov.by).

Последовательная государственная политика в этом плане может определять успешность продвижения на первом этапе современных технологий в жизнь и ощутимым толчком этой политики за последнее время стал Декрет Президента Республики Беларусь № 8 «О развитии цифровой экономики» утвержденный 21 декабря 2017 года (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь 27 декабря 2017 г. № 1/17415).

Мировые исследования позволяют выделить четыре основных фактора влияющих на темпы цифровизации в стране в целом: это уровень предложения (наличие доступа к интернету и степень развития интернет-инфраструктуры), потребительский (клиентский) спрос на различные цифровые технологии, институциональная среда (государственная политика, законодательная база, ресурсы), общий инновационный климат в стране (инвестиции в НИОКР, цифровые технологии и стартапы). Нужно добавить ко всему перечисленному еще один важный фактор влияния на скорость развития цифровизации – это степень адаптации потребителей к постоянно поступающим свежим цифровым инновациям и уровень доверия к цифровой экономике со стороны всех слоев населения страны.

Список литературы

1. Борзенкова, Т.А. Анализ развития отрасли ИКТ в Беларуси / Т.А. Борзенкова, Н.С. Баранова // 52-я науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 25-30 апреля 2016 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники. Минск, 2016. С. 87–88.
2. Мониторинг глобальных трендов цифровизации / Центр стратегических инноваций ПАО «Ростелеком», 2018. 30 с.
3. Шапорова, З.Е. Цифровизация в сельском хозяйстве – прорыв в будущее / З.Е. Шапорова, Н.В. Титовская // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 2018. С.96-98.
4. Григорьева, А. Портрет белорусской ИТ-индустрии /А. Григорьева // Экономическая газета. Минск. 2017. № 62 (22.08.2017 г.)

5. Ковалёв, И.Л. Проникновение инновационных технологий в АПК: отечественный опыт на фоне зарубежья / И.Л. Ковалёв // Достижения молодых ученых в развитии сельскохозяйственной науки и АПК: материалы VII-ой международной научно-практической конференции молодых ученых. ФГБНУ «ПНИИАЗ». 2018. С. 448–453.

6. Ковалёв, И.Л. Перспективы диджитализации производственного сектора АПК Белоруссии / И.Л. Ковалёв // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – М.:Сельхозиздат, 2018. № 7. С. 64-74.

**ПРОБЛЕМЫ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА ИМПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ
В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
(НА ПРИМЕРЕ АО «АЗИЯ АВТО»)**

М.В. Козлова, С.М. Кугатова

*Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы бухгалтерского учета импортных операций. Особое внимание уделено проблеме определения себестоимости запасов, влияния на нее изменений валютных курсов. На примере АО «Азия Авто» рассмотрены схемы формирования себестоимости приобретения запасов и отражение их в учете. Для минимизации влияния валютных рисков рекомендовано применение метода хеджирования.

Ключевые слова: импортные операции, курсовая разница, запасы, машиностроительные предприятия, бухгалтерский учет.

**THE ISSUES OF ACCOUNT FOR IMPORT OPERATIONS IN MANAGEMENT SYSTEM OF CAR BUILDING PRODUCTION
(JOINT STOCK COMPANY ASIA AVTO AS AN EXAMPLE)**

M.V. Kozlova, S.M. Kugatova

*D.Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk,
Kazakhstan*

Abstract. This article deals with the issues of account for import operations. Special consideration is paid to define cost price of the stocks and the fact how they are subjected to the changes of currency rate. Join stock company Asia Avto is taken as an example to consider the schemes of forming cost price in order to purchase stock and show it in the accounts. To minimize the risk of currency rate changes it is advisable to use the method of hedging.

Keywords: import operations, currency rate, stock, car building plants, account.

В современных условиях глобализации все большую роль и значение приобретает внешнеэкономическая деятельность как для экономики страны в целом, так и для отдельной организации. При изучении бухгалтерского учета внешнеэкономической деятельности очень важным вопросом является правильный выбор объекта учета, поскольку экспортно-импортные операции имеют широкий и многогранный спектр действия. В работе внимание будет уделено вопросам учета импортных операций, под которыми понимается покупка товаров, услуг за границей и ввоз их в страну.

Казахстан – страна с высоким процентом импортных товаров на рынке. Но бухгалтерский учет импортных операций товаров очень часто вызывает затруднения, так как возникает необходимость совершать операции в иностранной валюте. А это значит, что увеличиваются коммерческие риски из-за возможных колебаний обменного курса.

С такими проблемами сталкиваются многие предприятия, в том числе и автосборочный завод АО «Азия Авто». Целью деятельности предприятия «Азия Авто» является создание в Республике автомобильной промышленности, позволяющей выпускать конкурентоспособные автомобили, и обеспечивающей потребности населения Казахстана и части ближайших стран. АО «Азия Авто» является действующим производителем легковых автомобилей в Казахстане. Среди партнеров завода ведущие мировые концерны: «Volkswagen Group», «General Motors», «Renault-Nissan-АвтоВАЗ» и «KIA Motors». На мощностях АО «Азия Авто» в г. Усть-Каменогорске выпускается широкий торговый ряд автомобилей: LADA (Granta, Vesta, Xray, Largus, Kalina, 4×4), ŠKODA (Octavia, Rapid, Superb, Yeti, Kodiaq), Chevrolet (Aveo, Captiva, Cruze, Tracker), KIA (Rio, Cerato, Optima, Cadenza, Quoris, Picanto, Soul, Sportage, Sorento, Mohave) [1].

Очевидно, что импортные операции, предметом которых выступает закуп сырья и материалов, осуществляются довольно в большом объеме. Поэтому при организации бухгалтерского учета импортных операций возникает необходимость определить, как формируется себестоимость запасов и в каких случаях возникает курсовая разница.

Согласно МСФО 21 «Влияние изменений обменных курсов валют», курсовая разница – это разница, возникающая при переводе определенного количества единиц в одной валюте в другую валюту с использованием разных обменных курсов валют [2].

Курсовая разница всегда отражается в базовой валюте (например, в тенге).

МСФО 21 определяет различный порядок пересчета в зависимости от особенностей оценки статьи, а также от того, является она монетарной (денежной) или немонетарной (неденежной).

Монетарные (денежные) статьи - это единицы валюты в наличии, а также активы и обязательства к получению или выплате, выраженные фиксированным или определяемым количеством валютных единиц. Существенной характеристикой монетарной статьи является право получить (или обязательство выплатить) фиксированное или определенное количество иностранной валюты [2].

Курсовые разницы возникают только при расчете по монетарным статьям.

В соответствии с Международным стандартом финансовой отчетности (IAS) 2 «Запасы» затраты на приобретение запасов включают покупную цену, импортные пошлины и другие налоги, транспортные расходы и другие [3]. При этом покупная цена – цена, которую предприятие заплатило или должно уплатить поставщику.

Так, если за импортируемые запасы будет внесена предоплата, то курсовая разница в данном случае не отражается. Если же возникает кредиторская за-

долженность по приобретаемым запасам, то покупная цена равна стоимости, исчисленной по валютному курсу на дату перехода права собственности, следовательно, возникает курсовая разница. Так как курсовая разница может быть положительной и отрицательной, существует риск возникновения прибыли или убытка [4].

При импортных операциях курсовые разницы возникают между эквивалентом контрактной стоимости товара в национальной валюте на дату, указанную в счете-фактуре (инвойсе) и на дату перечисления денежных средств за него путем дооценки или уценки возникшей дебиторской или кредиторской задолженности по расчетам с поставщиками и подрядчиками [5].

При формировании себестоимости импортных товаров по предоплате может использоваться метод средневзвешенной стоимости или метод ФИФО.

Предположим:

17.06.2018 была произведена предоплата 10 000 RUB по курсу 5,36 тенге/RUB.

20.07.2018 была произведена предоплата 15 000 RUB по курсу 5,45 тенге/RUB.

Стоимость приобретения товаров составила 20 000 RUB.

Транспортные расходы равны 20 000 тенге.

Условия поставки – EXW.

26.07.2018 товар отгружен поставщиком со склада.

29.07.2018 товар фактически доставлен на склад покупателю.

29.07.18 продавцом возвращен остаток аванса 5 000 RUB, курс на эту дату 5,49 тенге/RUB.

Отражение в бухгалтерском учете с использованием метода ФИФО приведено в таблице 1, а по методу средневзвешенной стоимости – в таблице 2.

Таблица 1

Формирование себестоимости товара по методу ФИФО

Дата	Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, RUB	Сумма, тенге
17.06.18	Перечислен аванс поставщику	1610	1030	10 000	53 600 (10000×5,36)
20.07.18	Перечислен аванс поставщику	1610	1030	15 000	81 750 (15000×5,45)
26.07.18	Оприходован товар на дату перехода рисков и выгод покупателю	1330/Товары в пути	3310	20 000	108 100
26.07.18	Зачтены ранее выданные авансы в счет кредиторской задолженности	3310	1610	20 000	108 100
	Увеличение стоимости импортных товаров на сумму транспортных расходов	1330	3310		20 000
	Укомплектована себестоимость импортных товаров	1330	1330		128 100

Продолжение таблицы 1

Дата	Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, RUB	Сумма, тенге
	Переведен остаток аванса выданного в состав дебиторской задолженности	1280	1610	5 000	27 250 (5000×5,45)
29.07.18	Возвращен аванс поставщиком	1030	1280	5 000	27 450 (5000×5,49)
29.07.18	Признана курсовая разница по дебиторской задолженности	1280	6250		200 (27250-27450)

Таблица 2

Формирование себестоимости товара по методу средневзвешенной стоимости

Дата	Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, RUB	Сумма, тенге
17.06.18	Перечислен аванс поставщику	1610	1030	10 000	53 600 (10000×5,36)
20.07.18	Перечислен аванс поставщику	1610	1030	15 000	81 750 (15000×5,45)
26.07.18	Оприходован товар на дату перехода рисков и выгод покупателю	1330/Товары в пути	3310	20 000	108 280
26.07.18	Зачтены ранее выданные авансы в счет кредиторской задолженности	3310	1610	20 000	108 280
	Увеличение стоимости импортных товаров на сумму транспортных расходов	1330	3310		20 000
	Укомплектована себестоимость импортных товаров	1330	1330		128 280
	Переведен остаток аванса выданного в состав дебиторской задолженности	1280	1610	5 000	27 070 (5000×5,414)
29.07.18	Возвращен аванс поставщиком	1030	1280	5 000	27 450 (5000×5,49)
29.07.18	Признана курсовая разница по дебиторской задолженности	1280	6250		380 (27070-27450)

Таким образом, будет признана положительная курсовая разница, для отражения которой предусмотрен счет 6250 «Доходы от курсовой разницы» [6].

Данные Национального банка РК [7] позволяют оценить колебания среднего курса Российского Рубля за 5 последних лет (таблица 3).

Из сравнительной таблицы видно, как часто и с какой разницей происходят колебания курса валют. Поэтому при импортных операциях курсовая разница возникает практически всегда.

Таблица 3

Сравнение официального обменного курса Российского рубля

Квартал Год	I	II	III	IV	Годовой
2013	4,96	4,78	4,66	4,73	4,78
2014	4,85	5,22	5,05	3,90	4,76
2015	2,93	3,54	3,41	4,55	3,61
2016	4,75	5,10	5,29	5,32	5,11
2017	5,49	5,51	5,64	5,73	5,59
2018	5,69	5,33	5,44		

Для минимизации убытков, связанных с колебаниями курса применяются различные методы. Одним из наиболее используемых является хеджирование.

Хеджирование – это сделки, осуществляемые в целях установления сумм в валюте отчетности, которые требуются или должны быть в наличии на дату расчетов по сделкам в иностранной валюте [8]. Иными словами, это договоренность между поставщиком и клиентом о том, что в будущем условия сделки не изменятся, и товар будет продан по определенной (фиксированной) цене. Таким способом участники сделки страхуют свои риски от вероятного колебания курсов и от изменения рыночной цены товара.

Чтобы обезопасить себя от курсовых колебаний, партнеры могут заключить специальный договор, где фиксируют определенную цену согласно рыночной ситуации на момент заключения контракта. Так, поставщик будет обязан продать, а клиент купить товар по цене, которая прописана в договоре независимо от того, какая цена действует на рынке в данный момент. Учет хеджирования регламентируется Международным стандартом финансовой отчетности (IAS) 39 «Финансовые инструменты: признание и оценка» [9].

Таким образом, увеличение объемов импортных операций подтверждает необходимость совершенствования системы их учета, чтобы с одной стороны минимизировать риски от таких операций, а с другой стороны иметь надежную и достоверную информацию по ним.

Список литературы

1. Официальный сайт АО «Азия Авто» [Электронный ресурс] // <http://aziaavto.kz> – Режим доступа: <http://aziaavto.kz/ru/o-kompanii>.
2. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 21 «Влияние изменений валютных курсов» [Электронный ресурс] // <http://zakon.kz> – Режим доступа: http://online.zakon.kz/document/?doc_id=30003563.
3. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 2 «Запасы» [Электронный ресурс] // <http://zakon.kz> – Режим доступа: http://online.zakon.kz/document/?doc_id=30003541.
4. Официальный сайт ТОО «Хегай и К» [Электронный ресурс] // www.hegay-audit.kz – Режим доступа: <http://hegay-audit.kz/index.html>.
5. Назарова В.Л. Бухгалтерский учет: учеб. пособие. — Алматы: Алматыкітап баспасы, 2009. – 624 с.

6. Типовой план счетов бухгалтерского учета. Утвержден Приказом Министра финансов Республики Казахстан от 23 мая 2007 года № 185.

7. Официальный сайт Национального Банка РК [Электронный ресурс] // <https://nationalbank.kz> – Режим доступа: <http://nationalbank.kz/?furl=cursFull&switch=rus>.

8. Кислинская Г. Что такое хеджирование простыми словами? [Электронный ресурс] // <http://fb.ru> – Режим доступа: <https://fb.ru/article/183236/chto-takoe-hedjirovanie-prostyimi-slovami-primer-hedjirovaniya-valyutnoe-hedjirovanie>.

9. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 39 «Финансовые инструменты: признание и оценка» [Электронный ресурс] // <http://online.zakon.kz> – Режим доступа: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30165826#pos=4;-283.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В.Н. Кузьмин, А.В. Горячева
ФГБНУ «Росинформагротех»

Аннотация. По результатам опроса проанализированы факторы, влияющие на выбор сельхозтоваропроизводителями тракторов и кормоуборочных комбайнов.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, выбор, факторы.

FACTORS INFLUENCING THE CHOICE OF AGRICULTURAL MACHINERY

V.N. Kuzmin, A.V. Goryacheva
Rosinformagrotekh

Annotation. The survey analyzed the factors influencing the choice of agricultural producers of tractors and forage harvesters.

Keyword: agricultural machinery, choice, factors.

Распространено мнение, что главными критериями (факторами) выбора товаропроизводителями сельскохозяйственной техники являются цена, соотношение «цена-качество», затраты на эксплуатацию, технологический эффект и др. [1-4].

Институт сельскохозяйственной техники университета Нохенхайм (Германия) провел опрос фермеров о факторах, влияющих на их решения при приобретении техники (тракторов) той или иной фирмы [5, 6].

Было опрошено более 1500 респондентов. По 25% из них имели земельные участки площадью до 50 га, и 50-100 га, 21% – 100-200 га фермерских хозяйств, по 13,5% – 200-500 га и более 500 га.

У опрошенных фермеров наиболее распространены тракторы Fendt –29% (табл. 1).

Таблица 1

Марочный состав тракторного парка среди участников опроса, Германия, 2017 г.

№ п/п	Бренд (группа, фирма)	Доля респондентов, имеющих трактор этой фирмы, %
1	Fendt (AGCO)	29
2	Case IH (CNH)	21
3	John Deere	19
4	Deutz Fahr (SDF)	9
5	Claas	6
6	New Holland (CNH)	6
7	Прочие	10
	Всего	100

Тракторы используются преимущественно для обработки почвы (50%), при уборке урожая (20%), на транспортных работах (14%), в качестве энерго-средства в агрегатах с сельскохозяйственными машинами (10%), на внутри-фермских работах (6%).

Одним из важных вопросов был: «Какой бренд, по Вашему мнению, является сильнейшим конкурентом по сравнению с трактором, которым Вы владеете в настоящее время?».

Фермеры, владеющие тракторами Fendt (бренд группы AGCO), видят в качестве основного конкурента John Deere – отметили 60% опрошенных. Далее следуют Case IH (бренд группы CNH) – 13%, Claas – 12%, Deutz-Fahr (бренд группы SDF) – 6% и New Holland (бренд группы CNH) – 4% (табл. 2).

Владельцы остальных тракторов главным конкурентом считают Fendt.

При ответе на вопрос о важности отдельных факторов для принятия решения о покупке фермеры (необходимо было выбрать среди качественных оценок: «очень важный», «важный», «средней важности», «не очень важный», «не важный», «малозначимый») на первые места поставили не цену, остаточную стоимость при продаже подержанной машины, репутацию бренда (как следовало ожидать), а послепродажный сервис, удобство управления, комфортность кабины и дилеров (табл. 3).

Таблица 2

Основные конкуренты

Фермер владеет трактором, бренд (группа)	Основные конкуренты (по его мнению, по результатам опроса), %						
	Fendt (AGCO)	Case IH (CNH)	John Deere	Deutz Fahr (SDF)	Claas	New Holland (CNH)	Прочие
Fendt (AGCO)		13	60	6	12	4	5
Case IH (CNH)	51		17	10	4	12	6
John Deere	81	7		4	3	3	2
Deutz Fahr (SDF)	50	10	21		11	6	2
Claas	58	14	20	3		3	2
New Holland (CNH)	45	18	20	7	8		2

Таблица 3

Ранжирование факторов, влияющих на решение о покупке трактора

Фермер владеет трактором, бренд	Цена	Остаточная стоимость	Репутация бренда	Послепродажный сервис	Дилер	Комфортность кабины	Удобство управления
Fendt	Важный	Очень важный	Важный	Очень важный	Важный	Очень важный	Очень важный
Case IH	Важный	Средней важности	Средней важности	Очень важный	Очень важный	Важный	Очень важный
John Deere	Важный	Важный	Средней важности	Очень важный	Очень важный	Очень важный	Очень важный
Deutz Fahr	Очень важный	Средней важности	Средней важности	Очень важный	Важный	Важный	Важный
Claas	Важный	Средней важности	Средней важности	Очень важный	Очень важный	Очень важный	Очень важный
New Holland	Очень важны	Средней важности	Средней важности	Очень важный	Очень важный	Очень важный	Очень важный

Среди владельцев тракторов различных брендов заметны небольшие различия в оценках факторов. Например, для владельцев Fendt закупочная цена менее важна, чем остаточная стоимость при перепродаже. Для владельцев Deutz-Fahr цена по сравнению с владельцами других брендов, имеет большее значение, в то время как удобство управления играет меньшую роль [5, 6].

Похожие оценки были получены при опросе 220 немецких владельцев самоходных кормоуборочных комбайнов групп Claas (59,1% от числа всех опрошенных), John Deere (22,7%), Krone (12,3%), New Holland (5,9%), проведенным журналом «Profi» [7].

Главным фактором, который повлиял на выбор владельцем комбайна фирмы Claas – сервисное обслуживание, на втором месте – остаточная стоимость, на третьем - предшествующая машина. Владельцы комбайнов других фирм на первое место поставили иные причины (табл. 4).

Таблица 4

Качественная оценка кормоуборочных комбайнов владельцами, Германия, 2008 г.

Показатели	Claas Jaguar 800	John Deere 6050/7000	Krone BiG X	New Holland FX
Факторы (по значимости) покупки комбайна именно этой фирмы (процент респондентов, поставивших при-	1. Сервисное обслуживание (79,2)	1. Сервисное обслуживание (70)	1. Производительность (92,6)	Техническое оснащение (69,2)
	2. Остаточная стоимость (72,3)	2. Дилеры (64)	2. Техническое оснащение (81,5)	2. Цена (69,2)

Показатели	Claas Jaguar 800	John Deere 6050/7000	Krone BiG X	New Holland FX
чину на это место)	3. Предшествующая машина (71,5)	3. Производительность (56)	3. Сервисное обслуживание (63)	3. Предшествующая машина (69,2)
Купили бы свой кормоуборочный комбайн снова, %	96,2	82	100	84,6

Целесообразно провести аналогичные исследования среди российских сельхозтоваропроизводителей.

Выяснение факторов, влияющих на принятие решений сельхозтоваропроизводителями является важным для зарубежных [8, 9] и российских [10, 11] предприятий сельскохозяйственного машиностроения при разработке стратегий своего развития.

Список литературы

1. Кравченко, И.Н. Методика выбора критериев оптимизации при формировании машинно-тракторных парков / И. Н. Кравченко, В. М. Корнеев, М. С. Захарова, Т. А. Ахметов // Вестн. Мос. гос. агроинженер. ун-та им. В. П. Горячкина. 2016. № 4. С. 41-46.

2. Чижов В.Н., Пути решения проблемы комплектования и выбора сельскохозяйственной техники / В. Н. Чижов, А. Н. Шеремет // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. 2009. № 12. С. 77-80.

3. Кобко А. А. Метод выбора номенклатуры единичных показателей при комплексной оценке сельскохозяйственной техники / А. А. Кобко // Технологии и тех. средства механизиров. производства продукции растениеводства и животноводства. 2006. № 78. С. 59-63.

4. Кузьмин, В. Н. Анализ рынка и эффективности российской и зарубежной сельскохозяйственной техники / В. Н. Кузьмин, В. Я. Гольдяпин. М.: ФГБ-НУ «Росинформагротех», 2009. 204 с.

5. Wilmer, H. Was war wichtig beim Kauf? Wie zufrieden sind Sie heute? [Наиболее важные характеристики тракторов при их приобретении: результаты опроса] // Profi. 2017. № 3. S. 82-84.

6. Institut für Agrartechnik Universität Hohenheim - [Институт сельскохозяйственной техники университета Нохенхайм] [Электронный ресурс] URL: <https://www.uni-hohenheim.de/organisation/einrichtung/institut-fuer-agrartechnik> (дата обращения 23.10.2018).

7. Gute Arbeiter oder große Prahler [Анализ использования кормоуборочных комбайнов] // Top Agrar, Profi – 2008. Herbst-Ausgabe. S. 88-93.

8. Stabile Märkte erwartet [В ожидании стабильного рынка] // Agrartechnik business. 2017. № 10. S. 1-6.

9. Licht am Ende des Tunnels [Европейские фермеры – о перспективах отрасли] // Agrartechnik business. 2017. № 11. S. 1-4.

10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 7 июля 2017 г. № 1455-р [Об утверждении Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года] // Собр. законодательства Российской Федерации. 2017. № 29. Ст. 4413.

11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 августа 2017 г. № 1876-р [Об утверждении Стратегии развития экспорта в отрасли сельскохозяйственного машиностроения на период до 2025 года] // Собр. законодательства Российской Федерации. 2017. № 37. Ст. 5548.

ВНЕДРЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА КАК УСЛОВИЕ УСКОРЕННОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

К.М. Кусмарцев

Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления государственной политики по развитию патентной активности и формированию современного национального инновационного пространства, подробно обосновывается необходимость использования стратегических правовых актов в области поддержки изобретательства, а так же приведены конкретные предложения по инновационному развитию машиностроительных предприятий. Реализация комплекса мер по поддержке изобретательства как драйвера инновационного развития машиностроительного производства позволит повысить патентную активность научных учреждений и коммерческих организаций, что в свою очередь приведет к изменениям технологического уклада страны, появлению новых технологических стартап-проектов и развитию кооперации между малыми предприятиями и системообразующими производственными гигантами.

Ключевые слова: *изобретательство, инновационное пространство, технологическое развитие, промышленная политика.*

IMPLEMENTATION OF STATE SUPPORT MECHANISMS OF THE INVENTIONS AS A CONDITION OF ACCELERATED INNOVATION DEVELOPMENT OF ENGINEERING ENTERPRISES

K.M. Kusmartsev

All-Russian society of inventors and innovators

Annotation. The article discusses the main directions of the state policy on the development of patent activity and the formation of modern national innovation space, the necessity of using strategic legal acts in the field of support of invention, as well as specific proposals for the innovative development of machine-building enterprises. The implementation of a set of measures to support invention as a driver of innovative development of machine-building production will increase the patent activity of scientific institutions and commercial organizations, which in turn will lead to changes in the technological structure of the country, the emergence of new technological start-up projects and the development of cooperation between small enterprises and backbone production giants.

Keyword: *invention, innovation space, technological development, industrial policy.*

Экономические реформы в России сопровождаются значительным сокращением промышленного производства и существенным изменением его структуры. В настоящий момент значительная часть промышленных предприятий находится в сложном положении. В то время как передовые страны мира перешли к постиндустриальному экономическому развитию, России жизненно необходимо сконцентрироваться на инновационном пути развития, чтобы страна смогла занять и сохранить ведущие позиции в мире в качестве сильного конкурентоспособного государства [1].

Для изменения сложившейся ситуации необходимо принятие государством определенной системы мер, являющейся элементом протекционистской политики. Большинство стран мира проводят такую политику относительно своих национальных центров промышленности. Многие направления формирования инновационной экосистемы предприятий отражены в концепции разумной промышленной политики, предложенной президентом Российской ассоциации Росспецмаш Константином Бабкиным в части государственного протекционизма промышленного производства, субсидирования и налоговой поддержки НИОКР, создания системы стимулирования отраслей промышленности, находящихся в тяжелом положении из-за существующей конъюнктуры рынков [2].

Господствующей тенденцией в развитии форм правительственного содействия машиностроению является переход от прямого субсидирования к гибким формам поддержки с использованием кредитной, налоговой, долговой и таможенной политики.

Регламентировать господдержку в развитии отрасли должен ФЗ №488 от 31.12.2014 г. «О промышленной политике в Российской Федерации», который раскрыл полномочия региональных органов власти и Правительства РФ в вопросах промышленного развития, и впервые в истории современной России, дал органам местного самоуправления полномочия влиять на промышленное развитие территорий и оказывать поддержку промышленным предприятиям.

Одним из направлений для улучшения конкурентоспособности машиностроительных предприятий, является повышение патентной активности и разработка новых технологий. В настоящее время в России на заводах недооценивается необходимость создания эффективной системы стимулов для изобретателей. Деятельность в области интеллектуальной собственности является скорее обременением, чем перспективой развития.

Полагаем, что для изменения существующего положения может быть использован опыт зарубежных стран, в которых (например, в Китае) растет патентная активность университетов и научных организаций. Исследование опыта передовых инновационных экономик мира показывает, что развитые страны в области патентования результатов интеллектуальной деятельности используют централизованные механизмы государственной поддержки (предоставление грантов на проведение исследований и оплату пошлин в Гонконге, возмещение расходов на оплату услуг и пошлин в Сингапуре), индивидуально-ориентированные материальные стимулы, социальные и трудовые льготы для

изобретателей (Япония, Ю.Корея, Китай), налоговые льготы для изобретательских организаций и компаний-потребителей.

В данной деятельности может быть использован советский опыт морального и материального стимулирования изобретательской деятельности. Например, в СССР автор первого внедренного изобретения получал почетный знак «Изобретатель СССР», денежное вознаграждение, а организация внедрения основывалась на сети отделений ВОИР, которые объединяли 184 тысячи цеховых бюро рационализаторства и изобретательства. Существовала эта сеть за счет отчислений в 0,6% от экономического эффекта внедряемых разработок. Однако ликвидация советского государства в корне изменила организационные механизмы работы с изобретательским сообществом.

С целью установления материальных стимулов для работников машиностроительных заводов, конструкторских, проектных, научных и образовательных учреждений отрасли считаем необходимым внесение изменений и дополнений в Правила выплаты вознаграждения за служебные изобретения, служебные полезные модели, служебные промышленные образцы.

Одним из эффективных инструментов роста спроса на инновации и стимулирования использования РИД является инновационный ваучер. Инновационный сертификат (ваучер) представляет собой ценную бумагу с гарантированным государственным обеспечением, выдаваемую государством с целью оплаты услуг научно-исследовательских работ или консультационных услуг сторонних организаций для потребностей конкретного предприятия-заказчика. При этом, будучи рыночным инструментом, ваучер гарантирует целевое расходование государственных средств, поскольку с его помощью оплачивается конкретная научно-исследовательская работа или услуга [3].

Мировая практика показывает положительный опыт использования ваучеров. Сейчас инновационные ваучеры используются в таких странах, как 15 европейских странах, Белоруссии, Казахстане, Израиле.

Реализация комплекса мер по поддержке изобретательства как драйвера инновационного развития машиностроения позволит повысить патентную активность научных учреждений и коммерческих организаций, что в свою очередь приведет к изменениям технологического уклада предприятий, снижению себестоимости производства продукции и повышению инвестиционной привлекательности предприятий.

Список литературы

1. Дорожкина, О.К. Стратегическое планирование инновационного развития предприятия/О.К. Дорожкина // Российское предпринимательство. 2011. № 1. Вып. 2 (176). С. 83-88.
2. Бабкин, К.А. Разумная промышленная политика или как нам выйти из кризиса/К.А. Бабкин. - М., 2008
3. Леденева, М.В. Инновационные ваучеры как перспективное направление повышения эффективности государственного стимулирования инновационной

деятельности в России/М.В. Леденева, М.В. Парфенова, В.А. Минаков//Бизнес. Образование. Право. 2016. № 1 (34). С.35-39.

МАРКЕТИНГ ИННОВАЦИЙ

А.А. Мишина

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
(ТУСУР)

Аннотация. Во время технологического прогресса очень важно уметь коммерциализовать изобретение. Для этого было создано такое направление инновационной деятельности, как маркетинг инновационного продукта. В статье описаны основные задачи и методы инновационного маркетинга.

Ключевые слова: *инновация, инновационный продукт, маркетинг, инновационный маркетинг, методы инновационного маркетинга.*

MARKETING OF INNOVATIONS

A.A. Mishina

TUSUR

Abstract. during technological progress, it is very important to be able to do commercialization an invention. Such direction of innovative activity as marketing of an innovative product has been for this purpose created. In article, the main objectives and methods of innovative marketing are described.

Keywords: *innovation, innovative product, marketing, innovative marketing, methods of innovative marketing.*

Согласно федеральному закону о науке и государственной научно-технической политике, инновации - введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях [1]. Инновация обладает следующими свойствами:

- научно-техническая, технологическая или управленческая новизна;
- практическая применимость (возможность реализации в конкретном проекте);
- соответствие рыночному спросу (общественным потребностям);
- потенциальная прибыльность [2].

Несмотря на то, что инновация обладает такими положительными свойствами, коммерциализовать новинку не так-то просто. Маркетинг инновационного продукта отличается высокой степенью риска, а также восприятием на рынке. Например, менталитет российского рынка такой, что инновации необходимо «проталкивать» на него, так как потребитель мало восприимчив к инновациям, а продавец не хочет терять доход, закупаая товар с низким спросом.

Но для развития экономики и страны в целом новые и улучшенные продукты должны беспрепятственно проникать на рынок. Поэтому в течение неко-

того времени разрабатывался инновационный маркетинг, или маркетинг инновационного продукта. На сегодняшний день маркетинг инноваций определяется как тип хозяйственно-производственной деятельности компании, направленный на контроль над инновацией, оптимизацию производства и сбыта на базе проводимых исследований, а главное – активное влияние на рынок путём внедрения новых продуктов [3]. Исходя из особенностей рынка определяются методы инновационного маркетинга. На сегодняшний день рынок обладает следующими особенностями:

1. Избыток предложения инноваций и дефицит спроса на них. То есть, продавцу необходимо убедить покупателя в том, что его продукт именно то, что ему нужно и другого с такими же характеристиками он не найдет.

2. Высокий психологический барьер восприятия инноваций. Потребитель считает, что лучше купить продукт, проверенный временем и опытом, чем купить инновацию, от которой «неизвестно чего ждать».

3. Инновация не имеет определенных каналов сбыта, в отличие от обычных товаров.

4. Дефицит маркетологов, способных продать инновационный продукт. Инновации покупают профессионалы, с которыми необходимо общаться на их языке.

Одним из главных этапов коммерциализации инноваций является маркетинговое исследование. Пристальное внимание этому этапу необходимо уделять в России, так как здесь широко распространена стратегия «проталкивания» инноваций. Маркетинговое исследование — это систематический поиск, сбор, анализ и представление данных и сведений, относящихся к конкретной рыночной ситуации, с которой пришлось столкнуться предприятию [4]. Для проведения качественного исследования, необходим аутсорсинг квалифицированного специалиста.

Маркетинговое исследование для коммерциализации инновационного продукта можно классифицировать следующим образом:

1. Анализ рынка. Сюда входит исследование рынка, его характера, а также определение удельного веса товаров основных конкурентов в общем объеме сбыта на данном рынке.

2. Анализ потребительских свойств инновации. К этому пункту можно отнести анализ конкурентоспособности инновации, а также выявление основных преимуществ перед аналогами других производителей.

3. Привлечение эффективной рекламы, а также рекламной компании, способной грамотно анонсировать появление инновации на рынке.

Все эти этапы предшествуют появлению продукта на рынке. Качественное их выполнение будет повышать вероятность того, что инновация будет уверенно конкурировать с аналогами и приносить прибыль.

Если продукт уже выпущен на рынок, но спроса на него нет либо он очень мал, стоит оценить проведенное маркетинговое исследование. Возможно не был учтен характер рынка, либо неправильно выявлен конечный потребитель, а

возможно рынок в регионе, в котором реализуется товар, вообще не нуждается в предложенной инновации.

Можно сделать вывод, что мероприятия по коммерциализации инновационного продукта напрямую зависят от того, на каком этапе находится разработка. Чем больше проект конкретизируется, тем более детализировано можно построить алгоритм дальнейших мероприятий, направленных на продвижение продукта. Если на этапе анализа рынка оценивается идея инновационного продукта с позиций конечного потребителя, потенциальные сферы использования, а также предполагаемые каналы, то на последующих этапах осуществляется анализ полученных экономических показателей, а также адаптация новинки к требованиям и пожеланиям потребителей. Процессы коммерциализации инновационных продуктов многообразны и слабо формализуемы, поскольку в их реализации участвуют творческие организации. Новизна и нестандартный характер инновационных продуктов как товаров затрудняет поиск сфер их применения, определяет специфику методов продвижения и продажи. Понимание указанных особенностей маркетинга инноваций важно для выработки стратегии коммерциализации новинок без чего невозможно продвижение на пути к инновационной экономике.

Список литературы

1. Федеральный закон "О науке и государственной научно-технической политике" от 23.08.1996 N 127-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/ (Дата обращения: 23.05.2018).
2. Инновации: сущность, функции, виды, особенности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/1290072013149/investirovanie/innovatsii_suschnost_funktsii_vidy_osobennosti (Дата обращения: 23.05.2018).
3. Методы и виды инновационного маркетинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://memosales.ru/osnovi/innovacii-v-marketinge> (Дата обращения: 23.05.2018).
4. Маркетинговые исследования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/marketing/marketingovye-issledovaniya.html> (Дата обращения: 25.05.2018).

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ СТРАТЕГИИ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА

К.С. Нешина, В.М. Ларецкая

*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники*

Аннотация. Основой эффективного развития национальной экономики является инновационная деятельность. Исходя из деятельности предприятия ООО «РосИнновация» дана характеристика продвижению инновационного продукта «Транспорт ТВ» в условиях современного рынка.

Ключевые слова: инновационный продукт, стратегия, коммерциализация, конкурентоспособность, цифровая вывеска.

THE ESSENCE AND STRATEGY OF THE MULTIMEDIA PLATFORM IN A SINGLE DIGITAL FORMAT

K.S. Neshina, V.M. Laretskaya

Tomsk state University of control systems and Radioelectronics

Abstract. The basis of effective development of the national economy is innovation. Based on the activities of the company LLC «RosInnovaccia» the characteristic of promoting an innovative product in today's market.

Keywords: *innovation, commercialization strategy, competitiveness, digital signage.*

Задачей инновационной деятельности компаний является выведение новых продуктов на рынок. Для осуществления продажи инновации должны пройти элементарные стадии: исследования, разработка, производство и коммерциализация продукта.

Коммерциализация является одним из главных этапов реализации инноваций на рынке. Она представляет собой процесс размещения товара на рынке, привлечения покупателей и продажи товаров с целью получения прибыли. Для успешной коммерциализации необходимо изучить характеристики продукта, провести тщательный анализ и поиск конкурентных преимуществ.

Так как инновационный процесс представляет собой создание нового товара или процесса, то при разработке и продвижении инновации на рынок сбыта следует владеть достоверными знаниями и высокопроизводительными способами. При разработке и коммерциализации мультимедийных комплексов ООО «РосИнновация» были применены информационно-коммуникационные технологии (технология цифровых весок), знания теории отраслевых рынков и конкуренции [1].

Сегодня на транспорте уже разработан ряд таких технологических решений, как навигационные приборы и устройства, системы информационно-коммуникационного обеспечения, автоматического управления транспортным средством, мониторинга, видеонаблюдения, системы безопасности на транспортном средстве и многое другое. Для поддержания конкурентоспособности отечественных производителей возникает острая необходимость в поиске конкурентных преимуществ.

Сравнительный анализ с конкурентами стоит проводить в случае, когда у компании есть конкурентное преимущество, но клиенты по каким-то причинам не могут его оценить. В данном случае особая нагрузка ложится на плечи продавцов — они должны не только понимать, в чем основная «фишка» компании, но и простым понятным языком донести эту информацию до клиента. Для того чтобы успешно проводить переговоры с клиентами и совершать выгодные сделки, необходимо владеть информацией о конкурентных преимуществах продукта.

Перечень конкурирующих решений на российском и международном рынках:

1. Зарубежные информационно-развлекательные системы/мониторы транспортной информации (LAWO, Vianova Technologies, Vision China Media).

На российском рынке подобные решения использования на общественном транспорте не представлены. В настоящее время данные системы цифровых вывесок активно распространяются за рубежом. Они как правило включают в себя оборудование (дисплеи, серверная часть) и программную часть для обеспечения предоставления основных сервисов на транспорте: показ маршрута, остановок, рекламы, новостей, погоды и других информационных материалов.

2. Российские информационно-развлекательные системы/мониторы транспортной информации (Транстелематика, Первое транспортное телевидение, МаршрутТВ).

Российские решения распространены в ряде крупных городов, таких как Москва и Санкт-Петербург. Основная функция данных решений – показ рекламы. Однако в последнее время информационно-навигационный функционал также начинает внедряться на российских решениях. Такое решение, в частности, представлено компанией «Транстелематика». Основные слабые стороны в данных решениях заключаются в низком качестве программного обеспечения и низкой надежности аппаратной части [2].

Подводя итог и проанализировав конкурентную среду, были выявлены основные конкурентные преимущества перед аналогами:

1. Программное обеспечение с алгоритмом прогнозирования дорожных ситуаций, приоритизацией показа контента, автоматической адаптацией под разные размеры экранов и типы дисплеев. Наличие данного программного обеспечения обеспечивает ключевую компетенцию компании – постоянное усовершенствование способов представления маршрутной информации, привлечения и удержания внимания пассажиров.

2. Все описанные решения «аппаратная часть + софт» являются закрытыми и не дают возможность добавлять новые виды сервисов для пассажиров. Инновационный продукт «Транспорт ТВ» является открытой платформой (открытость обеспечивается соответствующими программными интерфейсами) и может поддерживать любое количество сторонних сервисов, которые могут добавляться самостоятельно, без обращения к компании-разработчику.

3. Цена зарубежных аналогов в 1,5-2 раза выше продукта «Транспорт ТВ». Цена отечественных аналогов может быть ниже, но при этом уступает в качестве.

Таким образом, теоретически правильное, практически хорошая организация и осуществление стратегии охватило все ключевые элементы создания и коммерциализации инновационного продукта: знания и способы, выбор формы коммерциализации, выбор времени вступления в рынок, выявление и использование факторов создания конкурентного преимущества на инновационном рынке и закрепления его в долгосрочном периоде, на основе знания конкурентных преимуществ [3].

Список литературы

1. Сайт компании ООО «РосИнновация» [Электронный ресурс]. URL: <http://innovacia.ru/> (дата обращения: 16.10.2018).
2. Сайт компании ООО «Транстелематика» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.trans-tm.ru/> (дата обращения: 22.10.2018).
3. Крыгина, А.М. (2014). Управление изменениями и инновациями при реализации проектов возведения объектов эко-недвижимости. Экономика и предпринимательство, 5-2, 972-976.

СУТЬ И СТРАТЕГИЯ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ПЛАТФОРМЫ В ЕДИНОМ ЦИФРОВОМ ФОРМАТЕ

К.С. Нешина, В.М. Ларецкая

*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники*

Аннотация. В данной статье представлена суть и стратегия мультимедийного комплекса, представленного компанией ООО «РосИнновация» и предназначенного для транспортных средств. Рассмотрены нынешнее состояние и будущее развитие транспортной отрасли.

Ключевые слова: мультимедийный комплекс, транспортное средство, геотаргетинг, передача данных.

THE ESSENCE AND STRATEGY OF THE MULTIMEDIA PLATFORM IN A SINGLE DIGITAL FORMAT

K.S. Neshina, V.M. Laretskaya

Tomsk state University of control systems and Radioelectronics

Abstract. In this article the essence and strategy of the multimedia complex presented by the LLC “Rosinnovation” company and intended for vehicles is presented. The current state and future development of the transport industry are considered.

Keywords: multimedia complex, vehicle, geotargeting, data transfer.

Важнейшим условием формирования современной транспортной инфраструктуры является её переход с аналоговой формы передачи в цифровую. В целом, процесс информатизации отечественных транспортных предприятий и внедрение интеллектуальных транспортных систем на российских дорогах идут достаточно интенсивно.

На сегодняшний день актуально внедрять мультимедийные комплексы для транспортных средств, которые в свою очередь предназначены для информационно-навигационного, развлекательного и рекламного содержимого. В России такой медиа-комплекс весьма перспективен в том смысле, что ему есть куда развиваться. Мультимедийный комплекс для информирования и развлечения пассажиров городского общественного транспорта, создала томская компания «РосИнновация», резидент кластера космических технологий и телекоммуни-

каций Фонда «Сколково». Инновационный проект «Транспорт ТВ» пришел к нам через победу в выставка-конкурсе Skonnect-2014 [1].

В рамках данного проекта организовано производство и проделан вывод на российский рынок программно-аппаратной системы, разработанной для размещения в салонах рельсового электротранспорта, в частности в трамваях «Витязь-М» (производство ООО «ПК Транспортные системы») и предназначенной для информирования пассажиров во время движения транспортного средства по маршруту. Ежедневно целевой объем аудитории канала составляет 15 млн. человек (более 70% населения крупных городов России), состоящей из активного населения разных возрастов (объем указан с учетом предполагаемых франшизных сетей распространения).

Нынешнее состояние и будущее развитие транспортной отрасли, к которой относится проект обуславливается тенденциями в различных технологических областях, а именно:

1. Информационные технологии в транспорте («умный транспорт»). По данным исследований (MarketsAndMarkets), рынок «умного транспорта» вырастет с \$72 млрд. в 2016 г. до \$220 млрд. в 2021 г [2]. Рынок «умного транспорта» включает в себя такие области как управление продажей билетов, парковками, информационные услуги для пассажиров, управление транспортными потоками, геотаргетинг. Современные технологии глубже проникают в область общественного транспорта. Появляется такой понятие как «connected car» - транспорт, соединенный с сетью Интернет, и получаемый оттуда различную обновляемую информацию об обстановке на дорогах и безопасности движения.

2. Рост пассажиропотока – постоянно увеличивается количество пассажиров общественного транспорта и количество самих транспортных средств. В Европе в среднем в год совершается 50 млрд. поездок в городском транспорте (автобус, трамвай и метро). В частности, в городе Москва в 2017 г. пассажиропоток увеличился на 8,2% по сравнению с аналогичным показателем 2016 г. и составил более 2 млрд. пассажиров (по данным агентства «Интерфакс» - интервью заммэра Москвы по вопросам транспорта Максима Ликсутова) [3].

3. Стремительное развитие рынка смартфонов, планшетов и других гаджетов, поддерживающих Wi-Fi, характеризующиеся как дорогие «брендовые» модели, так и «бюджетные» устройства, стоимость которых не превышает 2 тысяч рублей.

4. Развитие высокоскоростных сетей передачи данных, в том числе на основе технологий LTE, способных поддерживать все более высокие скорости и позволяющих передавать все большие объемы информации, прежде всего графической (фото, видео).

5. Высокая востребованность сервисов на основе текущего местоположения пользователя (Location-based service - LBS). Технические характеристики реализуемого продукта позволяют отображать на экране электронные карты достаточно высокого качества, что позволяет использовать LBS для решения различных бизнес-задач, осуществлять предоставление пассажирам навигационной и развлекательной информации.

Производимая программно-аппаратная система состоит из:

— Дисплейных модулей, размещаемых непосредственно в салоне транспортного средства и предназначенных для отображения различной информации (маршрутной, развлекательной и рекламной);

— Модуля приема-передачи данных из внешних систем, размещаемого в служебных отсеках транспортного средства и осуществляющего, по средствам радиосигнала (3G, LTE), прием и передачу данных между бортовым компьютером и центральным сервером управления, а также прием навигационного сигнала GPS/ГЛОНАСС;

— Бортового компьютера, размещаемого также в служебных отсеках транспортного средства и осуществляющего обработку данных и управление дисплейными модулями;

— Специализированного программного обеспечения, установленного на бортовой компьютер, что позволяет системе обеспечивать постоянную передачу актуальной транспортной информации.

Несмотря на то, что мировыми лидерами рынка систем информирования пассажиров, внедрения и производства средств общественного транспорта в целом, являются европейские производители, в частности из Германии, инновационный продукт — полностью российское решение, которое помимо значительно меньшей стоимости — обладает бесспорными преимуществами, в сравнении с зарубежными аналогами, по всем ключевым частям проекта, таким как оборудование визуализации и программное обеспечение мульти-региональной системы распределения контента.

Список литературы

1. Цифровизация транспортного комплекса [Электронный ресурс]. URL:http://www.cnews.ru/reviews/transport2018/articles/rossijskij_transport_obedin_it_edinaya_tsifrovaya_platforma (дата: обращения: 08.10.18).

2. Всероссийская организация качества [Электронный ресурс]. URL: <http://ria-stk.ru/news/detail.php?ID=112388> (дата обращения: 08.10.2018).

3. Известия [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/602566/2017-06-05/passazhirov-obshchestvennogo-transporta-v-moskve-stalo-bolshe-na-82> (дата обращения: 08.10.2018).

ТЕОРИЯ «BERNARD AND MELITZ» КАК ПРЯМАЯ СВЯЗЬ ЭКСПОРТА И ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

К.А. Никитин

Поволжский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассматривается вопрос актуальности применения теории «BERNARD AND MELITZ». Приведены обоснованные доводы в актуальности её применения.

Ключевые слова: «Bernard and Melitz», инновации, экспорт, знания, внешнеэкономическая деятельность.

THEORY OF BERNARD AND MELITZ AS A DIRECT COMMUNICATION OF EXPORT AND INNOVATIONS IN THE FIELD OF MACHINERY

K.A. Nikitin

Volga State University of Technology

Annotation. The article considers the issue of the relevance of the theory of "BERNARD AND MELITZ". Reasonable arguments in the relevance of its application are given.

Keywords: *“Bernard and Melitz”, innovation, export, knowledge, foreign economic*

Для направленного увеличения производительности экономической деятельности, в условиях рыночной экономики, необходима прямая связь инноваций и экспорта, которая выступает в роли одной из основ внешнеэкономической деятельности.

Цель работы. В ходе моего научного исследования, я ставлю задачу изучить вопрос, связанный с теорией «Bernard and Melitz».

На сегодняшний день главной теорией, служащей для исследования экспортного эффекта, остается теория гетерогенной торговли фирм «Bernard and Melitz». Сущность её заключается в том, что бы производительность росла за счет эффективного функционирования предприятия формирующего значительную прибыль, что давало бы предприятию ресурсы, для выхода на зарубежный рынок, вследствие чего бы происходило распределение рынка в пользу наиболее производительного экспортёра [1].

Стоит отметить, что есть разные представления об этой аналитической модели. Например, часть экспертов рассматривают данную концепцию, как технологический выбор, где в процессе исследования была замечена последовательность в увеличении производительности на уровне государства, за счет, как «удаления» малоэффективных и не эффективных фирм с рынка, так и в результате либерального подхода к продажам, которые стимулируют появления инновационных технологий, что позволяет увеличить отдачу от трат на НИР и ОКР.

В новом исследовании «Bernard and Melitz», был рассмотрен и аргументирован метод влияния объема рынка, на направленность фирмы в сторону экспорта и инноваций. В данном методе было определено, что повышение производительности фирмы, носит характер эндогенности. Эндогенность – зависимость результата от принимаемого инновационного решения [2].

В современных реалиях успех работы компании на внешнем рынке зависит от продвижения прогрессивных компетенций и технологических ресурсов, при этом которые могут долгое время не выступать императивом, для успешной работы на внутреннем рынке.

Вывод: в заключении можно отметить, что теория «Bernard and Melitz» описывает прямую связь между экспортом и появлением инновация, так и наоборот. Это обусловлено тем, что экспорт и инновации, являются источником появления нового знания. Зачастую компания решает выпустить на рынок новый продукт, исходя из мысли будущего экспорта, что позволила бы ей в

будущем, иметь ресурсы для получения инновация, что привело бы к значительному росту производительности компании.

Список литературы

1. Голикова В.В., Гончар К.Р., Кузнецов Б.В. Влияние экспортной деятельности на технологические и управленческие инновации российских фирм // Российский журнал менеджмента. 2012. Т.10. №1.
2. Белокрылова О.С. Алехин В.В. Ипатова А.В. Кирьяков А.Г. Миргородская Е.О. Своеволин В.Ю. Теория инновационной экономики // Журнал Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 3 – С. 29-30

ЭМИССИЯ ЦЕННЫХ БУМАГ КАК ФИНАНСОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРЕДПРИЯТИЯ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

К.А. Никитин

Поволжский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассматривается вопрос актуальности эмиссии ценных бумаг, как инструмента для привлечения финансов.

Ключевые слова: эмиссия, деньги, *Initial Public Offering (IPO)*, *Secondary Public Offering (SPO)*, акционерный капитал.

EMISSION OF SECURITIES AS A FINANCIAL TOOL OF THE ENTER- PRISE IN THE FIELD OF MECHANICAL ENGINEERING

К.А. Nikitin

Volga State University of Technology

Annotation. The article considers the issue of the relevance of the issuance of securities as a tool for attracting finance.

Keywords: *issue, money, Initial Public Offering (IPO), Secondary Public Offering (SPO), share capital.*

В последнее время рынок ценных бумаг в России является активно растущей сферой финансового рынка государства. Рынок ценных бумаг по своей организации и структуре сложен, особенно, в обстоятельствах постоянно меняющихся рыночных отношений. На данный момент данная область с точки зрения налогового законодательства полностью ещё не сформировалась.

Цель работы. В ходе моего научного исследования, я ставлю задачу изучить вопрос, эмиссию ценных бумаг как инструмент предприятия для привлечения финансовых средств.

Для российских компаний одним из способов получения внешних средств остаётся акционерный и заёмный капитал. На фондовом рынке, заёмный капитал привлекается при помощи эмиссии коллективных облигаций, где эмитент принимает на себя обязанности на постоянной основе выплачивать оговоренный процент, а в конце срока оборота облигации – ещё и выплатить номинальную сумму долга.

Долговые эмиссионные ценные бумаги, например корпоративные облигации, могут обращаться, как на биржевом, так и на внебиржевом рынке. Такие ценные бумаги выпускаются, зачастую с участием инвестбанков или финансовых консультантов [1].

Акционерный капитал, показывающий право собственности на долю в акционерном обществе, формируется путем эмиссии акции с целью привлечения ресурсов, потребных для работы предприятия, на долговременной основе.

Важнейшим условием для хозяйствующего субъекта, принявшего решения привлечь средства путём эмиссии акций, является разработка плана развития компании с по шаговым описанием применения полученного капитала, сформированного в итоге выпуска этих ценных бумаг.

Инвестор, вкладывая свои денежные средства в акции, надеется приобрести большую прибыль, чем, если бы он вложил их в долговые ценные бумаги.

Выпуск ценных бумаг и их размещение производится самим эмитентом или же через банки и другие кредитно-финансовые учреждения, которые для этой цели часто объединяются в эмиссионные консорциумы. Initial Public Offering (IPO) – это первичный опыт размещения акций какой-либо компании на фондовой бирже, которая ранее не была публичной. Главной целью является привлечение новых денежных средств в компанию.

IPO – достаточно затратное мероприятие. Кроме того, многие компании просто не хотят открыто показывать свою реальную отчетность и «выходить из тени». Но за рубежом данный вид финансирования очень распространен.

Secondary Public Offering (SPO) – это открытая продажа на фондовом рынке ранее выпущенных ценных бумаг, принадлежавших инвесторам. Вторичное размещение акций не влечет за собой увеличение уставного капитала компании, в отличие от того же IPO, но делает компанию-эмитента публичной. Помимо этого, благодаря SPO возрастает количество акционеров компании, что позитивно влияет на ликвидность её акций [2].

Вывод: в заключении хотелось бы сказать, что стоит чётко осознавать, что в современных реалиях заявление о проведении IPO и само проведение IPO, к сожалению понятия не тождественные. Большое количество компаний, сделав заявление о намерениях провести IPO, позже либо переносят IPO на другой срок, при этом могут переносить его по несколько раз, либо делают вид, что такого намерения не было.

Таким образом, эмиссия ценных бумаг играет ключевую роль в финансировании бизнеса. Вместе с тем, очевидно, что совершенствование процедур эмиссии акций, облигаций и других эмиссионных ценных бумаг не способно решить все проблемы с финансированием бизнеса российских компаний. Одновременно необходимо формировать внутренний спрос на ценные бумаги развитием институтов коллективных инвестиций (паевых инвестиционных фондов, негосударственных пенсионных фондов и т.п.), а также массового индивидуального инвестора, лишь тогда рынок капитала сможет покрыть инвестиционные потребности российских хозяйствующих субъектов в больших объемах финансирования.

Развитие российского рынка ценных бумаг, сегодня пребывает на нестабильном уровне, при котором с участниками появляются сложности с составлением плана и реализацией собственных инвестиций, а также выбора наиболее рациональных способов мониторинга ситуации на рынке.

Список литературы

1. Галкова Е.В. Правовое регулирование эмиссии ценных бумаг по российскому праву и праву зарубежных стран (сравнительно-правовой аспект). М.: Статут, 2014. 240 с.
2. БКС – экспресс – информационно – аналитический портал [Электронный ресурс] URL: <http://bcs-express.ru>

РЕАЛИЗАЦИЯ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА ПО РАЗДЕЛЬНОМУ УЧЕТУ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ

З.Р. Нударова

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
г. Москва*

Аннотация. В статье представлено обоснование необходимости и изложены результаты реализации пилотного проекта по внедрению отдельного управленческого учета как инновационного инструмента при принятии управленческих решений. Даны рекомендации по оптимизации и дальнейшему повышению эффективности деятельности.

Ключевые слова: *отдельный учет, расходы, доходы, управленческое решение, планирование деятельности.*

IMPLEMENTATION OF A PILOT PROJECT ON SEPARATE ACCOUNTING IN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF

Z.R. Nudarova

National research technological University MISIS, city of Moscow

Abstract. The article presents the rationale for the need and the results of the pilot project on the implementation of separate management accounting as an innovative tool in management decision-making. Recommendations on optimization and further increase of efficiency of activity are given.

Keywords: *separate accounting, expenses, income, management decision, activity planning.*

В условиях серьезной конкурентной борьбы за потребителя на рынке проектных и научно-исследовательских работ, достижений науки и техники, на фоне нестабильности в нефтегазовой отрасли Республики Казахстан, одной из важнейших задач топ-менеджмента любого научно-исследовательского и проектного института (далее – НИПИ) становится использование всех имеющихся ресурсов с максимальной отдачей. Для этого необходима, в первую очередь, вся возможная информация о наличии и использовании этих ресурсов, и о состоянии бизнеса в целом.

Современными НИПИ в нефтегазовой отрасли предоставляется достаточно широкий спектр услуг, что приводит к сложной организационной структуре и сложностям при анализе и управлении процессами. Внедрение раздельного учета в таких институтах позволяет создать упорядоченную систему сбора, регистрации, обработки и распределения учетной информации о расходах и доходах по всем видам предоставляемых услуг. Конечной целью внедрения раздельного учета является оперативный анализ, возможность грамотного планирования деятельности и контроллинга [1].

Научно-исследовательский институт технологий добычи и бурения «КазМунайГаз» (ТОО НИИ ТДБ КМГ) в последнее время столкнулся с рядом проблем. С целью повышения эффективности приходилось регулярно менять организационную структуру и штатное расписание, возникали сложности при определении себестоимости работ. Поэтому в 2017 г. принято решение о внедрении пилотного проекта раздельного учета доходов и расходов.

В рамках реализации пилотного проекта нами проведен анализ финансово-экономической деятельности научно-исследовательского и данного проектного института, входящего в группу компаний национального оператора в сфере разведки, добычи, переработки и транспортировки углеводородов, которая представляет интересы Казахстана в нефтегазовой отрасли. Показано, что Институт до внедрения раздельного учета не находился в критической ситуации. Однако стандартный аудит системы бюджетирования Института и маркетинг рынка подтвердил необходимость принятия управленческих решений с целью повышения эффективности деятельности [2].

Основными проблемами при планировании деятельности ТОО НИИ ТДБ КМГ являются:

- а) позднее утверждение производственной программы, необходимость внесения постоянных корректировок;
- б) позднее подписание наряд - заказов к договорам (по окончанию работ), отсутствие ясности в ценообразовании проектов;
- в) нет чёткого распределения работ между структурными подразделениями, работниками. Разделение труда проводится формально, что приводит к переработкам и срывам сроков работ;
- г) формальное назначение ответственных исполнителей по проектам, не достаточное влияние руководителей проектов на процесс реализации работ;
- д) наличие ограничения ввиду работы по принципу бесприбыльности/безубыточности проектов.

Основой для реализации раздельного учета в компании является наличие полной и достоверной информации. Отсутствие данных для анализа и планирования с целью дальнейшего принятия качественных и обоснованных управленческих решений, что, в свою очередь, приводит к дестабилизации процесса финансового планирования и анализа. Поэтому на начальной стадии реализации пилотного проекта поставлена задача о формировании качественной информационной базы компании, как основы для комплексного и оптимального планирования. Это качество зависит от постановки и реализации процесса сбора и

обработки различного рода финансовой информации, необходимой и достаточной для финансового планирования, а также наличие регламентирующих документов для осуществления раздельного учета

При условии полной прозрачности, раздельный учет как основа системы бюджетирования должен помочь понять причины появления этих проблем и найти возможности влиять и устранять формальный подход к формированию и анализу финансово-экономических показателей деятельности [3].

Проект предусматривает выполнение следующих принципов раздельного учета [4, 5].

а) прямое отнесение расходов и доходов в режиме группирования по блокам; производственным структурным подразделениям; сотрудникам производственных подразделений; проектам; заказчикам;

б) отчетность по раздельному учету расходов и доходов в соответствии со схемой распределения доходов, расходов по проектам, методам распределения затрат производственных расходов;

в) прозрачность при формировании отчета;

г) баланс между пользой от информации и расходами на ее получение;

д) баланс между качественными характеристиками.

В качестве информационной основы для построения системы раздельного учета выбраны функционирующие автоматизированные учетные системы на платформе 1С [6].

– по блокам;

– производственным структурным подразделениям;

– сотрудникам производственных подразделений;

– проектам;

– заказчикам по фактическим объемам оказанных услуг в рамках заключенных договоров.

В 2017 году все структурные подразделения составляли таблицы по загруженности своего персонала в разрезе выполняемых проектов. Анализ отчетности по трудозатратам производственных департаментов и лабораторий позволил сделать определенные выводы по реальным себестоимости и срокам выполнения различных проектов и исследований, фактической загруженности подразделений и каждого сотрудника по каждому проекту и т.д. [7].

Так как пилотный процесс находится в самой начальной стадии, по итогам 2017 г. сделаны и просчитаны предварительные выводы, а также даны практические рекомендации для реализации в 2018 г.

Принимая во внимание, что на первом этапе составления таблицей компания вынуждена была «закрывать глаза» на неполную загруженность некоторых работников и платить полную заработную плату, первые конкретные практические выводы были уже сделаны и принято решение об оптимизации организационной структуры путем хронометража и тестирования персонала на предмет загруженности [8].

Во-первых, принято решение о достаточной укомплектованности департаментов и сокращении, в связи с этим, существующих вакансий.

Во-вторых, созданы отдельные службы по химизации и охране окружающей среды, при этом из штата производственных департаментов выведены эти специалисты.

В-третьих, специалисты по экономическому анализу выведены из структуры производственных департаментов и департамента финансов и бухгалтерского учета и переведены в новый департамент – департамент бюджетирования и экономического анализа.

Все эти перестановки позволили существенно увеличить производительность труда работников названных специальностей и снизить ФОТ и расходы, связанные с оплатой труда, на 111 119 тыс. тенге в год.

Кроме того, анализ распределения расходов по командировкам позволил принять ряд стратегических решений по сокращению расходов:

- эффективное планирование сроков и задач командировок;
- возможность объединения нескольких поездок, в т. ч. путем делегирования задач между подразделениями/сотрудниками;
- применение современных теле- и видеокommunikаций для минимизации выездов к недропользователю и др.

Эти управленческие решения могли бы увеличить итоговую прибыль с 35 до 136 млн. тенге (табл.1), на основании чего себестоимость 1 человеко-часа могла быть снижена с 16 590 до 16 122 тенге/час.

Таблица 1

Финансово-экономические показатели НИИ ТДБ КМГ, тыс. тенге

Доходы, всего	Доход от оказания услуг	Расходы, всего	Себестоимость оказанных услуг	Прибыль (убыток) до налогообложения	Расходы по корпоративному подоходному налогу	Итоговая прибыль (убыток)
Фактические финансово-экономические показатели за 2017 г.						
7 084 190	7 078 500	6 983 845	5 430 744	100 345	65 341	35 004
Финансово-экономические показатели пилотного проекта на 2018 г.						
7 084 190	7 078 500	6 857 676	5 264 048	226 514	90 575	135 939

Научная новизна выполненного исследования заключается в том, что впервые в научно-исследовательском и проектном институте нефтегазовой отрасли РК, предоставляющего широкий спектр интеллектуальных услуг, применен отдельный учет расходов и доходов; даны рекомендации по принятию управленческих решений по результатам первого года реализации пилотного проекта.

Таким образом, независимо от принятия окончательного решения по внедрению отдельного учета расходов и доходов (планируется не менее трех лет), уже сейчас можно сделать предварительные выводы, что получены положительные результаты начатого эксперимента:

- начата разработка методических основ отдельного учета: прямое отнесение доходов и расходов в режиме группирования по блокам / подразделениям / сотрудникам / проектам / заказчикам;

– ведется сбор информации и отчетность по распределению расходов и доходов при максимальной прозрачности;

На основании полученной отчетности менеджментом НИИ ТДБ КМГ принят ряд стратегических управленческих решений, которые позволяют корректно управлять доходной частью, сократить расходы и существенно повысить эффективность деятельности Института в целом в соответствии с основной целью создания такого центра в группе компаний национального оператора в нефтегазовой отрасли

Следует отметить, что в данном случае отдельный учет в рамках бюджетирования не является инновацией в полном смысле этого слова [9]. Однако, применение этого метода при анализе деятельности НИПИ является достаточно сложным ввиду многих факторов. Как определить себестоимость одинаковых проектов по названию, при этом совершенно разных по уровню сложности и зависящих от многих факторов? Применительно к нефтегазовым проектам – это геологическое строение, степень разработки, извлекаемые запасы и многое другое. В некоторых случаях анализ таких работ вообще не допускает количественных описаний.

Результаты проведенного исследования и предложенные рекомендации могут быть использованы в процессе дальнейшей реализации пилотного проекта в данном НИПИ, принятии и анализе управленческих решений для повышения эффективности деятельности. Опыт по внедрению пилотного проекта может быть распространен на другие, в том числе частные, научно-исследовательские и проектные институты.

Список литературы

1. Харитоновна Н.А., Медведева Д.С. Контроллинг как инструмент управления организацией // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2012. № 10. С. 51-55.
2. Виноградская Н.А. Организация внутреннего аудита системы бюджетирования на предприятии // В сборнике: Актуальные проблемы и тенденции развития экономики организаций в России сборник научных трудов: к 15-летию кафедры аудита и контроллинга МГУДТ. Московский государственный университет дизайна и технологии. Москва, 2016. С. 50-56.
3. Вихрова Н.О. Развитие управленческого учета и контроллинга в интегрированных системах управления // В сборнике: Стратегии постоянного развития Материалы X международной научно-практической конференции. 2017. С. 84-88.
4. Хмельницкая Н.В. Основные элементы и процедуры внутреннего контроля в коммерческой организации // В сборнике: Экономический потенциал как залог устойчивого развития Материалы IV международной научно-практической конференции. 2017. С. 41-45.
5. Хмельницкая Н.В. Предложения по развитию учетно-аналитической подсистемы внутреннего контроля и отчетности // В сборнике: Актуальные проблемы и тенденции развития экономики организаций в России сборник

научных трудов : к 15-летию кафедры аудита и контроллинга МГУДТ. Московский государственный университет дизайна и технологии. Москва, 2016. С. 271-276.

6. Токарева Н.А., Смоленцева Л.В. Взаимосвязь компьютерных информационных систем и бухгалтерского учета // В сборнике: СБОРНИК ТРУДОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ УВО «УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ «ТИС-БИ» Казань, 2016. С. 140-143.

7. Бурменко Р.Р. Использование инструментов экономического анализа для качественной оценки и повышения трудового потенциала предприятия // В сборнике: Актуальные проблемы и тенденции развития экономики организаций в России сборник научных трудов : к 15-летию кафедры аудита и контроллинга МГУДТ. Московский государственный университет дизайна и технологии. Москва, 2016. С. 44-50.

8. Конурбаева Ж.Т., Шек Н.М., Осадчая О.П., Ремизов Д.В. Тестирование персонала горнодобывающего предприятия // В сборнике: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ Материалы Девятой международной научно-практической конференции. 2017. С. 277-284.

9. Виноградская Н.А. Проблемы использования бюджетных методов в управлении коммерческой деятельностью фирмы // В сборнике: Экономика, менеджмент и сервис: современный взгляд на актуальные проблемы Сборник научных трудов. Под редакцией Мишакова В.Ю., Зерновой Л.Е. Москва, 2018. С. 16-22.

10. Ларионова А.А. Финансовое обоснование стратегии развития предприятия // Научные труды Вольного экономического общества России. 2011. Т. 155. С. 267-269.

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ПОТРЕБНОСТИ В СОТРУДНИКАХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.А. Перельгина

Курганский государственный университет

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению вопроса анализа потребности персонала для машиностроительного предприятия. Рассмотрены этапы планирования, подходы к определению потребности, а также методы расчета.

Ключевые слова: *расчет потребности, персонал, методика, предприятие, планирование, методы расчета, уровень квалификации.*

METHOD OF NEEDS ANALYSIS FOR THE EMPLOYEES OF MACHINE- BUILDING ENTERPRISE

A.A. Perelygina

Kurgan state University

Annotation. The article is devoted to the analysis of the personnel needs for the machine-building enterprise. The stages of planning, approaches to the definition of needs, as well as methods of calculation are considered.

Keywords: *requirements calculation, staff, method, company, planning, calculation methods, the level of qualification.*

Зачастую мы сталкиваемся с ситуациями, при которых поиск и отбор сотрудников не планируется заблаговременно. Он осуществляются только тогда, когда руководителю нужно заполнить определенные вакансии. В таком случае тяжело избежать типичных ошибок, таких как набор мало квалифицированных сотрудников, неосуществимость объективной оценки требований, и т.д.

Правильное планирование потребности в персонале предполагает количественную и качественную вариацию. Количественная потребность определяется конкретным числом сотрудников для определенных специальностей, качественная - сотрудниками конкретных специальностей нужной квалификации. Для определения качественной потребности в персонале используют различные подходы, основные из них приведены на рис.1.

При определении потребности в кадрах нужно учитывать плановое (переводы, длительные командировки, учеба) и естественное (болезни, декретные отпуска, увольнение по собственному желанию, отпуск без содержания) выбытие кадров.

Основными целями планирования можно назвать:

- обеспечение предприятия сотрудниками в заданные сроки;
- организация эффективной работы по комплектованию и развитию персонала.

Планирование бывает двух видов:

- стратегическое (долгосрочное);
- тактическое (ситуационное).

При стратегическом планировании составляется программа по выявлению потенциала кадров, необходимых предприятию. Разрабатывается стратегия развития сотрудников, и определяется потребность в них в дальнейшем.

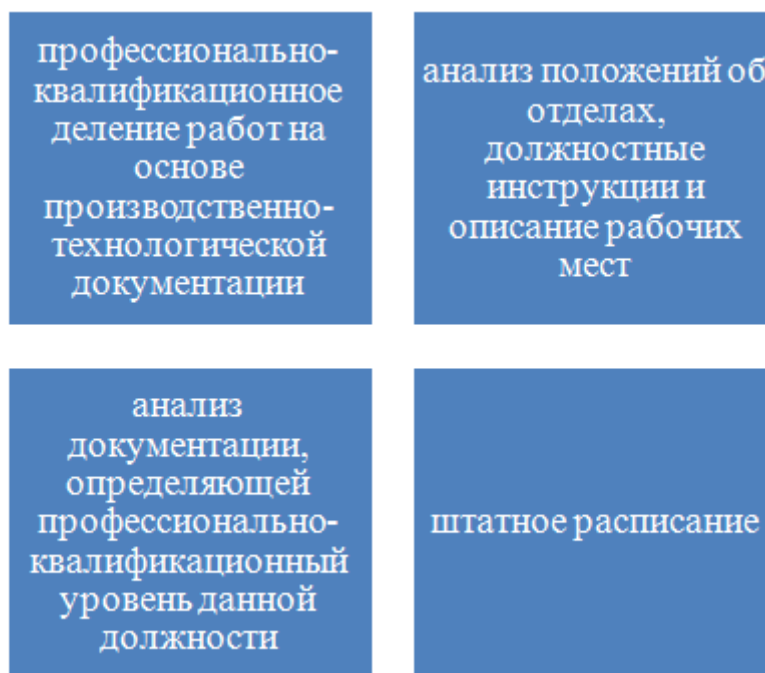


Рис. 1. Подходы определения качественной потребности

При тактическом планировании анализируется потребность в сотрудниках на конкретный период. Она зависит от показателей текучести кадров в данное время, выходов на пенсию, декретных отпусков и т.д.

Процедуру планирования потребности в кадрах можно представить в виде четырех крупных этапов (рис. 2).

Прогноз потребностей в персонале осуществляется посредством методов и техник. Их разнообразие достаточно велико.

Для расчета потребности в кадрах используют методы, представленные на рис. 3.

При использовании метода фотографии рабочего места менеджер по персоналу определяет задачи для сотрудника и регистрирует их во времени. Результатом исследования будет установление необходимости каких-либо действий и их значимость. Можно будет отказаться от каких-нибудь сотрудников ввиду значимости других или совмещения обязанностей группы сотрудников в одну штатную единицу.

Метод расчета по нормам обслуживания похож на вышеописанный. Нормы обслуживания закреплены в ГОСТах, СНиПах и СанПиНах. Данный метод позволяет менеджеру рассчитать количество необходимых кадров.

Эти два метода эффективно работают при расчете потребности в производственном и обслуживающем персонале.

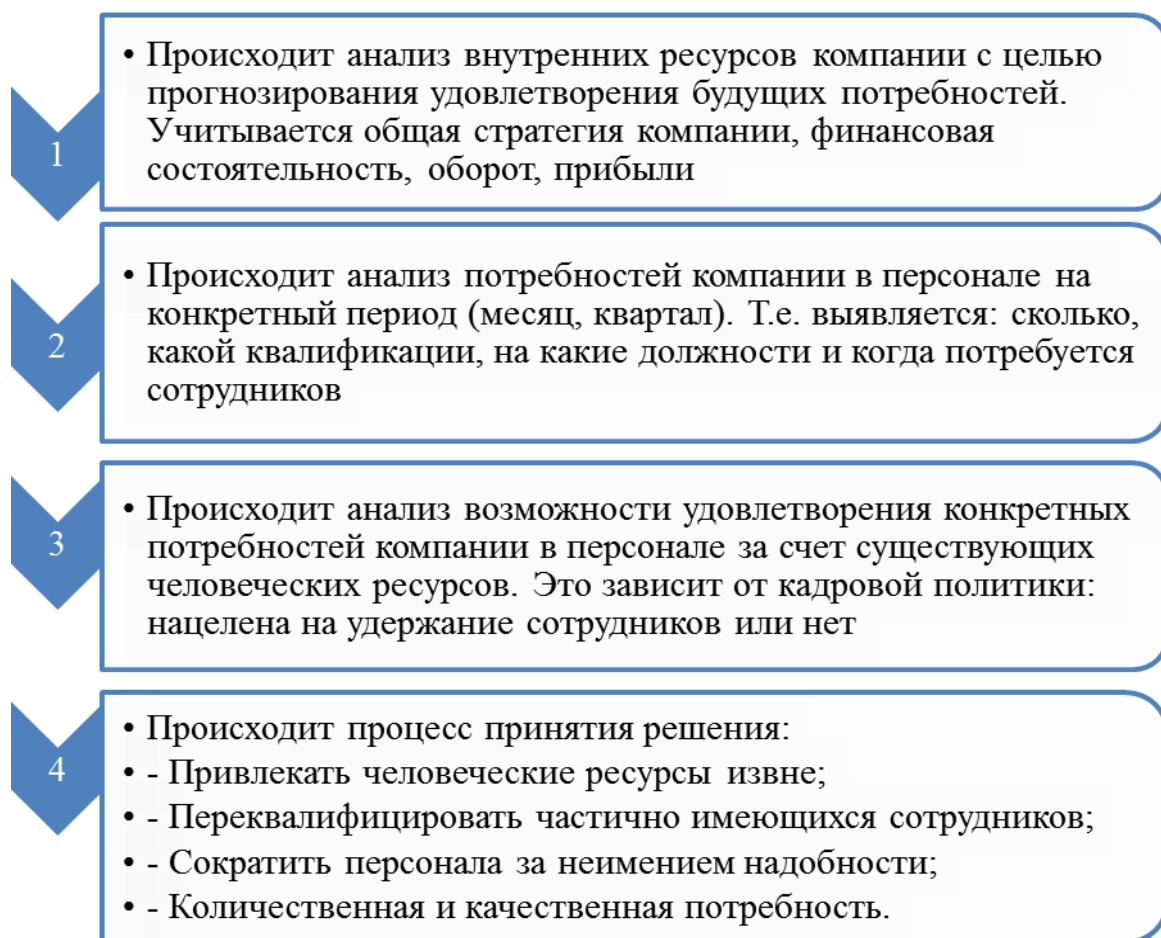


Рис. 2. Этапы планирования



Рис. 3. Методы расчета потребности в персонале

Метод экспертных оценок основан на мнении специалистов. В основе метода лежит их интуиция и профессиональный опыт. Это не самый точный из всех приведенных методов, но опытом компенсируется недостаток необходимой информации.

Метод экстраполяции осуществляет перенос текущей ситуации на предприятии на планируемый период. Он учитывает рыночную специфику, финансовые трансформации. Этот метод хорош для использования на короткий период и в стабильно функционирующих организациях.

Компьютерная модель планирования персонала является не очень популярным методом. При его использовании задействованы линейные менеджеры, предоставляющие данные менеджеру по персоналу. И их основе формируется компьютерный прогноз.

Определяя потребность в персонале, учитывают:

- потребность в высвобождении персонала из-за роста производительности труда, сокращения объемов производства, простоев и др.;
- потребность в увеличении численности;
- потребность в замещении персонала в связи с увольнениями, уходом на пенсию, переходом на инвалидность.

Мероприятия по их осуществлению состоят из мер по увеличению производительности труда и высвобождению рабочей силы. Чтобы это обеспечить, необходимо определить их результативность в трудовых показателях. Расчет эффективности мероприятий производится в нормо-часах, а эффект от отдельных мероприятий выражают в сокращении сотрудников.

Обоснование роста производительности труда производится по факторам. Расчет осуществляется по необходимости экономии числа сотрудников по всем факторам роста производительности труда. В этом случае численность сотрудников в плановом периоде определяется по формуле 1.

$$Ч_{пл} = Ч_{б} \cdot I_q + Э \quad (1)$$

где $Ч_{пл}$ - среднесписочная плановая численность работающих;

$Ч_{б}$ - среднесписочная численность работающих в базисном периоде;

I_q - индекс изменения объема производства в плановом периоде;

$Э$ - общее изменение (уменьшение - «минус», увеличение - «плюс») исходной численности работающих.

Плановая численность персонала определяют и на основе задания по объему производства в соответствующих единицах измерения и планируемой выработки на одного работника промышленно-производственного персонала:

$$Ч_{пл} = \frac{Q_{пл}}{В_{пл}} \quad (2)$$

где $Q_{пл}$ - планируемый объем выпуска продукции;

$В_{пл}$ - планируемая выработка продукции на одного работника промышленно - производственного персонала.

Эти методы расчета общей потребности нельзя применить для новых предприятий.

Наиболее распространенными являются методы определения потребности в персонале по трудоемкости работ, по нормам выработки, по рабочим местам на основании норм обслуживания машин и агрегатов и контроля над технологическим процессом.

При планировании численности основных рабочих определяется явочный и среднесписочный состав. Явочное число основных рабочих в смену - это нормативное число рабочих для выполнения производственного сменного задания по выпуску продукции:

$$\mathcal{C}_{\text{ПП}}^{\text{ос}} = \frac{T_p}{T_{\text{см}} \cdot D_{\text{п}} \cdot S \cdot K_{\text{вн}}} \quad (3)$$

где T_p - трудоемкость производственной программы, норма-часов;

$T_{\text{см}}$ - продолжительность рабочей смены или сменный фонд рабочего времени одного рабочего, часов;

S - число рабочих смен в сутках;

$D_{\text{п}}$ - число суток работы предприятия в плановом периоде;

$K_{\text{вн}}$ - плановый коэффициент выполнения норм.

На предприятиях с непрерывным процессом производства численность кадров, обслуживающих оборудование, наладкой, ремонтом, определяется с учетом норм обслуживания:

$$\mathcal{C}_{\text{СП}}^{\text{об}} = \frac{n \cdot S}{H_0} \cdot K_{\text{сс}} \quad (4)$$

где $\mathcal{C}_{\text{СП}}^{\text{об}}$ - списочная численность персонала, занятого обслуживанием оборудования;

H_0 - сменная норма обслуживания.

Расчет численности большинства категорий вспомогательных рабочих, особенно занятых на работах, аналогичен расчету численности основных рабочих. Применительно к работам, по которым не устанавливаются их объемы и нормы выработки, численность вспомогательных рабочих может быть определена непосредственно в зависимости от числа рабочих мест и сменности соответствующего подразделения (цеха, участка и др.):

$$\mathcal{C}_{\text{СПВС}} = n_{\text{ВС}} \cdot S \cdot K_{\text{СП}} \quad (5)$$

где $\mathcal{C}_{\text{СПВС}}$ - списочная численность вспомогательных рабочих; пвс -- число рабочих мест вспомогательных рабочих.

По данной методике можно определить численность крановщиков, стропальщиков, кладовщиков. Планирование численности вспомогательных рабочих, выполняющих работы, на которые имеются нормы обслуживания, сводится к определению общего количества объектов обслуживания с учетом сменности работ.

Численность служащих может быть определена исходя из анализа среднеотраслевых данных, а при их отсутствии - по разработанным предприятием нормативам. Нормативы численности могут разрабатываться по каждой отдельно взятой функции управления, по группам функций, по предприятию в целом, но и по отдельным видам работ, по должностям.

Для прогноза планирования персонала необходимо учитывать факторы текучести, уход сотрудников в результате оценочных процедур. Для более точного расчета норм текучести учитывают особенности бизнеса, трансформации с персоналом, факторы сезонности.

Исходя из потребности, выбирается путь и источники закрытия необходимости в кадрах. Чаще всего применяют активные пути закрытия потребности.

Это способы найма персонала, при которых организация:

- подбирает сотрудников из учебных заведений;
- представляет заявки по вакансиям в центры занятости;
- использует услуги консультантов по найму персонала.

Источники закрытия потребности в кадрах делятся на две группы (рис. 4).

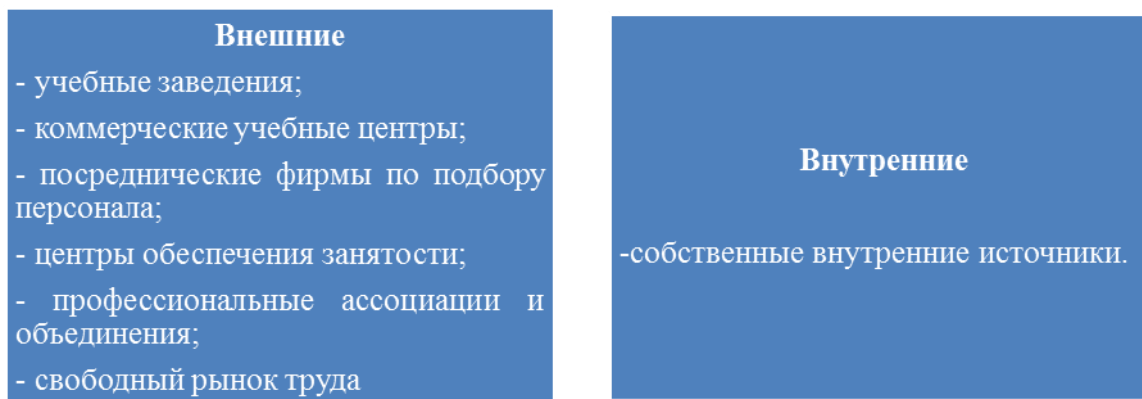


Рис. 4. Источники закрытия потребности в кадрах

Исходя из вышеописанного, следует, что для начала процесса планирования потребности в кадрах, менеджеру по персоналу нужно:

- Провести анализ потребности в персонале;
- Провести анализ эффективности работы и организационного климата;
- Провести исследование перспектив предприятия, состоящее из изучения потребности в кадрах и изучение необходимости обучения сотрудников.

В процессе планирования нужно учитывать средний период закрытия вакансии по каждой профессии. При разработке плана найма, необходимо учесть ресурсы службы персонала, выделяемые на актуальную задачу и запланировать финансовые средства на подбор.

Для модернизации системы оценки потребности в сотрудниках необходимо автоматизировать методику. Это увеличит скорость выполнения функций по учету и расчету потребности, а также уменьшит трудозатраты.

Список литературы

1. Гончаров В.В. В поисках совершенства управления: Руководство для высшего управленческого персонала. Ч 1,2, / В.В. Гончаров.- М.: Дело, 2012.- 216 с.
2. Ляско В.И. Стратегическое планирование развития предприятия: Учебное пособие для вузов. В.И. Ляско- М.: Издательство «Экзамен», 2009г. - 288с.
3. Шекшня С.В. Управление персоналом современных организаций / С.В. Шекшня.- М.: ЗАО «Бизнес школа», 2015. - 368 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСАХ НА ОАО «КУРГАНМАШЗАВОД»

А.А. Перельгина

Курганский государственный университет

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению теоретических аспектов определения потребности в персонале для рассматриваемого предприятия. Описываются текущее состояние кадровой структуры и вероятностные потребности на перспективу.

Ключевые слова: персонал, потребность в сотрудниках, вероятностная потребность, предприятие, машиностроение, инженеры.

THE THEORETICAL BASIS FOR DETERMINING THE NEEDS IN HUMAN RESOURCES AT JSC "KURGANMASHZAVOD»

A.A. Perelygina

Kurgan state University

Annotation. The article is devoted to the theoretical aspects of determining the need for personnel for the enterprise in question. The current state of the personnel structure and probabilistic needs for the future are described.

Keywords: personnel, need for employees, probabilistic need, enterprise, mechanical engineering, engineers.

ОАО «Курганмашзавод» - один из лидеров военно-промышленного комплекса страны, единственное в стране предприятие, выпускающее боевые машины пехоты. Это крупный машиностроительный комплекс, оснащённый оборудованием, обеспечивающим полный производственный цикл от всех видов механической обработки до сборки и комплексных испытаний готовой продукции.

Основная продукция включает боевые машины пехоты, многоцелевые коммунально-строительные машины (МКСМ), гусеничные транспортные машины ЧЕТРА ТМ-140 различных модификаций, автомобильные прицепы.

Для своевременного выпуска качественной продукции необходимо четко и планомерно выполнять все стадии изготовления: начиная от закупки материала и заканчивая сборкой конкурентоспособного товара и его выпуском на рынок. Этой является главной целью любого машиностроительного предприятия, достичь которую можно четко слаженной работе нужного числа квалифицированного персонала.

Численность сотрудников на рассматриваемом предприятии за 2016-2017 годы представлена в таблице 1.

Таблица 1

Численность сотрудников предприятия

Категория сотрудников	Численность персонала на 2016 год, человек	Численность персонала на 2016 год, %	Численность персонала на 2017 год, человек	Численность персонала на 2017 год, %
АУП	23	0,48	23	0,48
Служащие	502	10,51	500	10,46
Специалисты	863	18,06	861	18,02
Рабочие:	3390	70,95	3395	71,04
Основные	1887	39,49	1890	39,55
Вспомогательные	1503	31,46	1505	31,49
Среднесписочная численность	4778	100	4779	100

Анализируя данные по персоналу видно, что его среднесписочная численность почти не изменилась. За счет того, что в категории работников служащие и специалисты произошло уменьшение численности на 2 человека по каждой категории, а в рабочих произошло увеличение на 5 человек.

Анализ кадровой структуры показывает небольшое снижение доли служащих рабочих в общей численности - 10,51 % в 2016 г., 10,46 % в 2017 г.. Доля основных рабочих, наоборот, незначительно возросла: 70,95 % в 2016 г. и 71,04 % в 2017 г.. Доля рабочих в общей численности имеет тенденцию роста. На предприятии ОАО «Курганский машиностроительный завод» все больше обращают внимание на образование рабочих, уровень которого за последнее время становится выше. Это можно увидеть в таблице 2 и на рис.1.

Таблица 2

Образование рабочих

Образование	2016 год	2017 год
Высшее	60	50
Незаконченное высшее	15	10
Среднее	35	30
Среднее профессиональное	5	10

Из таблицы 2 видно, что увеличилось число рабочих с высшим и незаконченным высшим образованием. Доля работников с высшим образованием растет от года к году (50% в 2016 г., 60% в 2017 г.) На предприятии стало больше квалифицированных работников, следовательно, возросла эффективность работы.

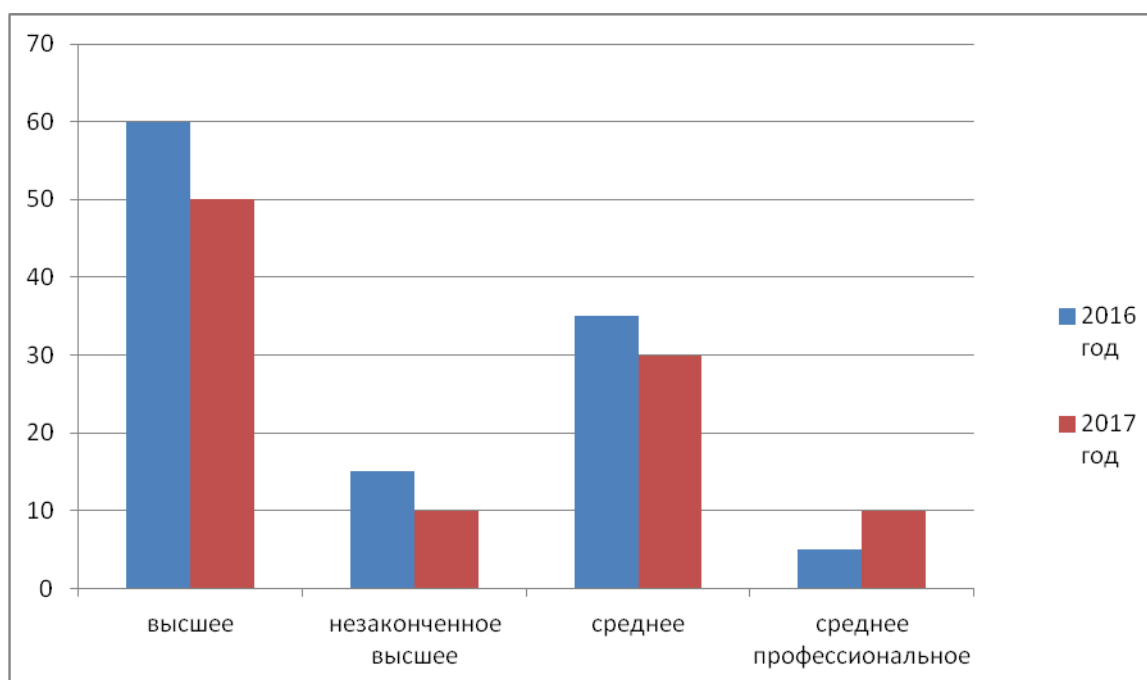


Рис.1. Структура персонала предприятия по уровню образования, %

На конец 2017 года число молодых инженерно-технических работников предприятия составляет 323 человека, что является весьма небольшим числом по сравнению с общим количеством сотрудников. Это связано со многими факторами, основными из которых считаются некачественная политика привлечения молодых специалистов, а также большой процент сотрудников пенсионного возраста, прочно закрепившихся на своем рабочем месте.

На сегодняшний день требования к руководителям и кадрам резко возрастают. В первую очередь речь идет о профессионализме, компетентности, психологической устойчивости, умении работать в условиях жесткой конкуренции, управленческой и производственной культуре. В связи с новым порядком лицензирования, все руководители подразделений должны подготовиться и сдать аттестацию заводской комиссии на знание, как технических дисциплин, так и нормативных актах по своей производственной практике.

Таблица 3

Анализ рабочих специальностей, которых не хватает на предприятии ОАО «Курганский машиностроительный завод»

Наименование специальности	Количество рабочих, человек
Технолог	10
Конструктор	12
Инженеры в отдел автоматизированной системы управления	36

Из таблицы 3 видно, что тенденция в нехватке технологов, конструкторов, а особенно инженеров в отдел автоматизированной системы управления. Следует отметить, что на данные рабочие места нужны молодые специалисты, спо-

способные работать на современном автоматизированном оборудовании и придумывать новые идеи развития машиностроительного производства.

Для привлечения молодых специалистов необходимо создать для них благоприятные условия, платить достойную заработную плату и всячески стимулировать работников. Также целесообразным выходом из данной ситуации будет налаживание контакта с ВУЗом, с целью набора учебным заведением необходимого количества будущих специалистов на бюджетные места с последующим трудоустройством на договорной основе.

По итогам комплексной оценки целесообразны будут следующие предложения:

1. Премирование лучших сотрудников за высокие профессиональные качества;

2. В дальнейшем повышать квалификацию сотрудников отдела при помощи методов развития потенциала каждого сотрудника:

- провести беседы о важности получения высшего образования и о готовности организации пойти на встречу (например, оплачиваемые сессии);

- отправить на курсы повышения квалификации особо нуждающихся сотрудников в повышении уровня самостоятельности, профессионализма и результатов труда;

- провести коллективные тренинги для повышения личностного и профессионального роста для всего экономического отдела.

Список литературы

1. Ильин А.И. Планирование на предприятии: учебное пособие. – 9-е издание. – М.: ИНФРА-М, 2011

2. Митрофанова, Е.А. Управление персоналом: Теория и практика. Оценка результатов труда персонала и результатов деятельности подразделений службы управления персоналом: Учебно-практическое пособие / Е.А. Митрофанова. - М.: Проспект, 2013. - 72 с.

3. Реймаров, Г.А. Комплексная оценка персонала: Инженерный подход к управлению качеством труда / Г.А. Реймаров. - М.: ЛКИ, 2015. - 422 с.

ВЫБОР СРЕДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО ВЕДЕНИЮ АРХИТЕКТУРНОЙ МОДЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.М. Полянский, Е.А. Смирнова

Вологодский государственный университет

Аннотация. Рассматриваются практические проблемы при автоматизации процессов построения и визуализации архитектурной модели предприятия. Определены задачи, требующие практического решения в виде оригинального программного комплекса. Описан общий алгоритм работы программного комплекса. Обоснован выбор сред реализации программного комплекса для отечественных предприятий, в т.ч. машиностроительных.

Ключевые слова: архитектурная модель предприятия, автоматизированное моделирование, визуализация моделей, моделирование деятельности предприятия.

SELECTION OF THE ENVIRONMENTAL IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM COMPLEX FOR THE MANAGEMENT OF THE ARCHITECTURAL MODEL OF THE ENTERPRISE

A.M. Polyansky, E.A. Smirnova
Vologda State University

Annotation. The authors consider practical problems in automating the processes of building and visualizing the architectural model of an enterprise. The tasks that require practical solutions in the form of the original software package are defined. The general algorithm of the software describes. Selection of the environmental implementation of the program complex for domestic enterprises, including machine building, is grounded.

Keywords: *Architectural model of the enterprise, automated modeling, visualization of models, modeling of enterprise activity.*

Руководству предприятия любого направления деятельности, другим заинтересованным лицам для принятия управленческих решений регулярно требуется информация о деятельности предприятия в различных проекциях. Картина, предстающая перед руководством, должна быть наглядной и объективной, содержать целостные и оперативные данные. Это определяет требования к источникам данных, которые должны поставлять фактическую актуальную информацию о предприятии, а также требования к способу отображения состояния предприятия в виде интерпретируемых образов, схем и описаний [1].

Таким образом, актуальна разработка инструментария, позволяющего ответить на вопросы, возникающие как в процессе деятельности, так иногда и после прекращения деятельности предприятия. При такой постановке проблемы определяются две основные задачи:

1. определение источников информации, сбор и обработка данных;
2. представление обработанных данных в виде, позволяющем наглядно и с разных точек зрения оценить сущность предприятия и эффективность его функционирования, т.е. создание архитектурной модели предприятия и программных средств, автоматизирующих ее отображение пользователю.

Первая задача актуальна, т.к. для построения архитектурной модели предприятия требуются полезные данные, отобранные из множества разрозненных и несогласованных по времени, методикам сбора и интерпретации источников данных. Решение данной задачи требует использования специальных программных средств, кроме собственно определения полезных источников и форматов доступных данных. Процесс определения полезных источников данных чаще всего реализуется экспертным методом, а его результаты, как правило, закрепляются локальным нормативным актом учреждения. Существует множество методик отбора большого объема данных, описанных и реализуемых в рамках методических подходов Data mining [2].

При решении второй задачи появляется необходимость в определении методики графического и/или вербального описания архитектурной модели

предприятия. В ходе проведенного авторами исследования стандарт ГОСТ Р ИСО 15704-2008 определен в качестве методической основы при построении модели предприятия (в терминах стандарта – представлений архитектурной модели предприятия) [3]. Программное средство, реализующее данную методику, должно в результате представлять наглядную картину деятельности предприятия, необходимую заинтересованным сторонам сообразно фокусу их интереса и способностям восприятия.

Таким образом, путь к архитектурной модели предприятия может быть описан общим алгоритмом построения архитектурной модели, представленным на рисунке 1.

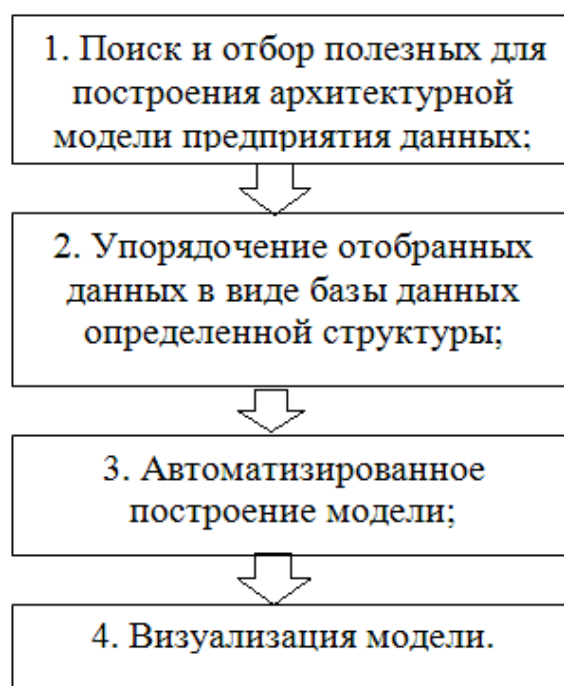


Рис. 1. Общий алгоритм построения архитектурной модели

Определив источники и форматы представления исходных данных, методику их преобразования и представления в модели и заинтересованным лицам, решаем задачу разработки программного комплекса по ведению архитектурной модели предприятия, которая формулируется следующим образом: необходимо разработать программные средства, позволяющие с минимальным участием человека находить в информационной системе (далее ИС) предприятия данные, необходимые для построения его архитектурной модели, а также строить и визуализировать на основании полученных данных архитектурную модель предприятия.

Обзор существующих программных решений показал, что задача поиска и отбора полезных данных среди множества разрозненных и несогласованных по времени, методикам сбора и интерпретации данных, ранее была рассмотрена и решена в ряде исследований [4]. Известно несколько методологических и

практических решений, позволяющих подготовить базу данных определенной структуры в качестве хранилища данных архитектурной модели предприятия.

Вопрос автоматизированного построения и визуализации модели на данный момент частично решен методологически. Существуют стандарты ГОСТ Р ИСО 15704-2008 «Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия» [3] и ГОСТ Р 57100-2016 «Системная и программная инженерия. Описание архитектуры» [5]. Данные стандарты являются основой применения терминологии и методических подходов в области автоматизированных систем, построения моделей предприятий в различных представлениях (в зависимости от набора необходимых для отображения аспектов), а также регламентируют требования к архитектурам и методологиям предприятия на соответствие стандартным архитектурам и методологиям, что позволяет в конечном итоге применять общие методы проведения регулярного инжиниринга организационных и информационных систем на предприятии. Ощущается необходимость в доработке (расширении) стандартов в части уточнения конкретного набора моделей для полного описания предприятия в различных представлениях, авторами ведется работа по ее решению.

В настоящее время преобладают ручные методы построения модельных представлений с использованием автоматизированных средств в основном для рисования и простейшей формальной проверки непротиворечивости моделей, достаточно трудоёмкие и не всегда корректные с точки зрения полноты и адекватности моделей реальной сущности предприятия. Таким образом, в общей задаче разработки программного комплекса по ведению архитектурной модели предприятия можно выделить центральную подзадачу, требующую оригинального решения: разработка программных средств, позволяющих с минимальным участием человека построить и визуализировать архитектурную модель предприятия на основании данных уже сформированного хранилища. В ходе решения этой подзадачи определяются условия поиска данных из хранилища (т.е. требования к релевантности данных), алгоритмы использования данных для построения той или иной модели предприятия, создается визуализатор моделей предприятия.

Анализ наиболее популярных средств разработки показывает, что любая среда разработки, способная организовать работу клиентского приложения с СУБД, позволит реализовать данное программное средство. Выбор конкретной среды разработки и функционирования программного средства определяется особенностями инфраструктуры приложений конкретного предприятия, на котором планируется внедрение. Для внедрения авторами было определено предприятие, управленческие кадры которого работают преимущественно с продуктами фирмы «1С». Использована среда разработки «Платформа 1С: Предприятие 8», которая ориентирована на решение комплекса вопросов планирования и учёта деятельности предприятия. Эта среда имеет встроенные инструменты интеграции на основе общепризнанных открытых стандартов и протоколов передачи данных (что важно для получения данных из хранилища),

предоставляет возможность быстрой разработки с качественно подготовленной документацией, достаточно удобной работой с запросами и с визуализацией. Кроме того, при таком подходе средство ведения архитектурной модели достаточно легко интегрируется в существующую на предприятии информационную систему, его интерфейс привычен и понятен конечному пользователю.

Для предприятий машиностроительного профиля с широкой номенклатурой сырья, материалов и комплектующих, сложными дискретными технологическими процессами, и, как следствие, со сложной структурой и большим объёмом данных в хранилище, выбор среды «1с» представляется наиболее оправданным.

Таким образом, в ходе исследования уточнены практические задачи по разработке программного комплекса, решение которых необходимо для реального внедрения методик построения архитектурной модели предприятия, определены способы и средства решения поставленных задач.

Список литературы

1. Полянский, А. М. Организация сбора данных предприятия с целью ведения его архитектурной модели / А. М. Полянский, Е. А. Смирнова // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 18-19 апреля 2017 г.): в 4 т. - Вологда : ВоГУ, 2017. – Т. 1. – С. 137-139.
2. Барсегян, А. А. Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP, 2-ое издание/ А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. - СПб: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.
3. ГОСТ 15704-2008. Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия. – Введ. 18.12.2008. – М.: Стандартинформ, 2010. – 50 с.
4. Кузнецов, Д. П. Метод и средства интеграции онтологий разнородных источников данных в автоматизированных системах управления промышленных предприятий: дис. ... кандидата технических наук: 05.13.06 / Кузнецов Дмитрий Павлович. - Вологда, 2013. - 109 с.: ил.
5. ГОСТ Р 57100-2016. Системная и программная инженерия. Описание архитектуры. – Введ. 01.09.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 32 с.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

М.У. Рахимбердинова, Е.В. Шатурная

*Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан*

Аннотация. В статье рассматриваются основные этапы процесса внедрения системы управления знаниями на предприятии, описаны условия целеполагания внедрения СУЗ, описаны основные ожидаемые результаты после внедрения системы управления знаниями.

Ключевые слова: система управления знаниями, этапы процесса внедрения систему управления знаниями.

IMPLEMENTATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM AT ENTERPRISES

M.U. Rakhimberdinova, E.V. Shaturnaya

D.Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Summary. The article considers the main stages of the process of implementing a knowledge management system in the enterprise, describes the conditions of the goal-setting of the introduction of KMS, and describes the main expected results after the introduction of the knowledge management system.

Keywords: *knowledge management system, stages of the process of implementing a knowledge management system.*

В условиях динамичной экономики, острой конкурентной борьбы необходимо понимание механизмов овладения знаниями, а также факторов, препятствующих этому. Управление знаниями становится важным инструментом повышения эффективности деятельности организаций.

Деятельность современных организаций в значительной степени зависит от накопления и анализа информации, обучения персонала и внедрения новшеств. Если мы рассматриваем экономику как систему, с присущими ей в полном объеме системными признаками [1], то в современных условиях эта система требует и особого системного использования накопленных знаний.

Обучение и инновации рассматриваются как основные стратегические инструменты достижения конкурентоспособности в стратегическом менеджменте организаций[4]. Особое значение они получают в рамках концепции устойчивого развития, рассматриваемой в качестве новой философии развития человеческого общества[1]. Концепция устойчивого развития организаций, как и стратегический менеджмент стала защитной реакцией общества на процессы неопределенности и динамичности окружающей среды, попыткой создания системы адаптации и управления в таких условиях, которые способствовали бы повышению конкурентоспособности организаций в условиях реального рынка товаров и услуг.

Мировой опыт доказывает, что методология, технология и инструменты управления знаниями содействуют стратегическому развитию предприятий, а, следовательно, являются целесообразными для внедрения.

Алави М. и Лидер Д. определяют СУЗ как систему, которая использует информационные технологии с целью поддержки и облегчения организационных процессов создания, хранения, воспроизведения, преобразования и применения знаний.

Майер Р. определяет систему управления знаниями как систему информационных и коммуникационных технологий, обеспечивающих реализацию таких функций, как создание трактовки, определения, поглощения, захвата, отбора,

оценки, организации, взаимосвязи, структурирования, формализации, визуализации, распределения, хранения, поддержки, совершенствования, развития, организации доступа, поиска и применения знаний.

Штайн И. и Звас В. рассматривает СУЗ, как информационную систему памяти организации, а именно как сочетание процессов и информационно-технологических компонентов необходимых для сбора, хранения и применения знаний, созданных в прошлом, в процессе принятия решений.

Дженикс М. и Олфмен Л. расширили предварительное определение, включив в СУЗ информационную систему памяти организации, стратегию и сервис.

Внедрение систем управления знаниями на крупных предприятиях началось совсем недавно, но они считаются одним из главных факторов победы в конкуренции. Одна из центральных идей управления знаниями — использовать более эффективно уже существующее знание.

Система управления знаниями, должна быть целенаправленной и способной создавать организационно-экономические, технологические и психологические условия для того, чтобы:

- быстрее отвечать на требования клиентов с помощью более эффективных инновационных решений, являющихся конкурентным преимуществом компании;
- ускорять воплощение знаний в товары и услуги;
- использовать нематериальные активы партнеров, осуществляя техническую, функциональную, отраслевую экспертизу;
- повышать эффективность обучения и передачи навыков для персонала;
- своевременно разворачивать исследования, связанные с производством новых знаний и быстрейшим воплощением результатов в товары и услуги.

Целью данной работы является разработка теоретических основ и практических рекомендаций, необходимых для обеспечения процесса формирования и внедрения системы управления знаниями в систему управления изучаемого предприятия, что в свою очередь, направлено на создание необходимой основы для совершенствования стратегического управления данного предприятия.

Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Определение сущности понятия СУЗ.
2. Анализ существующих подходов к формированию СУЗ и выбор наиболее оптимального подхода для изучаемой организации.
3. Разработка поэтапного процесса формирования и внедрения СУЗ.
4. Прогнозирование стратегических результатов развития предприятия в результате внедрения систему управления знаниями.

Процесс внедрения системы управления знаниями включает несколько этапов:

- Этап 1 Анализ сложившейся практики работы.
- Этап 2 Разработка и обоснование проекта.
- Этап 3 Аудит знаний.
- Этап 4 Внедрение СУЗ.
- Этап 5 Общение и обучение.

Этап 6 Анализ проекта.

1 этап. Анализ сложившейся практики работы

Цель: Анализ текущей ситуации. Выявление потенциала внедрение СУЗ в настоящих условиях компании.

Данный этап предполагает изучение следующих элементов: корпоративная культура, основные принципы и ценности предприятия, система мотивации практика продвижения и должностного роста, существующие программы обучения и развития персонала; информация доступная сотрудникам предприятия, используемые инструменты и информационные каналы, эффективность внутренних коммуникаций, а так же анализ системы документооборота предприятия и программного обеспечения.

2 этап. Разработка и обоснование проекта

Цель: формирование позитивного отношения руководства и сотрудников к внедрению СУЗ, понимания необходимости и целесообразности СУЗ. Составление примерного плана работ по проекту, определение основных направлений проведения аудита.

Данный этап предполагает изучение следующих элементов: определение целей и задач проекта, планируемые улучшения, определение показателей, на которые повлияет внедрение СУЗ, приоритетные задачи и ограничения внедрения СУЗ, определение команды проекта и график работ, определение расходов по проекту, определение бюджета, определение проблем, которые будут решены после внедрения СУЗ, потенциал для инноваций, улучшение коммуникаций, компетентность сотрудников, разработка обоснования, увязка со стратегией компании, расчет финансовых показателей проекта, привлечение к обсуждению проекта всех сотрудников компании.

3 этап. Аудит знаний

Цель: сбор информации об имеющихся в компании знаниях (качестве, местонахождении, доступности), ее систематизация и анализ для последующей разработки плана внедрения системы управления знаниями.

Данный этап предполагает изучение следующих элементов: определение участников аудита, сроки и этапы проведения аудита, методы информирования и привлечения к участию в проекте других сотрудников предприятия, семинары по сбору информации, проведение опросов и анкетирования, включенное наблюдение, дискуссионные и фокусные группы.

4 этап. Внедрение системы управления знаниями

Цель: обеспечение доступности упорядоченных знаний. Обеспечение своевременного получения всеми сотрудниками компании необходимой для принятия эффективных решений информации.

Данный этап предполагает изучение следующих элементов: выявление существующих в компании формализованных и неформализованных знаний, аккумуляция знаний, выбор способа разработки системы классификации знаний классификация знаний создание организованной иерархии областей и разделов знаний, проверка классификации на гибкость (удобство пополнения

и изменения), проверка классификации на доступность информации, определение функционала технологий УЗ, согласование бюджета, анализ вариантов на совместимость с имеющимися технологиями.

5 этап. Общение и обучение

Цель: обучение использованию технологий СУЗ, мотивация на использование инструментов системы управления знаниями.

Данный этап предполагает изучение следующих элементов: проведение информационных семинаров, групповых дискуссии, наставничество, трансляция позитивного опыта, привлечение топ-менеджеров, использование инструментов внутреннего PR, постоянный сбор и анализ обратной связи от пользователей СУЗ.

6 этап. Анализ проекта

Цель: оценка эффективности проекта, планирование и осуществление дальнейших мероприятий. Сопоставление достигнутых результатов с запланированными.

Данный этап предполагает изучение следующих элементов: определение степени и качества достижения поставленных целей, степени удовлетворения сотрудников и руководства компании, простота и удобство

технологий УЗ, доступность и полнота знаний, достигнутые положительные эффекты, соответствие плану и бюджету, процедуры выявления дальнейших потребностей в знаниях, процедуры сохранения актуальности знаний, совершенствование процессов обучения и повышения квалификации, обучение новых сотрудников технологиям и инструментам УЗ, составление программы профилактики потери знаний.

Так, можно выделить ожидаемые результаты внедрения системы управления знаниями на изучаемом предприятии:

- обеспечение более эффективного управления предприятием;
- развитие трудовых ресурсов предприятия;
- преодоление сопротивления работников предприятия изменениям;
- поддержка эффективного накопления, управления и доступа к информации и знаниям;
- устранение дублирования и многоразового преобразования информации;
- обеспечение четкой авторизации доступа к коммерческой информации, за счет чего повышается персональная ответственность сотрудников за выполненные действия;
- протоколирование деятельности предприятия в целом;
- оптимизация бизнес-процессов и автоматизация механизма их выполнения и контроля.

Внедрение системы управления знаниями позволяет повысить эффективность бизнеса за счет объединения и структуризации важной информации из различных источников и организации ролевого доступа к ней. Быстрый и удобный доступ к требуемой информации сотрудников обеспечивается за счет мощного механизма поиска и классификации. Возможность сбора статистической информации, формирования аналитических отчетов, а также сервисы сов-

местной работы позволяют повысить качество и оперативность принимаемых управленческих решений.

Список литературы

1. О'Коннор Дж. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем: Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.
2. Паникарова, С. В. Управление знаниями и интеллектуальным капиталом : [учеб. пособие] / С. В. Паникарова, М. В. Власов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 140с.
3. Прохоровский А. Эволюция рыночной экономики в зеркале политической экономии // Российский экономический журнал. 2008. № 1–2.
4. Мэнкью Н.Г. Принципы экономикс. СПб.: Питер Ком, 1999.

МЕСТНЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРО-ИНДУСТРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В РЕГИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

М.С. Сембин, Ш.Ж. Суранкулов

Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана

Аннотация. В статье рассмотрен местный опыт проектирования и перспективы развития агро-индустриальных комплексов в региональных условиях северного Казахстана на примере агрофирмы «Родина», где применяются наиболее современные технологии производства, хранения и реализации.

Ключевые слова: проектирование, развитие, агро-индустриальный комплекс.

LOCAL EXPERIENCE OF DESIGNING AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEXES IN THE REGIONAL CONDITIONS OF NORTH KAZAKHSTAN

M.S. Sembin, Sh.Zh. Surankulov

Kazakh agrotechnical university of Saken Seyfullin, Republic of Kazakhstan, Astana

Abstract. The article considers the local experience of design and development prospects of agnoidrustal projects in the regional conditions of northern Kazakhstan on the example of the agricultural company “Motherland”, where the most modern production, storage and marketing technologies are used.

Keywords: design, development, agro-industrial complex.

Казахстан – единственная страна на пространстве бывшего Советского Союза, которая славится зерновой обеспеченностью и нужными ресурсами для экспортных поставок. В республике есть успешные хозяйственные предприятия, которые могут стать примером. Проектирование успешного агро-индустриального ком-

плекса можно рассмотреть на примере агрофирмы «Родина», расположенной в Акмолинской области, это в семидесяти километрах от столицы Казахстана [1].

Местный опыт проектирования и перспективы развития агроиндустриальных комплексов на основе ТОО агрофирма «Родина»

Агрофирма «Родина» – сельскохозяйственное формирование со множеством профилей структуры, где активно используются последние технологические разработки. Оно ведет выпуск, хранение и продажу продуктов питания, таких как мясо, молоко, овощи и другие.

Численность занятых работников – 520 человек, эффективность их труда превышает 10,9 млн. тенге на 1 работника, объем производства за год – более 6,0 млрд. тенге, из которого доля животноводства приходится на 40%.

Особенности архитектуры комплекса – создание единого пространства для работы и жизни человека. Одновременно с производственными цехами строятся жилье и социальные объекты. Ведется благоустройство и озеленение территорий, идет забота об окружающей среде. Фирма развивается по типу городского образа жизни, когда уменьшаются личные хозяйства, и продукты жители покупают в местных магазинах, куда поступает продукция с заводов.

ТОО Агрофирма «Родина» обладает 6-ю коровниками на 700 голов, 3 специализированными базами для телят до полугода, так называемых молочников. Есть 3 базы, которые предназначены для дальнейшего выращивания молодняка в возрасте от полугода.

Валовой надой молока на 1 марта 2008 за год имел объем 530 тонн, надой на одну фуражную особь – 693 л. Предусмотрен цех по обработке животноводческой продукции.

Животноводческие комплексы – по современным нормам

Два комплекса молочно-животноводческой направленности были возведены на территории Казахстана. Первый рассчитан на 1300 коров породы голштейн и оснащен инновационной доильной установкой карусель «Глобал-90», обладающей оборотов в 50 голов за 12 минут времени. Звери проходят через систему идентификации BauMatik, которая автоматически считывает данные на компьютер с ПО DairyPlan. Всю аппаратуру поставили и установили специалисты из Германии от компании WestfaliaSurge. Каждой корове присвоен уникальный код-респондер из семи символов.

Второй комплекс оборудован установкой для доения «Елочка» и включает в себе тысячу особей породы голштейн. За 2016 год объем выпускаемого молока превысил 8 тысяч тонн. Приобретение высокопродуктивных животных и возведение современного молочного комплекса позволило увеличить сырьевую основу. Дополнительно устроен комбикормовое производство с оборудованием из Германии, где производятся сбалансированные комбикорма для всех половозрастных групп коров.

Молочное производство с высокотехнологичным оборудованием – в структуре комплекса

Многопрофильная агрофирма «Родина» является компанией сельскохозяйственного направления, участвующей в выпуске, продаже и хранении продук-

тов с высокими характеристиками: элитных сортов семян и зерна, плодоовощных продуктов, молочных продуктов и мяса. Также она занимается оказанием услуг для сельского хозяйства, производством и продажей стройматериалов.

Главный упор в хозяйстве сделан на выращивание пшеницы. Здесь каждую посевную, вне зависимости от погодных условий, собирают 18,2 центнера с гектара. Это самый высокий показатель в Акмолинской области. На агрофирме создан целый сельскохозяйственный комплекс. Помимо растениеводства, здесь занимаются разведением элитных коров «голштино-фризской» породы. Изначально казахстанские фермеры в Канаде закупили 752 головы. Сейчас в ТОО – 3200 голов скота. За годы Независимости изменились и условия труда сельских тружеников. Сейчас все автоматизировано. К примеру, дояркам больше не надо тратить время и силы на дойку коров. На такой «карусели» молоко у 50 буренок получают всего за 12 минут. И сразу по трубам отправляют его на завод. В сутки здесь перерабатывают 25-30 тонн молока и выпускают 20 видов готовой продукции. Современный комплекс построили за 762 миллиона тенге. Это собственные и заемные деньги. Через АО «КазАгрофинанс» аграрии получили технику под 12,8 %. 7 из них субсидируются государством, остальные выплачивает хозяйство.

При этом компания не стоит на месте. Недавно здесь запустили новый комплекс на 1000 голов. В ближайшее время планируется дополнительно открыть площадку еще на 500 коров, что позволит улучшить показатели агрофирмы в будущем.

Отрасль животноводство подразумевает обработку продукции и ее поставки в магазины для продажи. Транспортировка товаров осуществляется собственными автомобилями.

Элементы инфраструктуры комплекса

Для осуществления поставленных задач в расширении производства сельхозпродукции ведущая роль отводится не только выпуску продукции, но и обеспечению её обработки. Инфраструктуру комплекса составляют такие элементы:

- складские помещения для хранения;
- цеха для последующей переработки (хлеб, колбасные изделия, масло).

Товарищество организывает увеличение выпуска товаров с единицы площади, при этом сокращая расходы. Имеющаяся специализация отличается многогранностью своей структуры в производстве товаров.

Согласно Госакту на землю АН №0051673 за ПК «Родина» закреплен участок земли площадью 42251 га на праве постоянного землепользования, причем 3389 га заняты под участками стороннего пользования.

Возросла потребность в новом жилье. Округ крупный в плане выпуска продукции, производство уже составило 5 млрд. 200 млн. тенге. Однако, количество населения только 1,7 тысяч человек, чего мало для реализации крупных проектов.

Пример проекта реализованного молочного кластера

Идея формирования молочного кластера была приведена в жизнь в 2016 году. Изначально расчет шел на 1 млрд тенге, однако, при закупке материалов и аппаратуры было потрачено 750 млн, из которых заемными были только 550 млн. Все оставшиеся деньги тратятся на еще один коровник размеров в 500 голов. Каждая корова должна привести по теленку, что приводит к нехватке позиций в телятнике. За счет этого фирма уходит в масштабное строительство в сфере животноводства, а это ведет к увеличению рабочих мест на 40 процентов.

В качестве пилотного варианта в 2007 году был запущен первый молочно-животноводческий комплекс. Коров породы голштейн завезли из Канады и Австрии в количестве 892. Эта порода считается лучшей в молочном направлении, а хозяйство имеет статус племенной фермы по разведению чистокровных пород лошадей для верховой езды.

Принципы формирования архитектуры комплекса «Родина»

В застройке территорий агропромышленных комплексов есть несколько основных приемов [7]:

- 1) моноблочная застройка;
- 2) павильонная срочная, кольцевая, радиальная и групповая;
- 3) блокированная с односторонней и двусторонней гребенкой обычного типа или со смещением.

Существует также несколько способов застройки территорий производственного типа: регулярный, свободный и секционнопанельный. На сложном рельефе или сложном очертании самой местности лучше всего реализовать свободный вид.

При последнем приеме местность делят, опираясь на планировочный модуль, который един для всех секторов и делит их на определенные секции-панели. Этот вид дает возможность:

Реализовать экономные, плотные и единые по своей архитектуре решения;

Организовать систему для всех зданий и сооружений, применяемых в АПК;

Решить проблемы блокировки, унификации и связи предприятий сельского хозяйства.

Архитектура и планировка животноводческого комплекса формируется исходя из его габаритов, приемов застройки, технологического процесса и характера производства. В учет принимают типы зданий и особенности размещения АПК по отношению к сети автодорог, населенным пунктам и даже уникальность ландшафта застраиваемой территории.

Все эти принципы учтены при создании комплексов и архитектуры объектов хозяйствования в агрофирме «Родина». В хозяйстве применяются новейшие идеи, применяются мировые тенденции и создаются объекты с привлечением иностранных партнеров, воплощаются современные пилотные программы.

Пилотные проекты в фирме «Родина»

Комплекс «Родина» входит в состав участников программы по формированию крупно-товарных молочных производств с заверренным циклом обра-

ботки продукции. В программе принимают участие АО «КазАгроФинанс» и КТ «Зенченко и компания».

Воплощение задумки приведет к снижению количества посредников в схеме движения товара до итогового покупателя и позволит контролировать цены и уровень качества продаваемого товара при магазинной торговле.

Финансирование будет осуществлено за счет лизинга и части личных средств. Всего необходимо около 8,5 млн долларов США для полной реализации.

Для увеличения производственной работы закупается сельхозтехника и аппаратура для создания корма, строится животноводческий корпус на 1200 голов, приобретаются коровы черно-пестрой породы из Канады, которые приносят 7 тысяч литров ежегодно с каждой особи.

Всего требуется инвестиций в размере 1,105 млн тысяч тенге, в их числе 236470 тысяч отводится софинансированию и кредиту под 2 % годовых на сумму 868530 тысяч тенге сроком на восемь лет.

Для погашения кредита используется прибыль от настоящей деятельности АФ «Родина», то есть так, что идет от выпуска и продажа муки, молока, зерна и других прибыльных источников.

Расчет технологических параметров молочно-товарного комплекса.

Технологический план призван определить количество и вместимость отсеков для необходимых групп скота по имеющимся нормам, а также регулярности производства, дезинфекции и воздействия других факторов.

Комплекс будет вмещать тысячу дойных особей, для которых приобретена доильная станция «Карусель Глобал 90», вмещающая в себя 50 голов.

Будем считать, что стадо коров расположится в двух оборудованных помещениях, а для повышения эффективности работы в каждом из них будут сформированы четыре группы по уровню продуктивности. Для получения наилучшей эффективности требуется, чтобы установка заполнялась на максимум в любой период.

При вычислениях мы получили, что для группы в 250 коров при использовании доильной установки «Карусель Глобол 90» на полсотни мест, доение будет занимать около 45 минут. 4-ре таких группы и нужное поголовье в 1 тысячу голов будет достигнуто. Это наиболее оптимальные показатели.

Особь для дойки локализуются в новых строениях, где будет оборудован современный доильно-молочный отсек. По плану телята расположатся самостоятельно. Строительство предполагается таким образом:

деревня на 4 сотни телят;

доильно-молочный блок;

два коровника на тысячу особей;

рассчитывается, что бычки самостоятельно не растятся.

После запуска фермы в работу планируется следующее распределение выращиваемых животных:

Дойное стадо (тысяча голов) находится в двух отстроенных коровниках (№1 и №2) свободно, как называется беспривязно.

В родильном отсеке поместятся до 120 голов в 29 боксах на специальной глубокой подстилке по 3 – 5 голов в группе.

В «деревне» для телят в изолированных «квартирках» будет примерно 60 телят в возрасте до трех недель и около четырехсот животных возрастной группы до 5 месяцев.

Коровники No1 и No2 имеют габариты 126x34 м, к их центру подведена специально предусмотренная галерея, по которой животные перемещаются на доение.

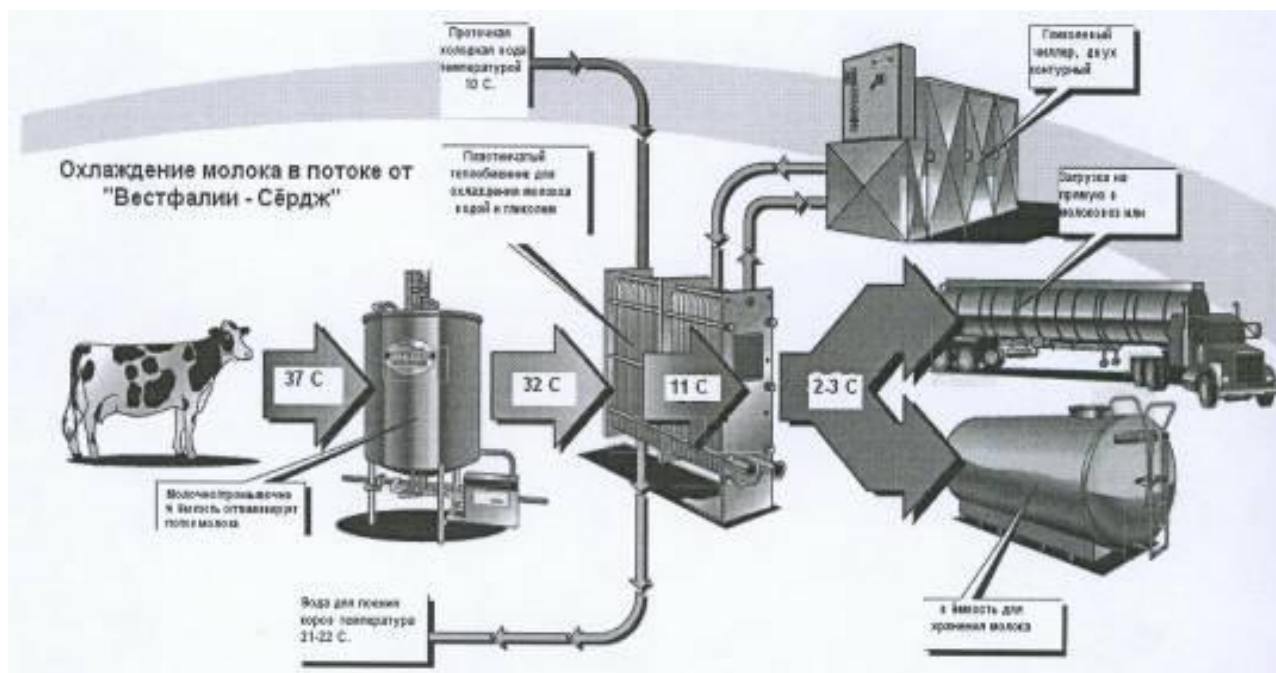


Рис. 1. Система охлаждения молока в схеме с использованием «Чиллеров»

Чтобы сократить расходы на покупку емкостей для хранения молока будет использована система охлаждения в потоке с применением «Чиллеров».

Деревня для молодых телят выполнена из двух частей, между которыми стол с кормом. Каждая половина имеет десяток отсеков, в которых расположилось по 25 коров. Над столом находится крыша, не позволяющая погодным условиям намочить корм. В центре животноводческой деревни – техпомещение с устройствами по выкармливанию телят и подключение поилок. Навоз из деревни удаляется трактором.

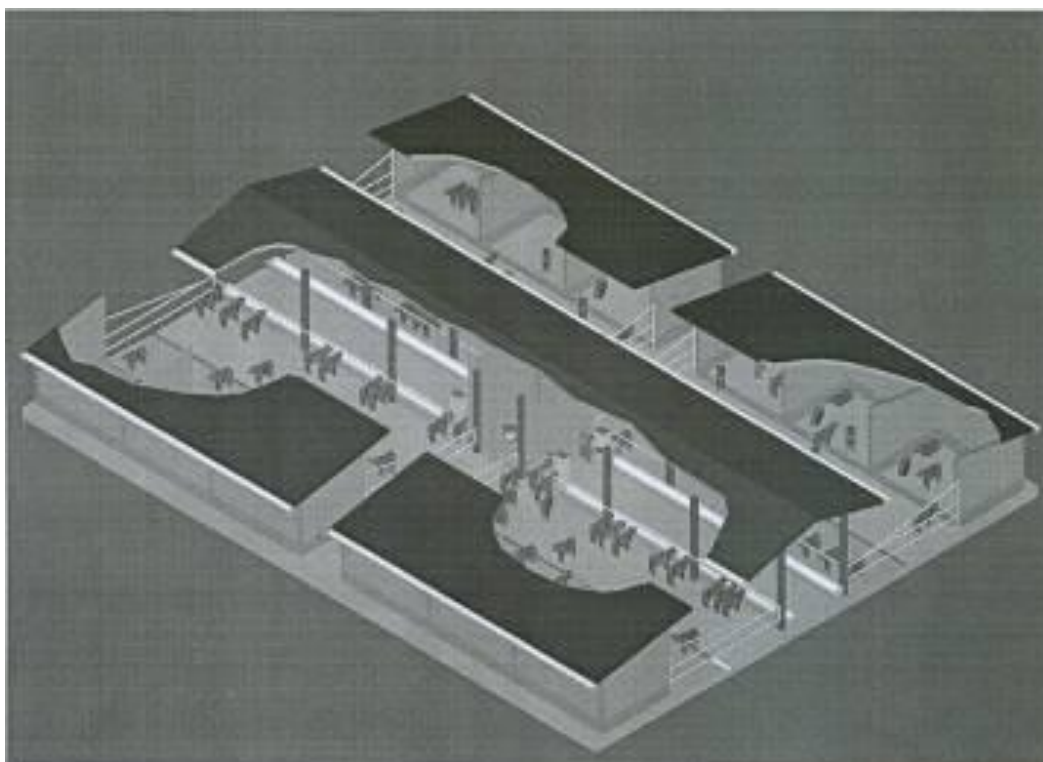


Рис. 2. Схема жилого поселка для телят на 400 голов

Описание инновационных объектов и оборудования

Реальный опыт и полученные результаты проведенных экспериментов говорят о следующих инновационных решениях для молочно-товарных комплексов:

Содержание особей без привязи в боксах, где отходы жизнедеятельности животных убирают дельтоскреперы.

Выращивание молодняка на специальной глубокой подстилке без привязи.

Инновационная система микроклимата.

Доеание коров автоматически при помощи установки вида «Карусель» Глобаль 90.

Кормление при помощи автоматизированных кормосмесителей и раздатчиков.

Улучшенная структура менеджмента.

Предлагаемые методики выращивания особей много раз использовались в зарубежных странах и очередных документальных и научных подтверждений не требуют.

Возведение молочно-товарного комбината рассчитано на существенное увеличение производительности молока за счет совокупности мероприятий. Предлагается план с указанием этапов ввода в эксплуатацию дополнительных структурных частей комбината.

Масштаб предприятия и современные достижения могут быть объединены в структуру цехов, в то время как комплекс молочного производства обретет статус животноводческого.

Выделим несколько особенностей настоящего периода строительства агрофирмы «Родина»:

Рост требований к качеству проектов и их архитектурному и техническому решению;

Экономическая обоснованность и целесообразность решений;

Рациональное и полноценное использование ресурсов природы;

Снижение количества проектов, требующих значительных фондов и материалов;

Решение задач создания природного ландшафта;

Проведение природоохранных мероприятий.

Агрофирма «Родина» – пример влияния строительства АПК на прогресс зоны:

Улучшается качество инженерного оборудования.

Возрастает скорость строительства жилых домов и их количество.

В селах появляются объекты культурно-бытового типа.

Территории вокруг агропромышленного комплекса облагораживаются.

Формируется транспортная инфраструктура.

Мобильность сельских жителей возрастает так же, как и объемы и регулярность транспортировок.

АФ «Родина» обладает рентабельностью и продуктивностью. Это уникальное аграрное предприятие в Казахстане, опыт которого будет детально изучаться и распространяться.

Список литературы

1. Грузинов В.П. и др. «Экономика предприятия»: Учебник для вузов \ под ред. Проф. В.П Грузинова, ЮНИТИ 1998г.

2. Грузинов В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учебное пособие 2-е издание, М -1998 г.

3. Раицкий К.А. Экономика предприятия: Учебник для вузов. М-1999 г.

4. Горфинкель В.Я. Экономика предприятия, ЮНИТИ, М-1996 г.

5. Аврашков Л.Я., Адамчук В.В. Экономика предприятия: под ред. Проф. Горфинкеля В.Я., 2-е издание, ЮНИТИ, М-1998 г.

6. Семёнова В.М. Экономика предприятия: учебник для вузов, Центр экономики и маркетинга, М-1998 г.

7. Абдильдина Л.И., Бельгибаев К.М. Экономика сельского хозяйства. - Алматы: Кайнар, 1993 г.

8. Назарбаев Н.А. Не подняв сельское хозяйство, не сделаем экономику процветающей // Казахстанская правда. – 2000 г. 9 февраля.

9. Абдильдина Л.И., Бельгибаев К.М. Экономика сельского хозяйства. Алматы: Кайнар, 1996 г.

10. Бергер А.В., Петренко И.Я., Исмуратов С.А. Аграрная микроэкономика. Челябинск: Южно- Уральское книжное издательство, 1995 г.

11. Коваленко Н.Я. Экономика сельского хозяйства. Курс лекций. - М, ТАНДЕМ ЭКМОС, 1992 г.

12. Петренко И.Я., Чужинов П.И. Экономика сельскохозяйственного производства. - Алматы: Кайнар, 1992 г.
13. Попов Н.А. Экономика сельского хозяйства, Учеб. Для вузов. - М.: ТАНДЕМ ЭКМОС, 1999 г.
14. Государственная агропродовольственная программа Республики Казахстан на 2003 – 2005 годы. – Астана, 2002 г.
15. Экономика предприятия: учебник \ Под. Ред. Проф. Волкова О.И. и доц. Девяткина О.В. – 3-е изд., ИНФРА-М, 2002 г.
16. Нукешева А.Ж. Организация и функционирование производственной инфраструктуры в сельскохозяйственных формированиях. Астана 2002 год.
17. Кусаинов Т.А. Некоторые вопросы повышения устойчивости сельскохозяйственного производства. Автограф. 2004 г.
18. Яковлев Б.И., Яковлев В.Б., Организация производства и предпринимательства в АПК. Москва, 2004 г.
19. Ковалёв А.И., Привалов В.П. Анализ финансового состояния предприятия. Москва, 1997 г.
20. Ажиханов Б.Б. «Развитие регионального рынка зерна и его регулирование», автореферат, 2003 г., Алматы.
21. Балкибаева А.М. «Организация управления рынком зерна: региональные особенности и механизмы совершенствования», автореферат, Астана, 2004 г.
22. Хан Ю.А. «Рынок зерна: проблемы развития и регулирования», Астана, 2001 г.
23. Шевчик П.П. «Экономические проблемы формирования и развития зернопродуктового подкомплекса Казахстана в условиях перехода к рыночным отношениям», Алматы, 1996 г.
24. Малыш М.Н. «Аграрная экономика», 2002 г., Москва
25. Балапанов Е.Ж. «Совершенствование экономического механизма рынка зерна Казахстана», Алматы», 2001г.
26. Еримпашева А.Т. «Экономический механизм управления АПК в условиях кооперации», автореферат, Астана, 2000 г.
27. Ертазин Х.Е. «Становление Ии развитие агробизнеса в Казахстане», Алматы, 1999 г.
28. Жангирова Р.Н. «Проблемы эффективного функционирования сельскохозяйственных формирований в условиях рыночных отношений», автореферат, Алматы, 2004 г.
29. Притула Р.А. «Функционирование сельскохозяйственных предприятий в условиях перехода к рыночной экономике», Алматы, 1999 г.
30. Кусаинов Т.А. «Оптимальные решения в сельскохозяйственном производстве», Астана, 1998 г.
31. Кабдуллина Г.К. «Приоритетные направления государственного регулирования зернопродуктового комплекса Северного Казахстана», автореферат, Астана, 2004 г.

32. Куандыков Б.Б. «Управление развитием агропромышленного производства в рыночных условиях хозяйствования», автореферат, Алматы, 2003 г.

33. Мауленкулов Ж. «Эффективность сельскохозяйственного производства в условиях рыночных отношений», автореферат, Астана, 2004 г.

34. Тобылов К.Т. «Совершенствование методики оценки устойчивости сельскохозяйственных предприятий», автореферат, Астана, 2004 г.

УДК 339.138

ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МАРКЕТИНГА В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

М.В. Сизов

*Восточно-Казахстанский Государственный Технический Университет
имени Д. Серикбаева*

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные проблемы и тенденции развития идей и культуры маркетинга в отечественной практике секторов малого и среднего бизнеса в Республике Казахстан. Проведен анализ текущей ситуации организации системы маркетинга, как одной из ключевых подсистем организации в современном мире. Отображены ключевые проблемы, создающие препятствия на пути развития маркетинга как науки, которые имеют место в современном Казахстане, а также обозначены ключевые тенденции развития системы маркетинга, рыночного мышления и предпринимательства в Республике Казахстану

Ключевые слова: рынок, стратегия деятельности, предпринимательство, система маркетинга, управление маркетингом.

PROBLEMS AND TRENDS OF MARKETING DEVELOPMENT IN DOMESTIC PRACTICE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

M.V. Sizov

D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University

Summary. The article considers modern aspects, also problems and trends of marketing management system development in domestic practice of the Republic of Kazakhstan. The author analyzed the current state of marketing management structure at the enterprises of the Republic of Kazakhstan taking into account the specific of domestic practice. The author provided a vision of general trends in the development of the marketing system in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: market, strategy, entrepreneurship, marketing system, marketing management.

In 1985 – 1989 in connection with the change in the political course of the USSR, on all of its territory, including in other union republics and autonomies, elements of free market relations began to appear. The leadership of the republics understood that if the system was not reformed, then the USSR, in the form in which it existed before 1985, had no future at all. But all these situations were nevertheless of a unique nature. In the early 90's it became finally clear that the former union republics and autonomies had risen to market direction.

This fact, without special political and historical collisions, can provide a minimal basis for understanding the origin of the modern marketing system in today's sovereign Kazakhstan. The development process of market economy principles in Kazakhstan led to the need to use and study marketing as a science. This fact the author has repeatedly argued in his previous works, citing as an example, at least the true definition of the marketing process.

Marketing for Kazakhstan enterprises has become an indispensable tool, an «obligatory program» and a means for business development. Step by step came the understanding that it is not enough to only produce products, although it is worth mentioning that quality products are one of the determining factors of long-term and lasting success, personifying a certain "foundation". The marketing tool in this situation acts we can imagine as a specific multiplier. In a situation where the enterprise has a high-quality production technology, constantly monitors the quality of products, improves organizational and technological mechanisms, has, as a matter of fact, some successes in business, then a competently built marketing system with promotion, branding, advertising, PR issues, and many others can strengthen effect and lead to a better end result. But if our company – zero in the fundamental issues of market vision, then no matter how many times we will try to multiply by zero, then it will still remain nothing. But, naturally, we are talking about true entrepreneurs who came to the market seriously and for a long time. Indeed, there are situations where certain organizations achieve popularity and recognition in the market for naked marketing. There is a very fine line here, which in the 90s was often violated by various enthusiasts [9]. Until now, with a large part of the population of Kazakhstan, and the entire post-Soviet space, marketing is personified with the network business, «TV Shop», «Herbalife», and outright fraud. Often representatives of domestic television and journalism form a picture in the minds of the masses, telling endless passages on the topic of «marketing tricks», widespread deceptions and much more that eventually grows into all sorts of pearls and folklore. But, such actions are rather temporary and unpromising, because if there is no situation when the product satisfies the client's needs, with which he himself and the product linked, all third-party methods of stimulating sales are not effective. Unfortunately, then, knowledge about marketing was incoherent and inadequate, but in fact marketing activities were conducted at an extremely low level.

Today the study of the basics of marketing and knowledge of its features at the present stage is necessary, especially since the market has now entered a period of development when competition is exacerbated, and the enterprise faces such questions as how to survive and forecast its activities, on what path to develop, how to position yourself in the market, what to have competitive advantages, what tactics and strategy to choose in your activity. Therefore, to resolve these issues, there is a need to study marketing.

Most enterprises have realized the need to create marketing departments, but one of the main reasons restraining this process is the lack of qualified specialists. At the same time, the absence of interstate barriers allows for education in various countries around the world. But this raises another problem - the cost of training, mainly in for-

foreign countries is high, in many respects, therefore, there are few qualified specialists in Kazakhstan. But this is more a problem not of marketing, but of the entire state as a whole, although marketing or, more accurately, PR can solve this problem [4].

Unfortunately, the situation where marketing is perceived only as an advertisement and a way of selling. This can be attributed to the period of the emergence of the production concept in the emerging countries of marketing, this is around the 70s. Today in all countries it is understood that the production concept is replaced by the concept of socially responsible marketing, neuromarketing and innovate features. In Kazakhstan, this is understood theoretically, but can not be applied. The concept of marketing is inherent only to foreign companies - manufacturers. Some domestic companies first produce certain products and only after producing they may think about how to sell it effectively.

The common most significant problems for the company, when conducting a survey for all types of companies for 2014-2017. were named: the problem of the general aggravation of competition in connection with the crisis - 46.4%, the problem of expanding the market volume - 39.3%, and the need to speedily improve the quality of products - 32.1% of respondents [10].

It is worth noting that, indeed, over the past five years, Kazakhstan marketing is experiencing a stage of rapid development. Already more than 50% of the enterprises, in one way or another, have in their structure marketing departments and marketing specialists. According to the latest data we have, in 36.3% of companies there is a separate dedicated marketing department. One third of the companies (28.6%) have specialists with marketing training. More than 20% of enterprises have distributed marketing functions to other services. Almost 13% of firms use other forms of marketing organization at their enterprise: in most separately separated departments and marketing services, up to 5 people work (Figure 1).

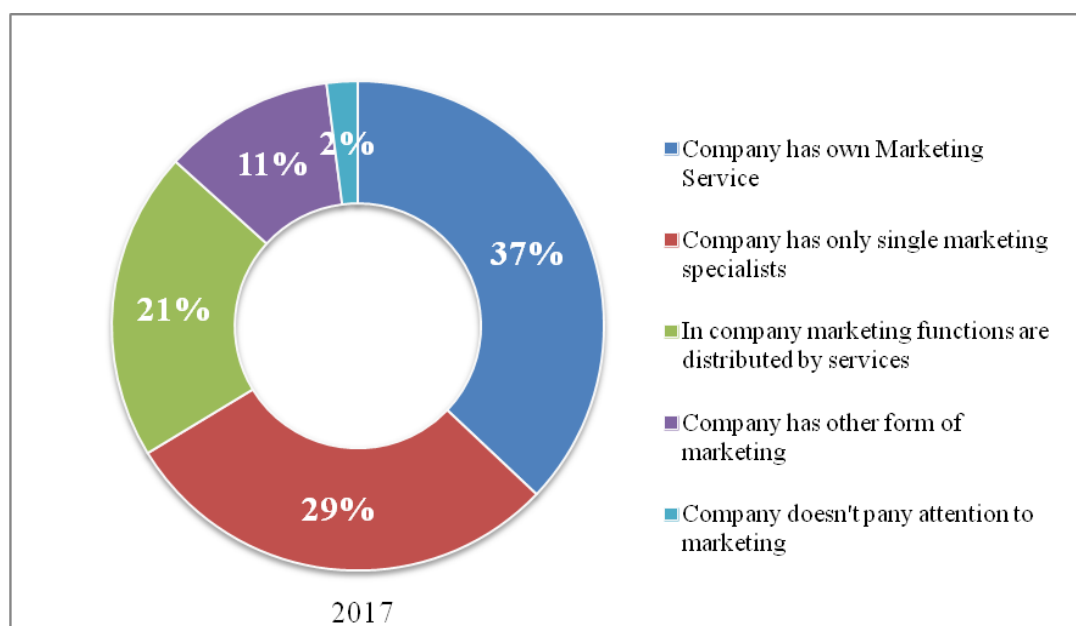


Figure 1. Structure of marketing management at enterprises of the Republic of Kazakhstan

Among the internal problems in marketing for 2014-2017 were discovered [10]:

- the problem of image formation for a brand, product, company - 50% of the total number of respondents;
- the problems of developing new products, expanding or improving customer service and forecasting sales (market volumes), they are - 39.3% and 32.1% respectively;
- creation of marketing information systems in the organization and monitoring of sales - 10.7%.

Of all components of the marketing mix, the weakest link in most Kazakhstani firms is the commodity policy of firms. Most firms pay attention to such elements of marketing as consumer preferences and consumer behavior motivations. Kazakhstan firms take into account consumer preferences and motives of consumers' behavior, but they care little about the work for the future and practically do not pay attention to the issues of strategic development. The activity of many firms differs chaotic and the fulfillment of immediate consumer preferences without taking into account the potential demand. Entrepreneurial mentality is focused on the fulfillment of short-term goals, namely, obtaining the maximum profit. At the same time, some firms, mainly in the small business sector, prefer not to invest in the development and expansion of their activities.

Finally the author comes to the conclusion that it is extremely important for enterprises of any type of business today to combine the highest goals of their development with the national interests of the country and its population, this is the peculiar social responsibility of business.

Today's economy is different, and so is our understanding of where growth comes from. And now, all local economists and managers have demonstrated that innovation and new ideas are the more powerful drivers of progress.

Contrary to the popular stereotype, then, management and entrepreneurship are not antithetical roles. However, there are only two different dimensions of the same risk. An entrepreneur who does not learn how to manage won't last long. Nor will a manager last long if he does not learn to innovate. Lone inventors, the creative geniuses working in their garages, will always have a special place in our imagination. But the innovation that fuels the growth of most organizations is the product of joint effort, and of a far more disciplined approach. Although no one can be taught to be a creative genius, we can all learn practice innovation.

Gathering the proper and actual information and knowledge you need to create better final result actually requires active engagement, not just passive listening and participation. It requires you, as a management specialist, to actively suspend your own intuition, to observe how other people behave, and without imposing your own logic, to ask why.

This takes discipline because it goes against the grain in a number of ways. Most people prefer talking to listening. The more successful they have been, the more in danger they are of believing that when it comes to their business, they know best. True curiosity about other people – a passionate interest in understanding why these people do what they do – is rare. Suspending judgment, observation, and curiosity –

these are the necessary complements to the promoting of instinct, intuition, and industry lore.

The popular image of market research as a statistical black box that magically answers all questions does not do justice to the art of discovering needs that customers themselves often do not really know that they have. The process of gathering information and developing new insights owes a good deal to the methods of cultural anthropology.

The fact that things can turn out in more ways than one is perhaps the defining characteristics of managerial decision making. You are forced to commit resources today toward performance in an uncertain future. And, although the money you plunk down today is hard cash, the future stream is both a hope and a guess. There is no guarantee it will ever materialize.

This conclusion is not groundless, as in general, this idea corresponds to the general world trend of development of marketing activities. Below, the author of this work provided a vision of general trends in the development of the marketing system in the Republic of Kazakhstan.

1) orientation to an understanding of psychology and the hidden motives of clients' behavior;

2) from the situation of «to product and sell at any cost» to the situation of «to understand and provide»;

3) from the monologue of enterprises to the formation of a dialogue with target groups of consumers, the formation of constant feedback;

4) integration of companies into the Internet, as a result, evolutionary development and greater demand for promotion mechanisms through the World Wide Web;

5) from targeting exclusively to your product to focus on your customer. Understanding and understanding of the fact that any business is a service industry;

6) improvement of marketing tools in connection with globalization and the increasing access to foreign markets;

7) the marketing paradigm «Pursuit of profitability + Corporate responsibility» will take the leading place.

Thus, the author of this article identifies the key problems of the development of domestic marketing that take place in modern Kazakhstan, and also identifies the "main" trends in the development of the future marketing system, market thinking and marketing practices in the Republic of Kazakhstan.

References

1. Adolphs, R., Tranel, D., Koenigs, M., & Damasio, A. (2015). Preferring one taste over another without recognizing either. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), pp. 860–861.

2. Ailawadi K.L., Keller K.L. (2014). Understanding retail branding: conceptual insights and research priorities. *Journal of Retailing* 80(4): pp. 331–342.

3. Bruce, A. S., Bruce, J. M., Black, W. R., Lepping, R. J., Henry, J. M., Cherry, J. B. C., & Savage, C. R. (2014). Branding and a child's brain: an fMRI study of neural responses to logos. *Social cognitive and affective neuroscience*, 9(1), pp. 118-122.

4. Fathutdinov R.A. Strategic marketing. - St. Petersburg: Peter, 2014. ISBN 978-5-91180-915-7.
5. Hart S. L. Beyond Greening: Strategies for a Sustainable World // Harvard Business Review. – 2014. – January-February.
6. Hickman M. (RED) Phone Unites Rival Telecom Operators in Battle against AIDS // The Independent. – 2011. – May 16.
7. Lewis D. The brain sell: when science meets shopping. – Nicholas Brealey Publishing, 2013. ISBN 978-1-85788-601-6
8. Sanders T. Social Responsibility is Dead // Advertising Age. – 2012. – September 17.
9. Sizov M.V., Konurbaeva Zh.T. Formation of the marketing concept of small and medium enterprises in the territory of the Republic of Kazakhstan // «Bulletin of the Kazakh-American Free University No. 3». «Economic problems of education and society». Ust-Kamenogorsk, 2016
10. Smykova M.R. Marketing: Study Guide. - Almaty: Publishing house "NUR-PRESS", 2014. – p. 184.
11. Taylor A., III. Toyota: The Birth of the Prius // Fortune. – 2016. – February 21.

МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В РЕГИОНАХ (НА ПРИМЕРЕ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА)

С.Н. Смирных

Уральский государственный экономический университет

Аннотация. Исследование направлено на выявление механизмов повышения производительности труда в регионах России. Основные задачи исследования: сравнительный анализ подходов к количественной оценке высокопроизводительных рабочих мест; оценка межрегиональной дифференциации создания высокопроизводительных рабочих мест в России; выявление мер государственного стимулирования роста производительности труда в регионах (на примере Уральского Федерального округа). В ходе исследования были использованы методы классификации, статистического, сравнительного и контент анализа. Выявлена тенденция роста дифференциации производительности труда в российских регионах. Сделан вывод о необходимости дифференцированного подхода к выбору методов повышения производительности труда, учитывающего особенности социально-экономического развития различных регионов.

Ключевые слова: *производительность труда, высокопроизводительное рабочее место, регион, Уральский федеральный округ, методы государственной поддержки*

MECHANISMS OF LABOR PRODUCTIVITY INCREASING IN THE RE- GIONS (THE CASE OF URAL FEDERAL OKRUG)

S.N. Smirnykh

Ural State University of Economics

Abstract. The aim of the research is to identify mechanisms of labor productivity increasing

in the regions of Russia. In order to achieve the aim we fulfilled the following tasks. First, we made a comparative analysis of approaches to the quantitative assessment of high-performance jobs. Second, we estimated inter-regional differentiation of high-performance jobs creation in Russia. Finally, methods of government stimulation labor productivity increasing in the regions (the case of Ural Federal Okrug) was systematized. The research methods include classification, statistical, comparative and content analysis. The results of the study confirmed an increasing interregional differentiation of labor productivity in the Russian economy. In Russia, it is reasonable to develop and pursue regional programs for increase labor productivity, taking into account the specifics of the socio-economic development of the regions.

Keywords: *labor productivity, high-performance jobs, region, Ural Federal Okrug, government support methods.*

В условиях неоиндустриализации и цифровизации экономики растет ценность человеческого капитала. Однако низкая производительность труда ограничивает темпы развития российской экономики. Это обуславливает актуальность поиска эффективных механизмов повышения производительности труда в стране. Можно выделить два этапа государственного стимулирования роста производительности труда в России. Так, «майские указы» Президента РФ 2012 года впервые обозначили в качестве стратегической задачи экономического развития - создание высокопроизводительных рабочих мест (ВПРМ) в количестве 25 млн. единиц к 2020 году [6]. В 2017 году принята государственная программа повышения производительности труда и поддержки занятости [8], которая предусматривает выделение средств федерального бюджета для поэтапного стимулирования роста производительности труда в отдельных субъектах РФ на основе проектного подхода.

Традиционно результативность труда оценивается на основе показателей производительности, доходности и интенсивности труда [3]. Однако существуют и «косвенные» индикаторы уровня производительности труда. Так, в экономической теории труда часто анализируют качественную структуру рабочих мест [18]. Тогда, улучшение качественной структуры рабочих мест означает рост доли рабочих мест с высоким уровнем образования и заработной платы работников в численности занятых. Следовательно, индикатором производительности труда является относительное число высокопроизводительных рабочих мест в экономике страны (региона).

Кроме того, оценить состояние и выявить тенденции изменения результативности труда возможно только на основе регулярно «собираемых» и доступных статистических данных о динамике производительности труда. Но Федеральная служба статистики РФ (Росстат) «не рассчитывает показатель «уровень производительности труда» в разрезе субъектов Российской Федерации, ограничиваясь расчетами индекса производительности труда» [13]. Поэтому в ходе проведения исследования использованы данные Росстата о числе ВПРМ для оценки региональных отличий в уровне производительности труда в России.

Следует отметить, что неоднозначность трактовки «рабочего места» предопределяет наличие разнообразных подходов к идентификации высокопроизводительных рабочих мест (ВПРМ) [4]. Помимо количественных критериев выделения ВПРМ (добавленная стоимость, созданная одним работником; сред-

ная заработная плата; затраты на создание/модернизацию рабочего места и т.п.) существуют и качественные параметры рабочего места. В качестве последних выделяют:

- уровень образования и квалификации работника, занятого на рабочем месте;
- условия труда, отвечающие современным нормам;
- высокую эффективность производства на рабочем месте;
- оснащенность рабочего места современным технологическим оборудованием и другие [12].

Учитываются и социальные аспекты создания высокопроизводительных (эффективных) рабочих мест для работников. Например, Фонд Форда указывает, что ВПРМ – это «рабочие места, позволяющие работнику получать достаточную для жизни заработную плату, накапливать финансовые активы, иметь карьерные перспективы»; Институт изучения занятости (США) определяет их как рабочие места, гарантирующие «улучшение качества жизни среднего класса и выход за пределы порога бедности для людей с низким уровнем доходов»[2].

Комплексно ВПРМ можно трактовать как «рабочее место, оснащенное современными высокотехнологичными средствами производства, обеспечивающими высокую производительность оборудования, организация производства на котором позволяет при использовании рабочей силы соответствующей квалификации получать на нем производительность труда не ниже определенного уровня (например, уровня развитых стран мира) при адекватной ей оплате труда» [4].

Для количественного учета ВПРМ в России используется официальная методика Росстата [4]. В соответствии с ней к высокопроизводительным рабочим местам относятся «все замещенные рабочие места предприятий (организаций), на которых среднемесячная заработная плата работников (для индивидуальных предпринимателей - средняя выручка) равна или превышает установленную пороговую величину критерия» [7].

На 1 января 2018 г. в России создано 17,114 млн. высокопроизводительных рабочих мест (таблица 1), что составляет лишь 68,5% от установленного к 2020 году целевого значения.

Наибольшее число ВПРМ в 2017 году наблюдалось в обрабатывающей промышленности (20,6%), государственном управлении и обеспечении военной безопасности (12,1), отраслях транспорта и связи (11,7), а также в сфере операций с недвижимым имуществом и предоставлении услуг (10,9%).

Таблица 1

Динамика числа высокопроизводительных рабочих мест в Российской Федерации и Уральском федеральном округе

Регион	2013	2014	2015	2016	2017	Темп роста, % (2017 г. к 2013 г.)
Российская Федерация, всего	17492,8	18280,9	16782,4	15983,3	17114,0	97,83
Доля ВПРМ в численности занятых (в возрасте 15-72 лет), %	24,5	25,6	23,2	22,1	23,7	96,73
Уральский федеральный округ	1962,8	2015,7	1829,2	1755,0	1819,1	92,68
в том числе:						
Курганская область	98,6	105,1	92,7	77,4	74,6	75,66
Свердловская область	646,3	653,3	596,2	579,4	590,9	91,43
Тюменская область	838,3	857,6	786,2	741	777,4	92,74
в том числе:						
Ханты-Мансийский автономный округ-Югра	410,5	417,1	387,4	374,3	389,3	94,84
Ямало-Ненецкий автономный округ	185,5	186,6	181,5	169,6	186,5	100,54
Тюменская область (без ХМАО и ЯНАО)	242,4	254	217,3	197,1	201,6	83,17
Челябинская область	379,5	399,8	354,1	357,2	376,3	99,16

Источник: Рассчитано автором на основе данных Росстата. URL: <http://www.gks.ru>

Для оценки уровня межрегиональной дифференциации производительности труда рассчитаны показатели концентрации ВПРМ (таблица 2).

Таблица 2

Концентрация высокопроизводительных рабочих мест в регионах РФ, %

Показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Индекс концентрации 3-х крупнейших регионов	19,93	20,12	20,40	20,96	22,33
Индекс концентрации 10-ти крупнейших регионов	33,46	38,85	38,80	39,52	40,69
Индекс концентрации 25-ти крупнейших регионов	59,45	64,78	64,51	64,74	65,36
Индекс Херфиндаля-Хиршмана (НИ)	291,68	282,94	283,62	300,32	313,59

Источник: Рассчитано автором на основе данных Росстата. URL: <http://www.gks.ru>

Очевидно, что пространственная неравномерность процессов создания ВПРМ в российской экономике увеличивается. Если в 2013 году в трех крупнейших регионах (г. Москва, Московская область, г. Санкт-Петербург) было сосредоточено лишь 19,9% общего числа ВПРМ, то в 2017 году – уже 22,3%.

Пространственное распределение ВПРМ в России зависит не только от уровня экономического развития региона. Результаты эконометрического анализа свидетельствуют о значимом влиянии отраслевой структуры региональной экономики (в частности бюджетного сектора, обрабатывающих и добывающих производств), квалификации работников и уровня безработицы, величины ин-

вестиций в основной капитал и степени износа основных средств на относительное число ВПРМ в российских регионах РФ [12].

Эмпирическое исследование механизмов повышения производительности труда проведено на примере регионов Уральского федерального округа. Данные таблицы 1 демонстрируют, что движение высокопроизводительных рабочих мест в регионах Урала носит реверсивный характер. Рост их числа в 2017 г. был недостаточно существенным и не позволил достичь стартового значения показателя (2013 г.).

Для систематизации инструментов региональной политики, используемых для повышения результативности труда, нами были изучены соответствующие стратегические и программные документы шести субъектов Уральского федерального округа (таблица 3). В регионах Урала используются различные меры государственного стимулирования повышения производительности труда в рамках реализации вертикального (например, финансовая поддержка проектов создания ВПРМ в социальной сфере) и горизонтального (развитие инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства) типа промышленной политики [5].

Таблица 3

Механизмы государственного стимулирования повышения результативности труда в регионах Уральского федерального округа

Регион	Основные направления повышения производительности труда / создания ВПРМ
Челябинская область	<ul style="list-style-type: none"> - повышение конкурентоспособности продукции через внедрение инновационных разработок; - создание конкурентной институциональной среды, стимулирующей предпринимательскую активность; - повышение уровня образования и квалификации кадров
Курганская область	<ul style="list-style-type: none"> - общесистемные меры, направленные на повышение производительности труда и технологическое обновление; - развитие региональной инвестиционной инфраструктуры и развитие инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства; - развитие и поддержка инновационной активности компаний, внедрения и освоения технологических инноваций, развития новых форм организации бизнеса; - создание условий развития и совершенствование формирования кадрового потенциала; - корпоративная политика повышения производительности труда и конкурентоспособности - организация контроля за исполнением Плана мероприятий («дорожной карты»)
Тюменская область	<ul style="list-style-type: none"> - создание системы мониторинга и прогнозирования рынка труда Тюменской области; - государственные программы и соглашения Тюменской области; - стимулирование создания и модернизации ВПРМ; - расширение рынков сбыта продукции; - развитие кадрового потенциала

Регион	Основные направления повышения производительности труда / создания ВПРМ
Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	<ul style="list-style-type: none"> - формирование "умной" экономики на основе развития новых технологий, повышающих эффективность нефтедобычи, создания более высоких стадий переработки нефтегазового и лесного сырья и сельхозпродукции, и постепенного увеличения новых видов производств, ориентированных на удовлетворение спроса в узко специализированных рыночных нишах" (12 групп мероприятий); - создание условий для всемерного повышения конкурентоспособности человеческого капитала: условий для длительной здоровой жизни, для получения востребованных на рынке труда компетенций, для реализации творческого потенциала, внедрения принципов духовно-нравственного развития в систему образования, молодежную и национальную политику; расширение культурно-просветительской деятельности для формирования системы духовно-нравственного и патриотического воспитания для удовлетворения потребностей в комфортной и безопасной жилищной, бытовой и социальной среде, в культурном развитии (6 групп мероприятий); - обеспечение условий формирования благоприятной окружающей среды для нынешних и будущих поколений жителей Югры (4 группы мероприятий)
Ямало-Ненецкий автономный округ	<ul style="list-style-type: none"> - общесистемные меры: развитие конкуренции; улучшение предпринимательского климата; создание благоприятных условий для развития научной деятельности и т.п.; - мероприятия, направленные на техническое перевооружение производства: развитие производственной базы АПК, развитие отраслевых информационных систем; строительство объектов энергетики ЖКХ; - мероприятия, направленные на сохранение и развитие кадрового потенциала: улучшение жилищных условий граждан, проживающих в сельской местности; профессиональная подготовка в рамках деятельности по обеспечению занятости населения, предоставление субсидий некоммерческим организациям на изучение потребности рынка труда в квалифицированной рабочей силе
Свердловская область	<ul style="list-style-type: none"> - оказание государственной поддержки организациям, имеющим статус участников приоритетного инвестиционного проекта по новому строительству, модернизации, реконструкции и техническому перевооружению объектов основных средств; - развитие системы инфраструктурного обеспечения процесса создания и модернизации рабочих мест на территории области; - подготовка (переподготовка) кадров для новых и модернизированных рабочих мест; - поддержка создания и модернизации рабочих мест в социальной сфере

Источник: Составлено автором по [9, 10, 11, 14, 15, 16, 17]

Основными недостатками механизмов регионального стимулирования роста производительности труда (на примере УрФО) можно считать:

- нечеткое понимание различий между созданием и модернизацией высокопроизводительных рабочих мест;

- неотработанность системы управления рисками при реализации региональных программ создания ВПРМ (исключение составляет реализуемая с 2018

года Государственная программа Тюменской области "Повышение конкурентоспособности экономики" на 2018-2025 годы») [1];

- некомплексность (разрозненность) механизмов реализации программ;
- недостаточная проработанность вопросов финансового обеспечения программ (объем необходимых инвестиций, включая источники их финансирования);

- необоснованность планируемых эффектов реализации отдельных проектов создания ВПРМ (повышения производительности труда) в регионах.

Таким образом, механизмы государственного стимулирования роста производительности труда на региональном уровне требуют уточнения, а длительные сроки окупаемости инвестиций в создание ВПРМ ограничивают темпы их прироста в регионах с низким уровнем социально-экономического развития. Поэтому целесообразно использовать дифференцированный подход к разработке и реализации региональных программ повышения производительности труда и создания высокопроизводительных рабочих мест, учитывающий специфику социально-экономического развития различных регионов России.

Список литературы

1. Государственная программа Тюменской области «Повышение конкурентоспособности экономики» на 2018-2025 годы / Постановление Правительства Тюменской области №322-п от 16.08.2018 [Электронный ресурс]. URL: https://admtumen.ru/ogv_ru/finance/programs.html (дата обращения 05.10.2018).

2. Кадочников, С.М. Высокопроизводительные рабочие места в промышленности Свердловской области: доклад / С.М. Кадочников, Д.Е. Толмачев / Екатеринбург, 29 ноября 2012 г. [Электронный ресурс]. URL: sospp.ru/wp-content/uploads/3.-Выступление-С.М.-Кадочникова-13.12.12.pptx (дата обращения 15.05.2016).

3. Киреев, В.Е. Производительность, доходность и интенсивность труда: Россия и страны ОЭСР / В.Е. Киреев // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2017. № 2. С. 308-326.

4. Коровкин, А.Г. Макроэкономическая оценка состояния и перспектив развития сферы занятости и рынка труда в России / А.Г. Коровкин // Журнал НЭА. 2018. № 1(37). С. 168-176.

5. Кузнецов, Б.В. Эволюция государственной промышленной политики в России / Б.В. Кузнецов, Ю.В. Симачев // Журнал Новой экономической ассоциации. 2014. № 2(22). С. 152-178.

6. Медведев, Д.А. Время простых решений прошло / Д.А. Медведев // Ведомости. 27 сентября 2013 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2013/09/27/vremya-prostyh-reshenij-proshlo> (дата обращения 13.04.2016).

7. Методика расчета показателя «Прирост высокопроизводительных рабочих мест, в процентах к предыдущему году» / Приказ Росстата от 9 октября 2017 г. № 665 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/metod/pr-665.pdf> (дата обращения 20.08.2018).

8. Паспорт приоритетной программы «Производительность труда и поддержка занятости» / Утвержден Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 30.08.2017 № 9) [Электронный ресурс]. URL: <http://economy.gov.ru/mines/activity/sections/lp/201819012> (дата обращения 25.09.2018).

9. Постановление Законодательного собрания Челябинской области №1949 от 26.03.2014 «О принятии Стратегии социально-экономического развития Челябинской области до 2020 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.econom-chelreg.ru/economicsstrateg?article=2909> (дата обращения 24.06.2018).

10. Постановление Правительства Свердловской области от 11.07.2014 №591-ПП «О Программе модернизации и создания новых рабочих мест на территории Свердловской области на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://economy.midural.ru/content/postanovlenie-pravitelstva-sverdlovskoy-oblasti-ot-11072014-no-591-pp> (дата обращения: 25.04.2016).

11. Постановление Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа №1019-П от 10.12.2014 г. «Об утверждении комплексной программы «Повышение производительности труда, создание и модернизация высокопроизводительных рабочих мест в 2014-2020 годах» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/423920925> (дата обращения 15.07.2018).

12. Потапцева, Е.В. Стимулирование создания высокопроизводительных рабочих мест в регионах (на примере Свердловской области) / Е.В. Потапцева // Друкеровский вестник. 2017. № 1. С. 217-234.

13. Производительность труда в Российской Федерации / Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации; Авт. коллектив: В. Трубин, Н. Николаева, М. Палева, А. Хусаинова // Социальный бюллетень. Июнь 2017. № 09. [Электронный ресурс]. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/13612.pdf> (дата обращения 20.09.2018).

14. Распоряжение Губернатора Курганской области от 22.05.2014 «План мероприятий («дорожная карта») по созданию и модернизации высокопроизводительных рабочих мест, повышению производительности труда в Курганской области» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.economic.kurganobl.ru/4833.html> (дата обращения 24.06.2018).

15. Распоряжение Правительства Тюменской области №2512-рп от 27.12.2013 «Об утверждении Комплексного плана мероприятий по обеспечению роста производительности труда, создания и модернизации высокопроизводительных рабочих мест» [Электронный ресурс]. URL: https://admtumen.ru/files/upload/OIV/D_Economy/ (дата обращения 20.06.2018).

16. Распоряжение Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры №101-рп от 22.03.2013 «О стратегии социально-экономического развития Мансийского автономного округа – Югры до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/411709517> (дата обращения 20.06.2018).

17. Распоряжение Правительства Челябинской области №172-рп от

21.04.2014 «О плане мероприятий по созданию новых и модернизации действующих высокопроизводительных рабочих мест и повышению производительности труда в Челябинской области на 2014 – 2018 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://pravmin74.ru/npa/rasporyazhenie-pravitelstva-chelyabinskoy-oblasti-ot-21-aprelya-2014-goda-no172-rp-o-plane> (дата обращения 24.06.2018).

18. Gimpelson, V. Polarization or Upgrading? Evolution of Employment in Transitional Russia / V. Gimpelson, R. Kapeliushnikov // Russian Journal of Economics. 2016. № 2(2). P. 192-218.

ФИНАНСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

И.С. Чертоляс, Е.В. Богомолова

Липецкий государственный технический университет

Аннотация. В условиях рыночных отношений финансовая устойчивость является свидетельством стабильности и способностью к выживанию. Благодаря анализу можно своевременно и вовремя выявить и устранить недостатки в финансовой деятельности и найти резервы, которые будут направлены на улучшения финансовой устойчивости и платежеспособности.

Ключевые слова: *финансовая устойчивость, неплатежеспособность, банкротство, дефицит, денежные средства.*

FINANCIAL STABILITY FOR MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

I.S. Chertolyas, E.V. Bogomolova

Lipetsk state technical university

Summary. In the conditions of the market relations financial stability is witnessing of stability and ability to survival. Thanks to the analysis it is possible to reveal and eliminate in due time and in time defects of financial activity and to find reserves which will be directed to improvements of financial stability and solvency.

Keywords: *financial stability, insolvency, bankruptcy, deficiency, money.*

Одной из характеристик стабильного положения предприятия служит его финансовая устойчивость. Она зависит как от стабильности экономической среды, а так же от результатов реагирования на изменение внешней и внутренней среды.

Для оценки финансовой устойчивости предприятия, необходим анализ его финансового состояния, которое выражается в образовании, распределении и использовании финансовых ресурсов.

Поэтому под финансовой устойчивостью понимается способность предприятия всегда реализовывать в необходимых объемах финансирование своей деятельности либо за счет собственного и заемного капитала.

Анализ финансовой устойчивости осуществляется для того, чтобы получить информацию насколько правильно предприятие управляет своими и заемными средствами. Главное чтобы структура заемных и собственных средств по всем параметрам отвечали целям развития предприятия, так как недостаточная

финансовая устойчивость может привести к нехватке денежных средств, то есть предприятие может стать неплатежеспособным и не сможет рассчитаться по своим обязанностям.

Произведем анализ финансовой устойчивости предприятия на примере АО «Миасский машиностроительный завод» за 2015—2017 года. Расчетные данные приведены в таблицах 1 и 2.

Для начала определим тип финансовой устойчивости, итоги расчетов представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1

Степень финансовой устойчивости

Показатель	Значение, тыс. руб.		
	2015	2016	2017
1	2	3	4
Собственные оборотные средства (СОС)	-115 168	63 520	69 584
Собственные и долгосрочные источники формирования запасов и затрат (СД)	207 923	812 491	514 968
Общая величина источников формирования запасов и затрат (ОИ)	933 459	1 261 523	1 361 102
Δ СОС	-1 825 781	-1 680 850	-1 812 617
Δ СД	-1 502 690	-931 879	-1 367 233
Δ ОИ	-777 154	-482 847	-521 099
Модель	{0; 0; 0}	{0; 0; 0}	{0; 0; 0}

Таким образом, на основании произведённых расчетов можно сказать о том, что на АО «Миасский машиностроительный завод» присутствует 4 тип финансовой устойчивости, а именно кризисное финансовое состояние. Оно характеризуется фирму-банкрота или предприятие, находящиеся на грани банкротства.

Далее произведен анализ с помощью коэффициентного метода финансовой устойчивости, который позволит оценить структура капитала, итог представлен в таблице 2 [2].

На основании произведенных расчетов показателей анализа финансовой устойчивости можно сделать следующие выводы:

1. По коэффициенту манёвренности можно сказать о том, что он не соответствует нормативному значению. В результате чего предприятие зависимо от заемных средств, так как доля собственного капитала в 2015 году составила 31,5%, 2016 году 34,7%, а в 2017 году 33,4%.

Таблица 2

Анализ финансовой устойчивости на АО «Миасский машиностроительный завод»

Коэффициент	Норматив	Результат			Изменение	
		3	4	5	6	7
		2015	2016	2017	2016 к 2015	2017 к 2016
Коэффициент концентрации собственного капитала или автономии	$\geq 0,5$	0,315	0,347	0,334	0,032	-0,013
Коэффициент концентрации заемного капитала	$\leq 0,5$	0,685	0,653	0,666	-0,032	0,013
Коэффициент финансовой устойчивости	$\geq 0,75$	0,404	0,543	0,446	0,138	-0,097
Коэффициент финансовой зависимости	< 2	3,172	2,883	2,994	-0,288	0,110
Коэффициент маневренности собственного капитала	0,2-0,5	0,182	0,613	0,386	0,431	-0,226
Коэффициент соотношения собственных и заемных средств	≤ 1	2,172	1,883	1,994	-0,288	0,110

2. Коэффициент концентрации заемного капитала тоже не соответствует нормативному значению, а наоборот происходит значительное его превышения. На АО «Миасский машиностроительный завод» недостаточно собственных оборотных средств для финансовой деятельности, так как доля заемного капитала составляет в 2015 году 68,5%, 2016 году 65,3%, а в 2017 году 66,6%.

3. Коэффициент финансовой устойчивости не соответствует нормативному, то есть доля источников финансирования, которое предприятие использует в своей деятельности больше года, составляет в 2015 году 40,4%, 2016 году 54,3%, 2017 году 44,6%.

Наблюдается так же снижение данного показателя в 2017 году на 9,7%, это говорит о недостаточности финансовой устойчивости, а именно снижение возможности своевременно расплачиваться по своим обязательствам в краткосрочном периоде.

4. Коэффициент финансовой зависимости тоже не соответствует нормативному значению. В 2017 году наблюдается увеличение данного показателя на

11%, это говорит о том, что на предприятие АО «Миасский машиностроительный завод» происходит снижение дефицита денежных средств.

5. Коэффициент манёвренности собственного капитала не соответствует нормативу в 2015 и 2016 годах, но ситуация резко изменилась в 2017 году. Это означает, что в предыдущих годах предприятие являлось, финансово зависимым и имелся высокий риск неплатежеспособности.

6. Коэффициент соотношения заемных и собственных средств тоже не соответствует нормативу в рассматриваемых годах. Это говорит, что финансовое состояние неустойчиво, присутствует большой риск неплатежеспособности и банкротства из-за высокой концентрации заемного капитала.

Проанализировав показатели финансовой устойчивости предприятия АО «Миасский машиностроительный завод» можно сказать, о том, что собственных оборотных средств недостаточно для осуществления самостоятельного производства продукции. Именно по этой причине приходится прибегать к использованию заемных средств, которых значительно больше, чем собственных.

Исходя из таблицы 2 можно сказать, почти все показатели финансовой устойчивости не соответствуют нормативному значению, а это значит, что предприятию нужны дополнительные резервы с помощью которых оно увеличит собственный капитал и уменьшит заемный.

Можно выделить следующие мероприятия, которые непосредственно помогут восстановить финансовую устойчивость, а именно [3]:

1. Осуществить реструктуризация кредиторской задолженности с помощью взаиморасчётов, переоформления.

2. Усилить работы по взысканию дебиторской задолженности.

3. Разработать систему управления за кредиторской и дебиторской задолженностями.

4. Осуществить снижение запасов и затрат.

5. Расширить ассортимент продукции.

6. Произвести реорганизация финансовой службы.

7. Внедрение автоматизационной системы управления.

8. Сокращение длительных денежных активов.

9. Ориентированности на выполнение высокорентабельных работ и оказание высокоприбыльных услуг.

Таким образом, приведённые мероприятия помогут АО «Миасский машиностроительный завод» восстановить свою финансовую устойчивость.

Список литературы

1. Бариленко, В.И. Анализ финансовой отчетности / В.И. Бариленко. М.: КНОРУС, 2010, 431 с.

2. Донцова Л.В., Анализ финансовой отчетности / Л.В. Донцова. М.: Дело и сервис, 2009. 336 с.

3. Ефимова, О.В. Анализ финансовой отчетности / О. В. Ефимова. М.: Омега-Л, 2017. 451 с.

Научное издание

**СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ:
ПРОБЛЕМЫ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
22-23 ноября 2018 г.

Часть 2

Редактор Е.Ф. Изотова

Подписано в печать 14.06.19. Формат 60x84 /16.
Усл. печ. л. 65,31. Тираж 500 экз. Заказ 181688. Рег. №31.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.