

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ**

*Материалы
Национальной с международным участием
научно-практической конференции
студентов, аспирантов, учёных и специалистов*

(20-22 декабря 2022 года)

В 2-х томах

Том I

Тюмень
ТИУ
2022

УДК 004, 62, 69

ББК 3

Э 65

Ответственный редактор:

кандидат технических наук, доцент А. Н. Халин

Редакционная коллегия:

Т. В. Мальцева, Р. Ю. Некрасов, О. А. Степанов, А. Л. Савченков,
Н. А. Литвинова, Г. А. Хмара, Ф. А. Лосев, Е. И. Попов

Э 65 **Энергосбережение и инновационные технологии** в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов (20-22 декабря 2022 г.). В 2-х т. Т. 1 / отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень: ТИУ, 2022. – 306 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9961-3026-9 (*общ.*)

ISBN 978-5-9961-3027-6 (*т. 1*)

В издании опубликованы статьи и доклады, представленные на Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, в которых изложены результаты исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов. В сборник вошли материалы работы секций: «Архитектура и строительство», «Машиностроительное производство», «Теплоэнергетика», «Химическое производство».

Издание предназначено для научных, социально-гуманитарных и инженерно-технических работников, а также обучающихся технических и гуманитарных вузов.

УДК 004, 62, 69

ББК 3

ISBN 978-5-9961-3026-9 (*общ.*)

ISBN 978-5-9961-3027-6 (*т. 1*)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО»	11
<i>Аниканова Е. А., Тарасенко В. Н.</i> ОБЩЕСТВЕННОЕ ПРОСТРАНСТВО ГОРОДСКОГО КВАРТАЛА, НОВЫЕ ФУНКЦИИ - НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	11
<i>Боева Е. С.</i> К ВОПРОСУ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	14
<i>Гапеев Н. В.</i> ИНТЕГРАЦИЯ GREEN BIM ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ «ЗЕЛЕННЫХ» ЗДАНИЙ.....	17
<i>Голядкина А. Д., Петрикеева Н. А., Чудинов Д. М.</i> ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИ 3D-СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	20
<i>Гульбинас А. С.</i> СТРУКТУРА КОМПОНЕНТОВ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЙ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ	22
<i>Елистратова Ю. В., Елистратов Д. В., Гайдаш Д. С.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ	26
<i>Жилина Т. С., Окунев Д. А.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ СПОРТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ ГОРОДА НОЯБРЬСКА.....	30
<i>Колесникова А. А.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ВЕЛОСИПЕДНЫХ РАЗВОДНЫХ МОСТОВ	32
<i>Корабельникова С. С., Ядренкин Н. А.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИМЕНЕНИЕМ КРИОГЕННОЙ СИСТЕМЫ.....	36
<i>Коротченко Н. С., Каримова А. Э., Крюков И. В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СУГ В СИСТЕМЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ	39
<i>Огурцова Ю. Н., Литая А. А., Кузнецова А. А., Себелева Н. Ю.</i> СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТОК САМООЧИЩАЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ В РФ	42
<i>Ратченкова М. В., Калиниченко Е. К.</i> ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРОДА МОСКВЫ НА НАЛИЧИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН	44

<i>Рудик Д. Т., Чухлатый М. С.</i> УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	47
<i>Рыкунова М. Д.</i> СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА И КАМНЯ В ПРИСУТСТВИИ ГЛУТАРОВОГО АЛЬДЕГИДА	50
<i>Сивальнева М. Н., Урманова Х. В., Калатози Г. М., Сивальнев К. С.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОБЕТОННЫХ БЛОКОВ НА ОСНОВЕ БЕСЦЕМЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО	53
<i>Синицын А. А., Загороднюк Л. Х., Подгорный Д. С.</i> К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ТОКОПРОВОДЯЩИХ БЕТОНОВ ДЛЯ АЭРОДРОМОВ	56
<i>Суровцев И. А., Солонина В. А., Бочкарева О. С., Бочкарева О. С.</i> ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩЕГО И СТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ	59
<i>Тарасенко В. Н.</i> ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДОВОГО ПРОСТРАНСТВА УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ С УЧЕТОМ АКУСТИКИ.....	64
<i>Тестешев А. А., Шония В. Г.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИЙ НАНЕСЕНИЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ НА ПРОМЫСЛОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ	67
<i>Циркова В. Р.</i> ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ	70
<i>Цыганова А. А., Стариков А. И.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОКРАСОЧНОЙ МАШИНЫ	73
<i>Чернявский И. А.</i> ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	76
<i>Чикилева Е. Н., Боцман Л. Н., Сивальнева М. Н.</i> ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	79
<i>Шаталова Д. С., Аниканова Е. А., Тарасенко В. Н.</i> НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРКОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ	83
<i>Шевцова А. В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	86

<i>Шеметова А. С., Гнездилов Д. В., Тарасенко В. Н.</i>	РЕНОВАЦИЯ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКА КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА ИМ. В. И. ЛЕНИНА В ГОРОДЕ БЕЛГОРОДЕ.....	88
	СЕКЦИЯ «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО»	92
<i>Барыкин А. Ю.</i>	ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ МЕЖКОЛЁСНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ	92
<i>Бевзюк И. С., Ельцова С. М.</i>	ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА И МАГНИТОСТРИКЦИИ ПРИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИИ В КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЯХ	95
<i>Горбунов А. М., Темпель О. А.</i>	ОЦЕНКА РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ	98
<i>Ельцова С. М., Проботюк В. В.</i>	СВЯЗ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ	100
<i>Ергулович И. Н.</i>	ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	102
<i>Колойтанова А. А.</i>	ТИПЫ, ТЕХНОЛОГИИ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	104
<i>Лосев Д. Я., Ишкина Е. Г.</i>	ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ И РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.	107
<i>Макаров Д. С.</i>	АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ	110
<i>Макаров Д. С., Темпель О. А.</i>	ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	112
<i>Попов И. П.</i>	СХЕМА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ	115
<i>Попов И. П.</i>	РАБОТА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ	118
<i>Разакова Р. В.</i>	КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ	122

<i>Темпель О. А., Темпель Ю. А.</i> ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ	125
<i>Темпель О. А., Темпель Ю. А.</i> ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ	128
<i>Темпель Ю. А., Батраков Д. А.</i> КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА ПРИ УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ	130
<i>Темпель Ю. А., Батраков Д. А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН В МАШИНОСТРОЕНИИ	133
<i>Федосеев Э. В., Лебедев С. Ю.</i> АВТОМОБИЛЬНЫЙ ИОНИЗАТОР ВОЗДУХА «ИОН22»	137
<i>Хуснетдинов Ш. С., Батталов Д. И.</i> К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ЗИМНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА....	140
<i>Хуснетдинов Ш. С., Аюкин З. А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ УЗЛОВ ЗА СЧЁТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА	143
<i>Чаугарова Л. З., Ковенский И. М.</i> ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОКРЫТИЙ В ПРОЦЕССЕ АЛИТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННОГО НИКЕЛЯ	145
СЕКЦИЯ «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»	148
<i>Батухтин С. Г., Кобылкин М. В., Риккер Ю. О., Рудой В. И.</i> ОБОГАЩЕНИЕ УГОЛЬНОЙ МЕЛОЧИ ПУТЕМ БРИКЕТИРОВАНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРИРОДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО КОМПОНЕНТА ..	148
<i>Беловодский Е. В., Шахова А. В.</i> УПРАВЛЯЕМЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ КАК БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ.....	151
<i>Богунова А. А.</i> ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ ПРИ ПОМОЩИ ТУРБУЛИЗИРУЮЩИХ ВСТАВОК.....	153
<i>Бураков И. А., Бураков И. А., Никитина И. С., Аунг Х. Н., Йе В. А., Аунг К. М.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ТЯЖЁЛОСРЕДНЫХ СЕПАРАТОРАХ КОРЫТНОГО ТИПА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА.....	156

<i>Бурганов Р. А., Аскарлова Д. Н.</i> РОЛЬ РОССИИ НА МИРОВОМ РЫНКЕ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	159
<i>Васина А. Ю.</i> ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОЧЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В МЕТАНТАНКАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МИНИ-ТЭС	162
<i>Выродов Д. К.</i> ГАЗОВЫЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ	164
<i>Выродов Д. К.</i> СОЕДИНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ГАЗА	167
<i>Давлетбаев К. А., Абросимова С. А.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА	171
<i>Дмитриев А. В., Уткин М. О., Россамахина Н. С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРА СЕПАРАТОРА ДЛЯ АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ НА БАЗЕ ГАЗОВОГО ГЕНЕРАТОРА С ДВИГАТЕЛЕМ СТИРЛИНГА.....	174
<i>Закк Е. Е.</i> ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	175
<i>Зиновьева А. С., Ледуховский Г. В.</i> МЕТОДИКА СВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ФАКТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ГТУ	178
<i>Ильина А. А., Сафин М. А., Харчук С. И.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ АСУ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ	181
<i>Китаев Д. Н., Кумаков Р. А., Ястребов Т. О.</i> ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТА МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ.....	184
<i>Лантева Е. А., Власова М. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ОРОШЕНИЯ НА ОХЛАЖДАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ГРАДИРНИ С РЕГУЛЯРНЫМИ НАСАДКАМИ	187
<i>Лёвин И. П., Виденеев А. О., Серода Д. А., Целищев А. Д.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ ГАЗОВОГО КОТЛА	190
<i>Марьин Г. Е., Осипов Б. М., Шубина А. С.</i> СЖИГАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ТУРБИНАХ ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ	193

<i>Мостовенко Л. В., Петрова М. О., Новиков Н. С., Архипов С. О., Григоров И. Р.</i> ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА НА ОСНОВЕ ОЧКОВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА.....	197
<i>Мубаракшина Р. Р.</i> РОЛЬ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РФ	200
<i>Назаров В. Н., Щетков И. И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.....	202
<i>Пазушкина О. В., Гордеев А. А</i> ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОПРОВОДОВ	204
<i>Пазушкина О. В., Морозов Д. С., Золин М. В.</i> СТУПЕНЧАТОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОДАЧИ ПАРА В АТМОСФЕРНЫЙ ДЕАЭРАТОР	207
<i>Пигилова Р. Н., Баранова А. М.</i> ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВИЗАЦИИ ТЭК РОССИИ.....	210
<i>Поляхов Д. А.</i> ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ.....	212
<i>Поташкин Н. В., Рыдалина Н. В.</i> ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ И ТЕМП ОХЛАЖДЕНИЯ В ТЕПЛОБМЕННЫХ АППАРАТАХ С ПОРИСТЫМ АЛЮМИНИЕМ.....	214
<i>Пэнгюй Ч.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ И ФРАГМЕНТАЦИИ НА ДВУХФАЗНОЙ ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ГАЗ-ЖИДКОСТЬ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СЖИМАЕМОЙ АЭРОДИНАМИКИ.....	217
<i>Пэнгюй Ч.</i> ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАМЕР СГОРАНИЯ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ВЫБРОСОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	219
<i>Суслов Д. Ю., Выродов Д. К.</i> АНАЛИЗ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА В ПРГ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	222
<i>Филиппенко О. А., Ильина Т. Н., Евраев Д. А.</i> АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К РЕКУПЕРАТОРАМ ТЕПЛА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ.....	225
<i>Хабибуллина Э. Т., Вилданов Р. Р.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА	228
<i>Харчук С. И., Антонов Т. Э.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВИХРЕВОЙ ТРУБКИ.....	230

<i>Цыкунов Д. С., Пигилова Р. Н.</i> ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИ УСТАРЕВШЕГО ТЕПЛООВОГО ОБОРУДОВАНИЯ...	234
<i>Яковлев П. В., Седельникова Е. С.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КАПЛИ-СПУТНИКА В КТАН.....	237
СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО».....	240
<i>Абдулкина А. В., Рудко В. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧИЙ В МЕХАНИЗМАХ ДЕЙСТВИЯ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК.....	240
<i>Викулова М. А., Максимова Л. А., Рудых В. Ю.</i> ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЛИТИЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПРОТОНИРОВАННЫМ ПОЛИТИТАНАТОМ КАЛИЯ	243
<i>Воеводина Е. О., Рудко В. А.</i> ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИИ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА	246
<i>Емельянов В. В.</i> СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ	248
<i>Есина А. Ю., Вициенко М. И., Голец А. А.</i> ОСОБЕННОСТИ И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ЭМУЛЬСИЙ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ	251
<i>Ефанова А. О., Киргина М. В.</i> ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ДОБАВЛЕНИЯ УТЯЖЕЛЯЮЩЕГО КОМПОНЕНТА В СОСТАВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ДЕПРЕССОРНОЙ ПРИСАДКИ	254
<i>Ибрагимова А. Т.</i> АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ВОДОРОДА .	257
<i>Ибрагимова А. Т.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА	259
<i>Кузнецова А. А.</i> БЕСФТАЛАТНЫЙ ПЛАСТИФИКАТОР ДОТФ	261
<i>Курманбакиева К. Г., Верзун А. Д., Жданович М. Ф.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ОКИСЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ В ПРИСУТСТВИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ВОДЫ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА ТОПЛИВНЫХ ФРАКЦИЙ ПРОДУКТОВ ПЕРЕД ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКОЙ.....	264
<i>Лэ Ван Хуен, Черненко Л. В.</i> МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА МЕТАНОЛА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ В КОЛОННЕ СИНТЕЗА.....	266
<i>Муравьева Н. А., Куликова Ю. В., Бабич О. О.</i> ОЦЕНКА СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ УГЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ОЖИЖЕНИЯ	271

<i>Мустафаева Ф. А., Кахраманов Н. Т.</i> ВЛИЯНИЯ АЛИЗАРИНА НА ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕКУЧЕСТИ РАСПЛАВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ПОЛИЭТИЛЕНОВ ВЫСОКОЙ И НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ ...	273
<i>Никитин И. В., Карелин В. А.</i> ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭКСТРАКЦИИ СОЕДИНЕНИЙ МОЛИБДЕНА ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ	275
<i>Петракова Я. В.</i> ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ	278
<i>Проничев Г. М.</i> СНИЖЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА	281
<i>Проничев Г. М.</i> СТРУКТУРА БИОМАСС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЭТАНОЛА	283
<i>Сапрыгина А. В., Богданов И. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК	286
<i>Сафин Н. С., Глазунов А. М.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ГАЗА	289
<i>Содикова М. Р.</i> КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ В СОЗДАНИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ И ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ИОНООБМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ	292
<i>Соснина Д. В., Киргина М. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ПРЯМОГОННОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА РАЗЛИЧНЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ	295
<i>Старцев В. С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЭТАНОЛА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА	298
<i>Старцев В. С.</i> МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОЭТАНОЛА	300
<i>Таранова Л. В., Попова Н. С.</i> ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ	302
<i>Шабарчин А. А.</i> АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ УЛАВЛИВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА	304

УДК 712.01

**ОБЩЕСТВЕННОЕ ПРОСТРАНСТВО ГОРОДСКОГО КВАРТАЛА,
НОВЫЕ ФУНКЦИИ - НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ**

Аниканова Е. А., магистрант, anikanova15@mail.ru

Тарасенко В. Н., канд. техн. наук, доцент, vell.30@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Аннотация. Городские территории с высоким потенциалом на современном этапе не отвечают аспектам идеальной модели “общественного пространства”, которые так необходимы. Создавая новейшие, современные и привлекательные места для людей, в тоже время и системный мониторинг развивающейся сети, может обеспечить возможность, которая будет эффективна для управления городскими процессами “городской среды”. Так же будут предоставляться жителям города такие условия, которые соответствуют гармоничному проживанию.

Ключевые слова: гастроквартал, общественное пространство, улица, городская среда, город

Скопление архитектурных и инженерных сооружений, созданных человеком, это и есть искусственная экосистема – город, где формируется материальная и духовная деятельность людей. Комфортная жизнь, удовлетворенность или неудовлетворенность в различных аспектах во многом зависит от обстоятельств и условий, в которых непосредственно находится человек. Город представляет собой сложную систему, которая включает в себя много различных компонентов. Определение комфортности городской среды во многом зависит от восприятия и оценки человеческого восприятия. Так же для человека важно, насколько город предоставляет возможность для самореализации. Городская среда многокомпонентная и представляет собой систему, в которой имеются материальные и духовные объекты.

Оценка объектов по эстетическим факторам является одной из самых сложных, поскольку они в основном связаны с эмоциональным восприятием. Ценность предметной среды во многом определяется регулярностью восприятия цвета и пространственных отношений [1].

Городской квартал может быть определен как пространство в модели городской улицы, который разделяется на земельные участки для строительства зданий. Этот морфологический элемент был сформирован в соответствии с современными взглядами на городской дизайн и его ожиданиями на протяжении веков. Это может быть территория с одной

строительной структурой или несколькими зданиями разных размеров, изолированные здания, окруженные естественными или сложными лабиринтами. Какой бы ни была организация, в главном подразделении она играет важную роль в посредничестве между государственной и частной сферами.

Сейчас открывается все больше новых и современных заведений, которые никогда не перестанут удивлять своими оригинальными интерьерными решениями. Гастрокварталы, фудхоллы и продуктовые моллы стали новыми точками в использовании старых, пустующих зданий в городской застройке [2].

Такие форматы сочетают в себе кафе и магазины являются относительно новыми для России. До недавнего времени спрос со стороны целевой аудитории был стабильным, поэтому каждый из них существовал отдельно. При резком снижении активности потребителей большинства товаров и услуг прекращают функционировать стабильные и прибыльные предприятия. Кроме того, этот сегмент России не сравнивается с европейскими аналогами из-за различий в восприятии и коммуникации целевой аудитории. В Европе это стандартная форма потребления [3].

Гастрономический квартал может стать одной из доминант города: современной событийной площадкой, на которой будут проходить выставки и фестивали, мастер-классы, концерты, образовательные проекты, воркшопы и благотворительные акции [4].

На данный момент в Москве насчитывается около двадцати площадок, которые несут в себе новые формы гастроквартала. Данные площадки представлены в виде рынков сельскохозяйственной продукции и в виде различных ресторанов и кафе, также проектируются новые общественные пространства [3], объединяющие функционально несколько однотипных объектов, например, вокзалов (рис. 1).



Рис. 1. Общая концепция модернизации и объединения общественного пространства привокзальных площадей Казанского, Ярославского и Ленинградского вокзалов в Москве ("Депо. Три вокзала")

Исторически рынок всегда был в центре жизни в определенном городском районе. Фуд-холл также расположен в очень оживленном месте:

на первом этаже бизнес-центра находится деловой район, парк отдыха, перспективное туристическое направление (например, "по всему миру" и Зарядье в Москве, но если фуд-корт гастромакетов вписывается в традиционное торговое пространство, создатели фудхоллов говорят, что люди приходят не только за едой, они руководствуются тем, что это невозможно сделать. Они должны иметь возможность есть сразу, как на рынке, но вы должны использовать это по максимуму, как в ресторане. Поэтому современные столовые отличаются обилием сидячих мест, удобными зелеными насаждениями и мягкой мебелью. В настоящее время в Европе насчитывается более ста крупных строительных площадок [3, 4].

Современным городам нужны пространства для отдыха и коммуникаций, а также места, где можно увидеть гастрономическое многообразие на любой вкус. Люди постепенно стали возвращаться к офлайн общению, а для этого им требуется комфортная среда. Важной задачей является формирование удобных, востребованных общественных пространств, например, гастрокварталов, фудхоллов и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасенко В. Н. Микроклимат селитебной территории как многокомпонентная среда архитектурно-строительного проектирования / В. Н. Тарасенко, Н. Д. Черныш. – Текст : непосредственный // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2015. - №6. - С. 57-61.

2. Пронин Е. С. Формирование городских центров / Е. С. Пронин. – Москва : Стройиздат, 1983. - 148 с. – Текст : непосредственный

3. Больше не стартап: как вывести успешный гастропроjekt на новый уровень : сайт. – URL : <https://biz360.ru/materials/bolshe-ne-startap-kak-vyvesti-uspeshnyy-gastroproekt-na-novyy-uroven/> (дата обращения: 30.10.2022). – Текст : электронный.

4. Как устроены фудмоллы : сайт. – URL : <https://businessstraveller.com.ru/> (дата обращения: 30.10.2022). – Текст : электронный.

5. Гастроквартал с кинопаркингом: сайт. – URL : https://stroi.mos.ru/photo_lines/fudmol-i-kinoparkingh-novyi-ghastrokvartal-riadom-s-ploshchad-iu-triekh-vokzalov (дата обращения: 30.10.2022). – Текст : электронный.

К ВОПРОСУ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Боева Е. С., магистрант, boeva.1998@mail.ru

г. Липецк, Липецкий государственный технический университет

Аннотация. На пути к устойчивому развитию в архитектуре все чаще применяются энергосберегающие технологии, являющиеся неотъемлемой частью концепции экоархитектуры. В настоящей работе приведено понятие, классификация и принцип работы ветроэнергетических установок. Целью исследования послужил анализ существующей нормативно-правовой базы, учет социально-экономических и географических факторов России для дальнейшего развития и совершенствования эффективности использования ветроэнергетического потенциала страны. Как результат, выделены методы повышения производительности ВЭУ, а также показана перспективность их применения в области строительства и архитектуры на территории РФ.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, ветровое воздействие, ветроэнергетические установки, энергоэффективность

Основные постулаты экоархитектуры были сформулированы во второй половине XX века [1]. Одним из наиболее часто встречающихся способов повышения энергоэффективности зданий является установка устройств, генерирующих электричество посредством использования ветровой энергии – ветрогенераторов.

ВЭУ – ветроэлектроустановка или ветрогенератор – это устройство по преобразованию кинетической энергии ветра в механическую энергию вращающегося ротора с последующим её преобразованием в электричество. На большей части территории Российской Федерации данные устройства могут иметь распространение (см. рис.1).

Существует несколько классификаций ветрогенераторов, основной из которых является классификация по оси вращения:

- Ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения;
- Ветрогенераторы с вертикальной осью вращения;
- Ветрогенераторы других типов.

Мировая практика показывает, что помимо использования стандартных электростанций с крупногабаритными ветротурбинами, перспективным экологичным методом получения электроэнергии является использование малых ветрогенераторов, в т.ч. и внедрение в конструкцию зданий разного назначения и этажности [2].

Ветроэнергоактивными конструкциями зданий можно считать покрытия стены (преимущественно в верхней части), защитные элементы

светопроемов (зенитных фонарей), конструкции экранов и надстроек. Кроме того, для повышения энергоэффективности работы трансформируемого ветроколеса предлагается организация подачи к нему дополнительных масс воздуха путем придания специальной формы воздухозаборным устройствам. Для этого определенной части придают аэродинамическую форму, например, вертикального цилиндра или близкого к нему многогранника, вокруг которого размещают ветротурбину. Общий эффект можно повысить путем усиления мощности или комбинированного применения в одном здании или их комплексе нескольких энергоактивных систем. В проектных разработках и в практике строительства энергоактивных зданий большое распространение получили приемы использования солнечной и ветровой энергии [1].



Рис. 1. Ветроэнергетический потенциал Российской Федерации

В РФ использование усовершенствованных ВЭУ и конструкций является актуальной проблемой, поскольку климатические условия умеренного пояса страны позволяет устанавливать ветровые установки. Законодательство РФ позволяет устанавливать ВЭУ на территории жилых и общественных зданий. Более того, согласно постановлению кабинета министров России о векторе государственной политики в области нетрадиционных источников энергии, ветряки мощностью до 75 кВт не подлежат сертификации и могут быть установлены физическим лицом на своем участке без проведения экспертизы [3]. Ограничением является высота мачты ветрогенератора, которая устанавливается в индивидуальном порядке в зависимости от местоположения участка, типа ветряка и других факторов.

Ветровые генераторы безусловно являются эффективными и перспективными в эксплуатации установками, позволяющие экономить выработку электроэнергии и полностью себя окупающие. Переход от турбин с горизонтальной осью вращения к роторным вертикальным конструкциям обеспечивает улучшение базовых характеристик ВЭУ. Вместе с тем архитектура зданий, включающая видоизмененные конструкции фасадов и крыш, может повышать потенциальную мощность ветряков [4]. Можно утверждать, что за энергоэффективными конструкциями зданий стоит будущее экоустойчивой архитектуры, в т.ч. для Российской Федерации [5]. Энергосберегающие технологии – это путь к устойчивому развитию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапрыкина Н. А. Формирование экоустойчивого пространства обитания будущего: теория, практика, перспективы / Н. А. Сапрыкина. – Москва : КУРС, 2021. – 288 с. – Текст: непосредственный.

2. Елистратов В. В. Ветроэнергетические установки – архитектурный элемент здания / В. В. Елистратов, Д. М. Боброва. – Текст: электронный // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2013. – № 2 (23). – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/vetroenergeticheskie-ustanovki-arhitekturnyy-element-zdaniya/viewer> (дата обращения: 17.11.2022).

3. Российская Федерация. Постановление Правительства. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии : Постановление Правительства РФ № 535: [утвержден Постановлением Правительства РФ 2 апреля 2021 года]. – Москва, 2021. – 46 с. – Текст непосредственный.

4. Поцешковская И. В. Перспективы применения технологий ветроэнергетики в архитектуре и строительстве Российской Федерации: [доклад] / И. В. Поцешковская, А. Н. Сорока / Конференция Архитектура и архитектурное наследие. – Санкт-Петербург, 2021. – Изображение (движущиеся, трехмерное): видео.

5. Российская Федерация. Постановление Правительства. Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации" : Постановление Правительства РФ N 377: [утвержден Постановлением Правительства РФ 29 марта 2019 г. N 377]. – Москва, 2019. – 211 с. – Текст непосредственный.

ИНТЕГРАЦИЯ GREEN BIM ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ «ЗЕЛЕННЫХ» ЗДАНИЙ

Гапеев Н. В., магистрант, nik.gareev.2018@yandex.ru

г. Ростов-на-Дону, Донской государственный технический университет

Аннотация. В данной статье рассматривается изучение направления «Зеленого проектирования» с применением BIM технологий, а также интеграция Green BIM в анализ экологических характеристик и устойчивости проекта. Исследованы причины негативного воздействия строительства на окружающую среду. Целью данной статьи является понимание концепции, использования, преимуществ, недостатков и потенциального применения «Зеленого BIM» в разработке проектов «зеленого» строительства, а также изучение интеграции BIM в качестве эффективного инструмента для различных сертификатов «зеленого» строительства.

Ключевые слова: экологическое строительство, зеленые технологии, BIM проектирование, зеленое строительство, энергоэффективное строительство.

На сегодняшний день беспокойство по поводу ухудшения состояния окружающей среды растет очень быстрыми темпами. Эта озабоченность привела к разработке новых методов и технологий во всех без исключения областях защиты окружающей среды. Агентства по охране окружающей среды выразили свою озабоченность по поводу количества негативного воздействия строительной отрасли на окружающую среду из-за количества выбросов CO₂ и производства отходов.

Промышленность способствует огромному количеству выбросов углерода и производству отходов, а также огромен объем потребления энергии. Например, в США потребление энергии в строительстве составляет 45%, в Великобритании – 42%, а в других экономически развивающихся странах в среднем потребление энергии в строительстве составляет 31%. За последние много лет было проведено множество исследований по разработке различных методов снижения энергопотребления, выбросов углерода и производства отходов как на промышленном уровне, так и на уровне государственной политики для продвижения проектов «зеленого» строительства.

«Зеленый» обозначает различные аспекты, которые необходимо внедрить в здание, чтобы уменьшить его воздействие на окружающую среду. Еще один важный термин, с которым сталкиваются при современном строительстве — это BIM. BIM расшифровывается как «Информационное моделирование зданий». Он действует как инструмент, который используется для включения всех экологических аспектов в проект устойчивого строительства. Когда BIM используется для проектов зеленого строительства, он известен как Green BIM.

Информационное моделирование зданий (BIM) выступает в качестве платформы для различных заинтересованных сторон проекта «Зеленое строительство». Традиционные методы, которые используются для проектов зеленого строительства, включают в себя большое количество данных, которые необходимо собрать и проанализировать, этот процесс сбора данных становится очень утомительным и трудоемким. Информация, которую нужно собрать из разных источников, хранится на разных платформах, и ее объединение становится задачей само по себе, требующей много времени, энергии и рабочей силы. Из-за отсутствия общей платформы вся эта информация передается либо вручную, либо по электронной почте, где размер данных и их конфиденциальность становятся серьезной проблемой. Использование Green BIM обеспечивает решение вышеупомянутых проблем.

Green BIM использует цифровые модели для поддержки виртуального проектирования и строительства. Он преобразует 2D-проект для визуализации в 3D-модель, установленную в существующей среде. BIM действует как мощный инструмент на протяжении всего жизненного цикла проекта, начиная со сбора всех данных, создания библиотек, а затем их анализа и преобразования из двумерных данных в набор трехмерных моделей. Он также играет ключевую роль в строительстве и эксплуатации. Это помогает снизить стоимость проекта, сэкономить ресурсы, уменьшить загрязнение и т. д. С помощью компьютерной графики и определенного программного обеспечения можно создавать фотореалистичные изображения, анимацию и т. д., что улучшает взаимопонимание между архитекторами и конечными пользователями. С помощью BIM можно решить, какой тип материалов следует использовать для повышения устойчивости здания на самом этапе проектирования, что оказывает большое влияние на жизненный цикл «зеленого» здания.

Различные атрибуты, которые необходимо реализовать при разработке проекта «зеленого строительства» для уменьшения его воздействия на окружающую среду, известны как «зеленые» атрибуты. Может быть много аспектов при проектировании здания, которые могут быть реализованы для уменьшения воздействия на окружающую среду, но атрибутов, которые считаются во всем мире на стандартной основе, насчитывается семь: энергопотребление, выбросы CO₂, естественная вентиляция, солнечная энергия и анализ освещения, акустика, водообеспечение, анализ теплового комфорта.

Потребление энергии рассчитывает количество энергии, произведенной и потребленной во время строительства «зеленого» здания, анализируя его влияние на окружающую среду. Выбросы CO₂ анализируют углеродный след, естественная вентиляция анализирует использование естественной циркуляции воздуха. Анализ солнечной энергии и освещения касается использования солнечной энергии для снижения потребления электроэнер-

гии. Акустика анализирует, какой тип строительных материалов следует использовать в проекте зеленого строительства, чтобы уменьшить звуковые эффекты снаружи и улучшить акустическую среду внутри. Водобеспечение связано с методами, применяемыми для сокращения водопотребления и увеличения объема водосбережения. Анализ теплового комфорта касается типа используемых строительных материалов, количества и расположения отверстий, предусмотренных для увеличения объема естественной вентиляции и сокращения использования искусственной вентиляции с приоритетом, отдаваемым тепловому комфорту конечных пользователей.

Основным преимуществом BIM является то, что он предоставляет цифровую платформу для поддержки виртуального проектирования и строительства. Благодаря этому возможно изменять используемые материалы, ориентацию здания, типы используемых строительных технологий, различные аспекты дизайна здания могут быть проанализированы для соответствия параметрам проекта «Зеленое строительство». Поскольку Green BIM фокусируется на соблюдении параметров сертификатов Green Building Certification, он снижает количество загрязнения, вызванного образованием отходов во время строительства здания. Он анализирует все экологические аспекты здания, что приводит к снижению потребления энергии. Еще одним важным преимуществом Green BIM является анализ данных. Проектировщики и конечные пользователи могут легко хранить, получать к ним доступ и управлять огромным объемом данных, необходимых для проекта зеленого строительства, что сокращает количество необходимого времени, экономит затраты на строительство и повышает эффективность строительства здания.

Ограничения заключаются в функциональной совместимости инструментов BIM и оценки жизненного цикла. Это требует дальнейших исследований. Во многих исследованиях было обнаружено, что существует разрыв между теорией и практикой BIM в строительной отрасли проектов зеленого строительства. Основной причиной этого разрыва является отсутствие социальной интеграции Green BIM в разработку проектов зеленого строительства. Предпринимаются шаги по разработке методологии или модели социальной интеграции Green BIM для разработки проектов, известных как Green BIM Index.

Большинство экспертов заявили, что необходимо интегрировать процессы BIM и сертификации зеленого строительства, необходимо проводить обучение как по BIM, так и по сертификации данного направления. Необходимо вмешательство правительства и внесение поправок, способствующих строительству «зеленых» зданий и интеграции BIM с процессами сертификации «зеленых» зданий. Чтобы в полной мере использовать преимущества Green BIM, внедрение должно быть правильно спланировано и спроектировано в соответствии с целями предлагаемых проектов, од-

новременно устраняя барьеры, которые могут помешать прогрессу. От исполнителей требуется гораздо больше усилий, чтобы «зеленый BIM» можно было использовать в полной мере для повышения устойчивости проектов зеленого строительства. В конечном итоге это приведет к использованию BIM в полной мере для разработки проектов зеленого строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеина С. Г. Зеленое строительство как основа устойчивого развития городских территорий / С. Г. Шеина, Е. Н. Миненко. – Текст : непосредственный // Недвижимость: экономика, управление. - 2015. - № 2. - С. 55-60.

2. Ильвицкая С. В. «Зеленая» архитектура жилища и GREEN BIM технологии / С. В. Ильвицкая, Т. В. Лобкова. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. - 2018. - № 1. - С. 108-113.

3. Wong K. Building information modelling (BIM) for sustainable building design. / K. Wong. – Direct text // Facilities. – 2013. – Vol. 31, Is. 3. – P. 138-157.

4. Tamer E. BIM-based collaborative design and socio-technical analytics of green buildings / E. Tamer. – Direct text // Automation in Construction. – 2017. – Vol. 82. – P. 59-74.

5. Kamel E. Review of BIM's application in energy simulation: Tools, issues, and solutions / E. Kamel. – Direct text // Automation in Construction. – 2019. - Vol. 97. - P. 164-170.

УДК 69.001.5

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИ 3D-СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Голядкина А. Д., бакалавр, nutagolyadkina@mail.ru

Петрикеева Н. А., канд. техн. наук, доцент, petrikeeva.nat@yandex.ru

Чудинов Д. М., канд. техн. наук, доцент, dmch_@mail.ru

г. Воронеж, Воронежский государственный технический университет

Аннотация. С активным развитием технологий и повышения нормативных требований к зданиям многие жилые, общественные и производственные конструкции подлежат реставрации или сносу. В работе рассмотрена технология строительства зданий с помощью 3D-технологий. Проанализирована технологическая возможность использования данного метода строительства в регионах с различным климатом и техническая надежность зданий и сооружений, выполненных 3D-методом. Рассмотрен теплоэнергетический эффект,

который может быть получен при данном внедрении, сделаны выводы о перспективности развития применения данных технологий.

Ключевые слова: 3D-технологии, инновации, энергосбережение, строительство.

Вот уже более семидесяти лет весь мир и Россия в том числе испытывают различные трудности при строительстве жилья: выбор и подготовка строительных площадок под застройку, реализация строительных проектов в сроки и удовлетворение ими обязательных государственных строительных норм, недостаточный объем вводимого в эксплуатацию жилья для удовлетворения потребностей граждан на различных климатических территориях, большие трудозатраты рабочих на возведение бетонных конструкций. Так за 2021 год в России было введено 92,6 млн. кв. м жилых строений и общая динамика строительства является положительной (рис. 1). Данные проблемы мотивируют людей на поиск новых материалов и технологий [1].



Рис.1. Сравнительная тенденция динамики развития застройки: ---- - ввод индивидуального жилья, ---- - ввод многоквартирных домов, ---- - всего ввод жилых и производственных зданий

Одним из последних нововведений в строительстве стал метод 3D-печати зданий, стремящийся способствовать возможности сделать строительство более быстрым и экономичным, что обеспечило бы большую доступность для населения [2].

Строительные 3D-принтеры используются тремя способами:

- а) компактные постройки можно распечатать целиком;
- б) объемные постройки могут возводиться из отдельных элементов, напечатанных принтером в цеху;
- в) внутренние стены могут быть распечатаны принтером внутри возводимой постройки непосредственно на строительной площадке.

Самым частым материалом для 3D-печати в строительстве являются смеси на основе бетона. Каждая компания разрабатывает индивидуальный состав смеси, ориентируясь на устройство и сопло принтера, а также специфику готового изделия. Главными параметрами смеси являются прочность, скорость застывания и набора прочности, пластичность. Для того, чтобы избежать проблем прохождения материала через экструдер (основная часть, выпускающая и создающая форму материала) бетон делают такой консистенции, которая при мелкозернистой структуре не будет растекаться и ложиться ровными слоями. Материал должен обладать быстрым схватыванием для сохранения формы, однако если процесс будет происходить на слишком высокой скорости, то накладываемые принтером слои утратят химическую активность и не сформируют в месте соприкосновения единую структуру.

Для домов, построенных 3D-принтером с помощью данной технологии, выполняются и фундаменты, утепление, прокладка коммуникаций, а сами здания могут выполняться с различными архитектурными решениями [3, 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг объемов жилищного строительства : Минстрой России : сайт. – URL : <http://minstroyrf.gov.ru> (дата обращения: 15.10.2022). – Текст : электронный.

2. Перспективы применения 3D-печати в строительном комплексе Российской Федерации : Строительство уникальных зданий и сооружений: сайт. – URL : <http://spbstu.ru> (дата обращения: 13.10.2022). – Текст : электронный.

3. Бадьин Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома / Г. М. Бадьин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. - 422 с. – Текст : непосредственный.

4. Бикбау М. Я. Новые комплексные технологии строительства жилья / М. Я. Бикбау. – Текст : непосредственный // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2011. - № 1. - С. 30-32.

УДК 725.57: 613.954

СТРУКТУРА КОМПОНЕНТОВ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЙ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Гульбинас А. С., ст. преподаватель, gulbinasas@tyuiu.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, проводимые категориальным методом «Порядок следования целей», в виде графической модели структуры ком-

понентов светотехнического режима. Отобранные компоненты и их структура иерархически отображают закон возрастающих потребностей потребителей от начальной цели создания светотехнического режима во внутренней среде помещения до удовлетворения ресурсной, биологической и эмоциональной эффективности потребителей.

Ключевые слова: светотехнический режим, световая среда, естественное и искусственное освещение, динамическое освещение, структура компонентов.

Особую значимость свет имеет при развитии и росте ребенка. При неблагоприятных условиях световой среды в помещениях дошкольных образовательных организаций (далее ДОО) увеличиваются риски раннего ухудшения зрения, а с высоким распространением мобильной компьютерной техники, мобильного интернета ребенок находится под воздействием искусственного света и светового излучения вечером, «продлевая» искусственно световой день. В соответствии с мелатонин-циркадной концепцией синхронизации физиологических ритмов организма человека [1, 2], искусственное освещение в помещениях зданий должно быть безопасным и эффективным. Для этого должна проводиться своевременная оптимизация светотехнического режима в помещениях под существующие условия. Одним из способов оптимизации является установка осветительных приборов с возможностью изменения цветовой температуры и светового потока для имитации системами искусственного освещения солнечного естественного цикла с возможностью персонального или автоматического управления. В изменениях №2 к СП 52.13330.2016 «СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение» с датой введения 29.01.2022 г., утвержденных приказом Минстроя России №1029 от 28.12.2021 г., введено понятие динамического освещения, и поясняются возможности динамического освещения с точки зрения биологической и эмоциональной эффективности.

Гипотезой исследования является утверждение, что структура компонентов светотехнического режима в помещениях зданий подвергается временным эволюционным изменениям в соответствии экономического закона возрастающих потребностей человека [3] и может быть исследована с помощью системно-категориальной методологии, а именно категориальным методом «Порядок следования целей» [4]. Применяя указанный метод и структурируя компоненты в соответствии закона возрастающих потребностей, выявлена и иерархически организована структура компонентов светотехнического режима (Рис. 1).

Целью является создание на объекте светотехнического режима с определенными характеристиками при достижении ресурсной, биологической и эмоциональной эффективности с помощью определенных компонентов. Такими компонентами светотехнического режима стали [5]: естественное освещение; наличие оконных проёмов; качество и затемнение естественного освещения; количественные и качественные характеристики осветительной установки; персональное, а затем и автоматическое управ-

ление; эксплуатационные характеристики; биологически эффективное освещение (динамическое освещение), а в дальнейшем и полная имитация естественного освещения с автоматическим контролем и мониторингом.



Рис. 1. Структура компонентов светотехнического режима

Развитие «создания» светотехнического режима происходит по вертикали и по горизонтали. С удовлетворением потребностей пользователей низшего уровня появляются потребности более высокого уровня, и эти потребности появляются у большего количества пользователей (наличие естественного освещения заменяется искусственным, затем осознается значимость естественного, и возможность имитации искусственным светом естественного). Первый столбец (развитие по вертикали) происходит изменение использования ресурсов, и рассматриваются в первую очередь возрастающие потребности учредителя или собственника помещений зданий. Второй столбец (развитие по вертикали) происходит осознание изменений биологического воздействия света на человека в условиях закрытых помещений. Третий столбец (развитие по вертикали) происходит изменение эмоционального воздействия светотехнического

режима: существующий светотехнический режим вызывает потребности управления. По горизонтали при эволюции потребностей физические потребности теряют значимость, и возрастает доля интеллектуальных потребностей, например, появляется потребность изменения качественных и количественных характеристик в зависимости от рода деятельности, а также возможности мониторинга.

Разработанная структурная модель компонентов светотехнического режима учитывает целевые установки участников системы (объект, субъект и учредитель) и ориентирована на их возрастающие потребности и позволяет выстраивать качественный процесс оптимизации при управлении функционированием светотехнического режима.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Häfliger R. Licht und Kommunikation in der Pflege: Planung und Betrieb dynamischer Lichtdecken / R. Häfliger, B. Schrader, J. Stampfli. - Text : electronic // Schlussbericht zu Händen der Age-Stiftung: Hochschule Luzern, Technik und Architektur. – 2017-2019. – URL : https://www.age-stiftung.ch/fileadmin/user_upload/Projekte/2013/048/2019_Age_I_2013_048.pdf (date of the application 22.09.2022).

2. Lachner A. Biodynamische Beleuchtung - Die Wirkung von Licht auf den Menschen in Hinblick auf anwendungsspezifische Umsetzungen biologisch wirksamer Beleuchtung in der Praxis / A. Lachner, S. Weidenfeld, F. Schutzbach. – Direct text // aw&I Conference. - 2018.– Vol. 3. – P. 1-16.

3. Борисов Е. Ф. Экономическая теория / Е. Ф. Борисов. – Москва : Юрайт, 1999. – 384 с. – Текст : непосредственный.

4. Боуш Г. Д. Методология научного исследования (в кандидатских и докторских диссертациях) : учебник / Г. Д. Боуш, В. И. Разумов. – Москва : Инфра-М, 2020. – 227 с. – Текст : непосредственный.

5. Гульбинас А. С. Исследование системы функционирования светотехнического режима / А. С. Гульбинас, Д. Н. Широкова. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. – 2021. – №. 12. – С. 43-53.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Елистратова Ю. В., канд. техн. наук, ст. преподаватель, yulis3790@mail.ru

Елистратов Д. В., аспирант, tgv.info@mail.ru

Гайдаш Д. С., магистрант, gaidashdmit@yandex.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Аннотация. Представлена актуальность нового строительства объектов различного назначения, при этом акцентируется внимание на трудоемкость и продолжительность ведения проектных работ, в том числе и при возведении инженерных сетей. Современным инструментом ведения строительного производства выступают технологии информационного моделирования, которые имеют особую поддержку в развитии со стороны государства. Однако на практике на сегодняшнем этапе развития BIM - технологий возникают трудности, решение которых требует разработки соответствующих мероприятий по достижению цели удобства применения BIM. Для оценки стратегических действий, направленных на активное применение информационных моделей в сфере проектирования инженерных систем, использовалась модель управления отношениями по типологии Джонсона и Менделоу. Сделан вывод о том, что перспективы внедрения BIM-технологий в области инженерных систем имеют принципиальное значение в создании благоприятных условий для существования отдельных субъектов экономики.

Ключевые слова. Информационное моделирование, инженерные сети, проектирование, цифровая экосистема.

Введение. Не смотря на масштабы жилого и общественного фонда зданий, возведение вновь строящихся объектов не снижает своих темпов как в РФ, так и во всем мире [1,2]. Существующие законодательные решения [3,4], которые поддерживают концепцию формирования цифровой экосистемы в различных сферах жизни, мотивируют использовать современные инструменты ведения хозяйственной деятельности, в том числе и в области строительного производства в целом и к отдельным её составляющим. К одному из таких структурных элементов процесса строительства относится возведение инженерных сетей [5]. Данный вид работ формируется на этапе проектирования, который определяет методы, материалы и конструктивные параметры будущих систем.

Современным инструментом в организации строительного производства является метод информационного моделирования зданий и сооружений - BIM-моделирование (от англ. Building Information Modeling) [6]. BIM – управляемая система данных об объекте, основанная на числовом описании [7], использование которой возможно на всех жизненных циклах строительства целостного объекта, и инженерные сети не являются исключением.

Активное внедрение BIM-моделей инженерных систем характеризуется неоспоримым удобством ведения проектных работ [8]. Однако, на основании практического опыта, пути освоения данной методики имеют определенные противоречия, которые принуждают вести проектную деятельность по устоявшемуся принципу двумерного проектирования и бумажного документооборота.

Основная часть. Для оценки стратегических действий, направленных на активное применение информационных моделей в сфере проектирования инженерных систем, воспользуемся моделью управления отношениями по типологии Джонсона и Менделоу [9]. На рисунке 2 представлена модель потенциального интереса и уровня влияния рассматриваемых пользователей BIM-технологий в сфере инженерных сетей. Основной целью построения данной модели управления отношениями, является последующая разработка дорожной карты по взаимодействию со стейкхолдерами, в частности целесообразности и определение конкретных способов влияния на них с целью усиления процесса внедрения технологий информационного моделирования.

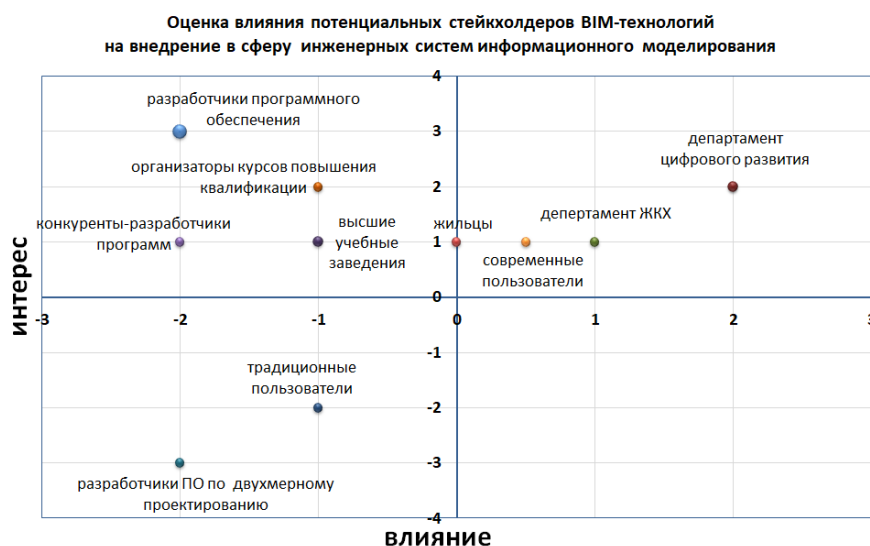


Рис. 1. Схема влияния потенциальных стейкхолдеров BIM-технологий на внедрение в сферу инженерных систем информационного моделирования

Рассмотрим наиболее заполненный левый верхний квадрат разработанной схемы. Разработчики программного обеспечения, поддерживающего функции BIM-моделирования - являются максимально заинтересованной стороной, так как повсеместное применение BIM-технологий приведет к увеличению спроса на разрабатываемый продукт, однако высокая стоимость внедрения, особенно на малых предприятиях снижает показатель доступности, что приведет к отрицательному влиянию. Организаторы различных курсов повышения квалификации имеют интерес, которой харак-

теризуется увеличением набора слушателей, отрицательной стороной являются дополнительные расходы организаций на обучение работников или необходимость самовложений с целью собственного профессионального роста. Конкуренция между фирмами-разработчиками программ приведет к неоспоримому дисбалансу в командной работе проектировщиков, осуществляющих свою деятельность с помощью программного продукта, приобретенного организацией-работодателем на выгодных условиях, одна из причин - различный функционал между программами. Отрицательное влияние на внедрение BIM отражается в острой необходимости реформирования подходов образования в высших учебных заведениях страны, так как этот процесс также требует дополнительных ресурсов, в т.ч. и временных на повышение квалификации преподавательского состава и оснащение должным образом учебных аудиторий.

Жильцы представлены как относительно заинтересованные пользователи, но не способные оказывать какое-либо влияние на развитие процесса внедрения информационных технологий проектирования. Интерес заключается в том, что внедрение подобного рода технологий имеет своё начало в реализации программ по энергосбережению, что подразумевает учет снижения показателей энергоёмкости строящихся объектов еще на стадии проектирования и его строительства.

Департаменты ЖКХ и цифрового развития являются неоспоримо заинтересованными в развитии BIM-технологий, так одна из целей их деятельности - это создание единой и эффективной системы использования средств информационного развития.

Опытные работники, осуществляющие свою деятельность по средствам традиционного двухмерного проектирования и бумажного документооборота требуют определения конкретных способов, стимулирующих интерес к освоению современных ресурсов и инструментов, направленных на увеличение производительности труда и сокращению трудоемкости.

Выводы. Перспективы внедрения современных технологий информационного моделирования в области инженерных систем имеют принципиальное значение в создании благоприятных условий для существования отдельных субъектов экономики. Однако следует четко понимать, что технологии такого уровня на сегодняшнем этапе развития требуют целенаправленной работы в поиске конкретных способов и решений по исключению объективных причин, препятствующих распространению BIM.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для ведущей научной школы НШ-25.2022.4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные показатели жилищного строительства. – Текст электронный // Единая информационная система жилищного строительства :

официальный сайт. – 2022. - URL : https://наш.дом.рф/аналитика/показатели_жилищного_строительства (дата обращения : 08.11.2022).

2. Рейтинг стран Европы по строительству жилья. – Текст электронный // РИА Новости : официальный сайт. – 2022. - URL : <https://ria.ru/20200720/1574492174.html> (дата обращения : 13.11.2022).

3. Российская Федерация. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203. О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы. – Текст : электронный // Президент России : официальный сайт : - 2022. – URL : <http://kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения : 10.11.2022).

4. Российская Федерация. Распоряжение Правительства РФ №1632-р от 28.07.2017. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». – Текст : электронный // Правительство России : официальный сайт : – 2022. - URL : <http://government.ru/> (дата обращения : 10.11.2022).

5. Соловьев В. И. Цифровая трансформация систем теплоснабжения муниципального образования / В. И. Соловьев. – Текст : электронный // Информационные и математические технологии в науке и управлении. - 2019. - №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-sistem-teplosnabzheniya-munitsipalnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 08.11.2022).

6. Уткина В. Н. Проблемы и перспективы внедрения технологии информационного моделирования в области строительства в России: проблемы и перспективы внедрения / В. Н. Уткина, С. Ю. Грязнов Д. Ф. Бабушкина. – Текст : непосредственный // Основы ЭУП №1. – 2019. – С. 57 – 60.

7. Талапов В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов. – Москва : ДМК Пресс, 2011. – 392 с. – Текст : непосредственный.

8. Ефремова Н. А. Особенности цифровизации российских предприятий в современных условиях / Н. А. Ефремова, Г. В. Игнатова. – Текст : непосредственный // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. - 2018. - № 3. - С. 20-22.

9. Тюрина А. И. Механизм управления отношениями с заинтересованными сторонами компании / А. И. Тюрина. – Текст : непосредственный // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2020. - № 5-3 (63). - С. 229-234.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ СПОРТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ ГОРОДА НОЯБРЬСКА

Жилина Т. С., канд. техн. наук, доцент, zhilinats@tyuiu.ru

Окунев Д. А., магистрант, dimon98ok@yandex.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Целью данной статьи является выявление особенностей и принятие решений при проектировании систем отопления и вентиляции в многофункциональном спортивном комплексе. Многофункциональный спортивный комплекс будет построен в городе Ноябрьске. Отопительные приборы, запроектированные в помещении спортзала – регистры из гладких стальных труб российского производства. Отопительные приборы вспомогательных помещений - панельные стальные радиаторы фирмы Лидея. Система вентиляции разработана в соответствии с действующими нормами для спортивных сооружений с учетом северного региона эксплуатации. В качестве приточных и вытяжных устройств применено оборудование фирмы Ровен и Арктика.

Ключевые слова: отопление, отопительные приборы, вентиляция, вентиляционное оборудование.

Многофункциональный спортивный комплекс – это современное здание, в котором предусмотрена инфраструктура для ведения активной деятельности. В данной статье рассматриваются основные решения, принятые при проектировании инженерных систем для эксплуатации спортивного комплекса, расположенного в г. Ноябрьске.

Для проектируемого объекта предусмотрены технические решения, позволяющие повысить энергоэффективность в системах отопления и вентиляции, а также экономию топливно-энергетических ресурсов, а именно:

1. Применение высокоэффективного современного оборудования.
2. Регулирование теплоотдачи отопительных приборов.
3. Применение оборудования с высоким классом энергетической эффективности.

Конструирование систем отопления и вентиляции и их расчет проводился согласно СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [1].

План первого этажа проектируемого спортивного комплекса представлен на рисунке 1.

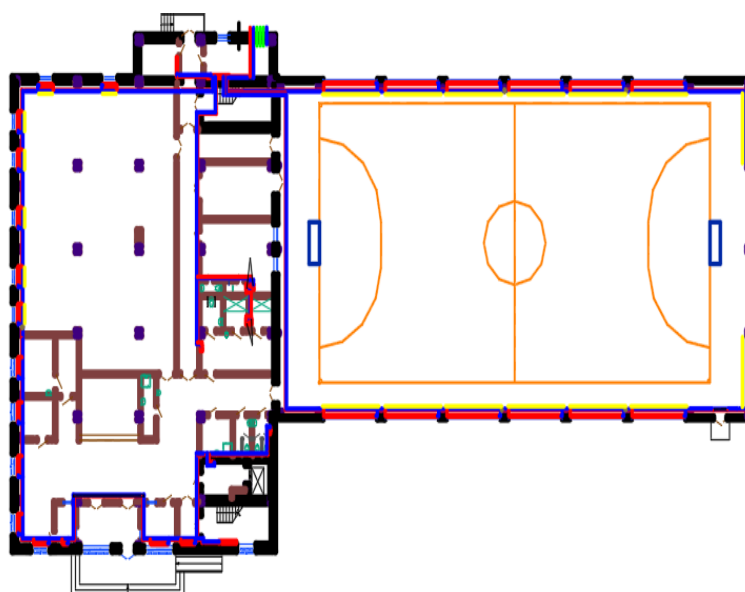


Рис. 1. План первого этажа многофункционального спортивного комплекса

Источником теплоснабжения является отдельно стоящая газовая котельная. Теплоносителем системы отопления здания является вода с параметрами 80-60 °С. Схема присоединения системы отопления – зависимая. Регулирование по температуре наружного воздуха осуществляется в котельной.

В здании спортивного комплекса принято водяное отопление с двухтрубной разводкой. В качестве отопительных приборов предпочтение было отдано панельным стальным радиаторам российского производства фирмы Лидея, поскольку они обладают высокой тепловой эффективностью и эстетичным дизайном. В помещении спортзала согласно нормативным требованиям [1] подобраны регистры из шести труб длиной 5 метров и диаметром 108мм.

Теплоносителем системы вентиляции здания является вода с параметрами 80-60 °С. Схема присоединения системы вентиляции – зависимая. Регулирование по температуре наружного воздуха осуществляется в котельной.

Для поддержания требуемых параметров воздуха в помещениях здания многофункционального спортивного комплекса предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением. Воздухообмен помещений определялся по норме кратности воздухообмена и по количеству людей.

Для организации воздухообмена выбраны приточно-вытяжные системы принудительного типа [2]. Учитывая северный регион строительства в качестве приточных и вытяжных устройств применено оборудование фирмы Ровен и Арктика. Воздухозаборные воздуховоды приточных установок, приложенных снаружи здания предусмотрены без тепловой изоляции, внутри здания предусмотрены с теплоизоляцией "ALU 1 WIRED

МАТ 80" фирмы "ROCKWOOL", которая является теплоизоляционным огнезащитным материалом, толщиной 50мм.

Для предотвращения поражающего действия на людей продуктов горения при пожаре в здании предусмотрена система противодымной вентиляции. Оборудование для организации противодымной вентиляции подобрано при помощи расчетных программ ООО «ВЕЗА» [3]. При пожаре предусматривается централизованное отключение всех систем вентиляции и включение противодымной вентиляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СП 60.13330.2020. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003: свод правил: издание официальное: утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. № 921/пр: дата введения 2021-07-01 / разработан Минстрой России – Москва: Минрегион России, 2021. – 102 с. – Текст: непосредственный.

2. Жилина Т. С. Энергоэффективные решения при проектировании систем отопления и вентиляции в научно-техническом центре города Тюмени / Т. С. Жилина, А. А. Муравьева. – Текст: непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национ. с междунар. участием науч.-практ. конф. – Тюмень, 2021. – С. 72-74.

3. ООО «ВЕЗА» : сайт. – URL : <http://www.veza.ru/> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст: электронный.

УДК 624.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ВЕЛОСИПЕДНЫХ РАЗВОДНЫХ МОСТОВ

Колесникова А. А. магистрант, alek89sa60@gmail.com
г. Саратов, Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению подходов проектирования уникальных подвижных велосипедных мостовых сооружений. Перечисляются идеи, влияющие на будущий вид и конструкцию моста. Анализируется отечественный и зарубежный опыт, приводятся примеры реализованных проектов уникальных мостов. Отмечается, что в России на момент написания статьи не построено ни одного раз-

водного велосипедного моста, но это направление весьма перспективно и потому нуждается в дальнейшем развитии.

Ключевые слова: мостостроение, пешеходные мосты, разводные мосты.

Создание типовых мостов с традиционным подходом проектирования отходит в прошлое. Одной из особенностей современного проектирования, несомненно, являются технологии. Использование пространственной трехмерной модели позволяет более детально проработать особенности будущего сооружения, создавая более благоприятную среду для воплощения уникальной инженерной мысли. Но что делает проект по-настоящему уникальным, и что является причиной появления новых разводных мостов по всему миру?

Мостовые переходы через водотоки должны обеспечивать свободный проход судов. Обычно в этих случаях сооружают мост такого уровня, при котором удовлетворяются требования предмостовых габаритов. Габариты для устоев больших рек доходят по высоте до 40-60м [1].

Если мост сооружен в черте города, то поднять уровень моста на требуемую высоту часто оказывается невозможно из-за отсутствия места для развития подходов. В городах при низких берегах рек очень высокий мост может оказаться неприемлемым по архитектурным требованиям. Через водные пути сообщения с высокогабаритными судами мост может быть сооружен в обычном уровне, но с разводным пролетным строением [2].

Разводные мосты, или подвижные мосты, как их иногда называют, традиционно управлялись вручную человеком-оператором на мосту, который контролирует его по мере необходимости для поддержки транспортного и лодочного транспортного потока. Все больше фирм работают над совершенствованием компьютерных технологий, чтобы заменить человека-оператора компьютерным и коммуникационным оборудованием, которое позволит удаленно управлять мостами.

Фирма IPV DELFT создала краткое голландское руководство по проектированию велосипедных и пешеходных мостов, которое содержит контрольный список с предпочтениями, требованиями и правилами, которые в идеале следует рассмотреть перед началом процесса проектирования. Вопрос внедрения коммуникаций стоит и там.

Всего на данный момент в мире около 300 разводных мостов, часть из которых велосипедные и пешеходные.

Велосипедные мосты требуют широкий взгляд на проектирование. Велосипедисты должны иметь возможность комфортно пересекать мост, независимо от типа велосипеда и физической силы человека. Велосипедный мост также должен логически подключаться к существующей велосипедной инфраструктуре, т.е. проект должен быть основан на практичности.

Пункты списка руководства были разделены на следующие категории: местные жители, транспортный поток, имеющаяся инфраструктура,

планы развития, техническое обслуживание, коммерческие стороны, экология, архитектурные особенности местности.

Каждая локация имеет свои характеристики, вовлеченные стороны и (не)возможности. Перечисленные пункты могут помочь выявить противоречия или возможные конфликты интересов.

В первую очередь необходимо проанализировать требования и желания будущих пользователей. Индивидуальный подход к проектированию моста и делает его уникальным. Затем визуализируются возможные решения, из которых выбираются наиболее интересные концепции.

Необходимо учитывать и будущие изменения, например, когда новый мост пересекает двухполосную дорогу, которая в ближайшем будущем будет расширена до четырехполосной дороги. Само расположение также может оказать большое влияние на конструкцию моста. Пространственная интеграция может быть сложной задачей, особенно при строительстве моста в оживленной и сложной застроенной среде [3].

Расчет экологических затрат заключается в том, какой материал использовать или какой выбор дизайна сделать, чтобы свести к минимуму воздействие проектов на окружающую среду.

Для развития успешных сетей велосипедных и пешеходных прогулок в Сан-Паулу бразильская фирма LoebCarote Arquitetura создала уникальный проект пешеходного моста, который напоминает две кувшинки, плавающие на водной глади (Рис. 1).



Рис. 1. мост Фридриха Байера в Сан-Паулу

Два поворотных острова, соединяющих 90-метровый мост, используют электродвигатель, вращая конструкцию горизонтально, а не вертикально.

Исторически сложилось так, что, глядя через призму бионического подхода к проектированию зданий и сооружений дизайнер видит в природе прототип, модель, которую он может использовать в той или иной мере в своей работе. Бионика делится на разные категории по разным параметрам. Например, предлагается разделять бионику на две категории: микро-бионика и макро-бионика. В процессе реализации бионических проектов, независимо от этой категоризации, объектом исследования стали живые организмы, что стало важным аспектом в развитии мостостроения [4].

Ярким примером бионического подхода может служить Мост-бабочка (Рис. 2) Дитмара Файхтингера.

Очень специфическая ситуация требует оригинальной формы для этого пешеходного и велосипедного моста: три пролета соединяют разные берега. Один из пролетов неподвижен, два других могут «открываться», образуя фигуру бабочки, которая эффектна своими размерами.



Рис. 2. Мосты для пешеходов и велосипедистов через каналы Кристиансхаун и Транграун в Копенгагене

Благодаря своей простоте мосты образуют контраст с монументальными зданиями. Мосты, предназначенные для пешеходов и велосипедистов, предлагают максимум легкости.

В России в силу ряда причин при проектировании мостовых сооружений предпочтение отдавалось типовым разработкам, в нашей стране не получили достаточно широкого распространения мосты уникальных форм и технических решений.

Такие страны, как Нидерланды и Китай, где езда на велосипеде была частью повседневной жизни на протяжении десятилетий, а велосипедная инфраструктура полностью включена в городское планирование, теперь стали ярким примером того, как создавать привлекательную и хорошо функционирующую велосипедную инфраструктуру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крыжановский В. И. Разводные мосты : учебное пособие / В. И. Крыжановский. – Москва : Транспорт, 1967. - 256 с. – Текст : непосредственный.
2. Бычковский Н. Н. Металлические мосты / Н. Н. Бычковский, А. Н. Данковцев. - Саратов: СарГТУ, 2005. – 301 с. - Текст : непосредственный.
3. Brief dutch design manual for bicycle and pedestrian bridges. – Text : electronic // IpvDelft : site. - 2022. – URL : <https://ipvdelft.nl/downloads-informatie-over-bruggen-hellingbanen-en-onderdoorgangen-duurzaamheid-en-circulariteit/brief-dutch-design-manual> (date of the application 05.11.2022).
4. Овчинников И. И. Бионический подход к проектированию мостовых сооружений. Часть 1: Особенности бионического подхода применительно к строительным конструкциям / И. И. Овчинников, А. Б. Караханян, И. Г. Овчинников. - Текст : электронный // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». - 2019. - Т. 6, №2. – URL : <https://ts.today/PDF/17SATS219.pdf> (дата обращения: 07.11.2022).

УДК 692.115

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИМЕНЕНИЕМ КРИОГЕННОЙ СИСТЕМЫ

Корабельникова С. С., канд. экон. наук, доцент, kss_gasu@mail.ru

Ядренкин Н. А., магистрант, n413xandrov@yandex.ru

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация. В данном исследовании затронута актуальность обеспечения мерзлого состояния основания зданий и сооружений в условиях потепления климата на территории РФ. Необходимость этого вызвана постепенной потерей несущей способности фундаментов из-за изменения физических характеристик опорных грунтов, что может привести к разрушению существующих объектов капитального строительства в соответствующих регионах России. Целью работы является поиск решения упомянутой проблемы, для чего авторами проанализированы имеющиеся научные источники на данную тематику. По результатам исследования авторами предложено применение криогенной системы на основе углекислоты, позволяющей поддерживать мерзлое состояние основания, обоснована перспективность ее применения.

Ключевые слова. Вечная мерзлота, многолетнемерзлый грунт, потепление климата, криогенная система.

В настоящее время значительная доля добычи полезных ископаемых в Российской Федерации приходится на регионы вечной мерзлоты. На тер-

ритории с такими климатическими условиями приходится 25% площади Земли [1]. Именно здесь важным вопросом является возведение фундаментных конструкций.

При строительстве зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты отдается предпочтение свайным фундаментам, так как из-за климатических и техногенных факторов основание имеет свойство оттаивать и замерзать. Переходящая в состояние льда вода увеличивается в объеме на 9%, из-за чего вспучиваются грунты верхних слоев, приводя к разрушению, крену сооружений. Есть у многолетнемерзлых грунтов (ММГ) и другие особенности [2]:

- Циклическое изменение температуры в верхнем слое ММГ.
- Образование морозных трещин и клиньев льда.
- Увеличение глубины оттаивания за счет плотной застройки на определенной территории.

Сегодня наблюдается постепенный рост средней температуры атмосферного воздуха, что имеет место быть и на территории Российской Федерации [3]. Данные климатические изменения не учитывались при проектировании и строительстве капитальных объектов до недавнего времени, поэтому с геотехнической точки зрения возможны неконтролируемые изменения в основаниях, что может привести к потере их несущей способности и, соответственно, разрушению зданий.

Согласно некоторым источникам, около 75% объектов капитального строительства в условиях вечной мерзлоты РФ построено и эксплуатируется с сохранением мерзлого состояния грунтов оснований. Большинство сооружений представляет собой типовые строения на свайных фундаментах. На основании проведенного исследования Н.С. Никифорова, А.В. Коннов определили, что с учетом климатического потепления несущая способность свайных фундаментов с 1965 года по наше время продолжает значительно снижаться [3]. Наглядно соответствующие представлены на рис. 1.

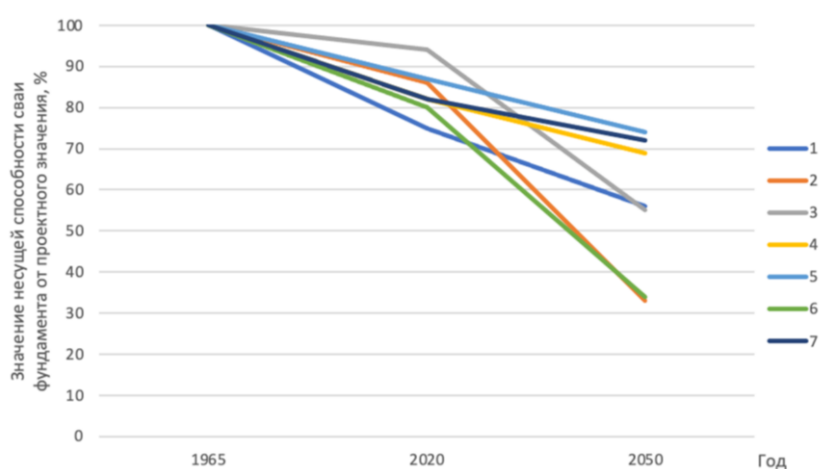


Рис. 1. 1 – север Европейской части РФ, 2 – север Западной Сибири, 3 – средняя Сибирь, 4 – Якутия, 5 – юг Сибири, 6 - Прибайкалье, Забайкалье, 7 - Северо-восток РФ

Очевидно, что для обеспечения проектной несущей способности свайных фундаментов зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты требуется усиление соответствующих конструкций. Однако такие основания, в силу своих физических свойств, труднообрабатываемые. Поэтому для существующих конструкций усиление еще допустимо, а для будущих проектов требуется разработка мероприятий по поддержанию замороженного состояния опорных грунтов.

Решением данной проблемы может стать использование углекислотных систем для замораживания грунтов оснований [4]. Система температурной стабилизации основания включает в себя расположенные под строением охлаждающие трубные элементы и надземный теплообменник. Циркуляция хладагента осуществляется за счет разности воздушной и грунтовой температур, что в условиях вечной мерзлоты позволит инженерному комплексу функционировать круглогодично. Такие решения позволят проектировать объекты с теплым первым этажом, подвалом. В качестве хладагента применяется углекислота, не отличающаяся токсичностью, но с высокой безопасностью, инертностью к материалам. Применение такого вещества позволяет обеспечить глубину замораживания до 100 м, что позволит сохранить несущую способность оснований зданий и сооружений при потеплении климата на долгий срок.

Таким образом, климатическое потепление на территории России в значительной мере может сказаться на несущей способности вечномерзлых грунтов. Требуется усиление существующих свайных фундаментных конструкций, в основном применяемых в соответствующих регионах. При строительстве будущих объектов рационально проектировать криогенную систему для поддержания постоянной температуры оснований, что позволит обеспечить долгосрочную эксплуатацию зданий и сооружений в холодных климатических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермаков А. А. Особенности строительства свайных фундаментов в зонах вечной мерзлоты на объектах нефтегазовой отрасли / А. А. Ермаков, А. С. Захарова, В. А. Бегина, М. С. Чухлатый. – Текст : электронный // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 5. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-stroitelstva-svaynyh-fundamentov-v-zonah-vechnoy-merzloty-na-obektah-neftegazovoy-otrasli> (дата обращения: 15.11.2022).

2. Преснов О. М. Свая на вечномерзлом грунте / О. М. Преснов, Л. А. Иванова, С. И. Бычковская, Д. А. Ломова. – Текст : непосредственный // Экономика строительства. – 2022. – № 1. – С. 41-45.

3. Никифорова Н. С. Несущая способность свай в многолетнемерзлых грунтах при изменении климата / Н. С. Никифорова, А. В. Коннов. – Текст : непосредственный // Construction and geotechnics. – 2021. – № 3 (12). – С. 14-24.

4. Углекислотные системы для замораживания грунтов оснований зданий и сооружений на крайнем севере : сайт. – URL : <https://сферанефтьгаз.рф/fsa-2020-5/> (дата обращения: 17.11.2022) – Текст : электронный.

УДК 696.2

ПРИМЕНЕНИЕ СУГ В СИСТЕМЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Коротченко Н. С., магистрант, nata.korot4enko@yandex.ru

Каримова А. Э., магистрант, reyven.rr@mail.ru

Крюков И. В., канд. техн. наук, ст. преподаватель, iliya.krukov@yandex.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: Сжиженные углеводородные газы нашли широкое применение в жизнедеятельности человека. Актуальность данной тематики заключается в том, что удаленные районы России не могут быть газифицированы в силу ряда причин. В данной статье будут рассмотрены схемы газоснабжения потребителей с использованием СУГ.

Ключевые слова: сжиженный углеводородный газ, система газораспределения

Сжиженный углеводородный газ – это смесь углеводородов, состоящая из сжиженных газов, находящихся под давлением и с температурой кипения от -50°C до 0°C . СУГ является одним из наиболее востребованных видов альтернативного топлива, может быть применен для заправки автомобиля, бытового газоснабжения, а также производства нефтехимической продукции.

Производители сжиженных углеводородных газов – это крупнейшие нефтяные компании Российской Федерации. В Таблице 1 представлены объемы производства за 2020г.

Таблица 1

Крупнейшие производители СУГ в 2020 г

Производитель СУГ	Объем производства, %
1.	2.
СИБУР	46
Газпром	22
ЛУКОЙЛ	9
Роснефть	7
ТАИФ	6
Прочие	10

Именно указанные выше пять компаний формируют производственную конъюнктуру рынка СУГ в России, обеспечивая 90% объемов производства. [3]

Сжиженные углеводородные газы нашли свое применение в регионах, где отсутствуют газораспределительные системы природным газом. Они применяются как и для отопления промышленных предприятий, так и для жилых домов. СУГ в этих случаях хранится в специальных емкостях (газгольдерах), которые могут быть как наземными, так и подземными.

В соответствии с ГОСТ 20448-90 «Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. Технические условия», концентрация пропана в смеси составляет около 75 %. [1]

Существует несколько схем газораспределения сжиженным углеводородным газом жилых домов. Для выбора подходящего решения газоснабжения необходимо определить наиболее целесообразные типы баллонных и наиболее подходящих параметров резервуарных установок, а также произвести расчет подключенных потребителей при резервуарном газоснабжении.

На рисунке 1 изображена схема устройства системы газоснабжения жилого дома от резервуарной установки СУГ.

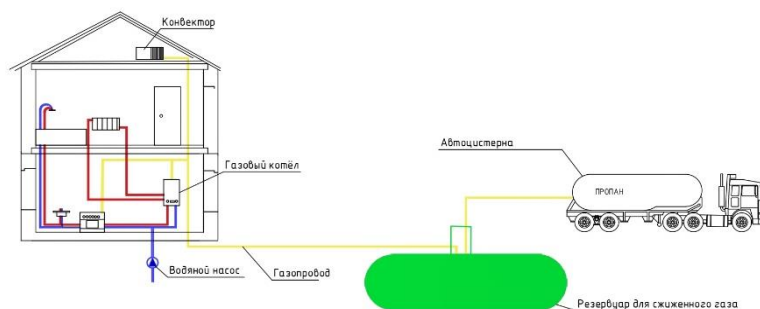


Рис. 1. Схема газоснабжения одноквартирного жилого дома от резервуарной установки СУГ

Принцип газоснабжения жилого дома от резервуарной установки СУГ заключается в следующем: вблизи дома размещается емкость для хранения СУГ вместимостью 1200-8000 кг сжиженного газа, который находится в жидком и газообразном состояниях. В результате регазификации газообразная фаза сжиженного газа образуется из жидкой, происходит испарение. По газопроводу газообразное топливо направляется к газовым приборам (теплогенератору системы отопления и горячего водоснабжения, а также бытовой газовой плите). Сама емкость непосредственно заполняется сжиженным газом от автомобильной цистерны (газовоза) примерно 1–3 раза в год.

Для газоснабжения многоквартирных жилых и общественных зданий в поселениях используют групповые резервуарные установки, их количество составляет не менее двух штук.

Индивидуальные газовые баллонные установки допускается устанавливать как снаружи, так и внутри здания. Размещение баллонов внутри зданий с этажностью более двух этажей не допускается.

При газификации двухэтажных зданий допускается установка баллонов внутри помещений при числе квартир: не более четырех в домах новой застройки; не более восьми в домах существующей застройки.

На Рисунке 2 показано допустимое в помещениях установка баллонов.

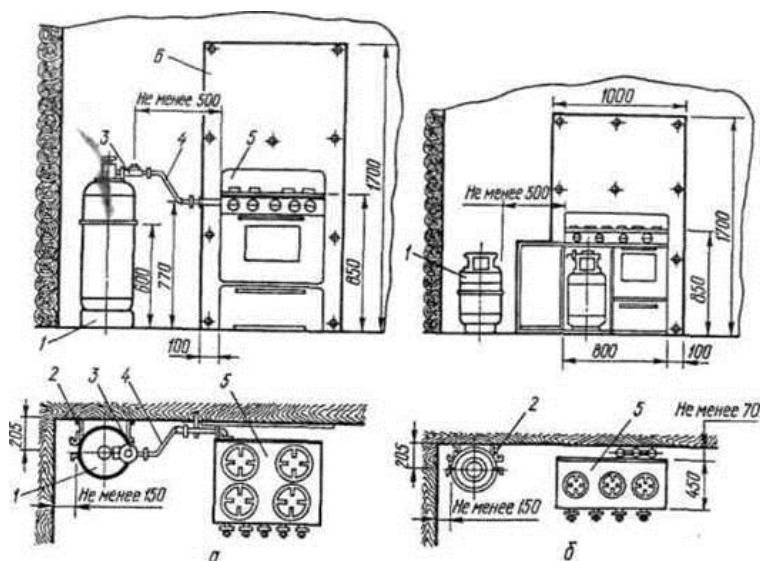


Рис. 2. Схема расположения: одного баллонов (а), двух баллонов (б) 1 — баллон; 2 — крепление баллона; 3 — регулятор давления; 4 — резиноканевый рукав; 5 — газовая плита; 6 — кровельная сталь по асбесту

В статье были рассмотрены варианты подключения жителей к системе газификации с применением сжиженного углеводородного газа. Использование СУГ на внутреннем рынке набирает популярность, что в дальнейшем будущем сможет помочь в росте газификации жилых домов, используя его для отопления и бытового применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газораспределительные системы : СП 62.13330.2011. : Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 : утв. Приказом Минрегиона РФ от 27.12.2010 : ввод. в действие с 01.01.2013. – Москва, 2011. - 70 с. – Текст : непосредственный.

2. Рачевский Б. С. Сжиженные углеводородные газы / Б. С. Рачевский. – Москва : Нефть и газ, 2009. – 639 с. – Текст : непосредственный.

3. Гореченкова А. А. Российский рынок СУГ: бурный 2020-й / А. А. Гореченкова. – Текст : электронный. // Российское газовое общество. – 2018 - № 1 – URL : <https://gazo.ru/upload/iblock/f87/f87cbe562c76b93471a199befe678f77.pdf> (дата обращения: 03.11.2022)

УДК 608.3

СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТОК САМООЧИЩАЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ В РФ

Огурцова Ю. Н., канд. техн. наук, доцент, ogurtsova.y@ya.ru

Литау А. А., бакалавр, alitoff@mail.ru

Кузнецова А. А., бакалавр, nana_ak@bk.ru

Себелева Н. Ю., магистрант, natalya.sebeleva95@gmail.com

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. В настоящее время в строительстве всё больше находят применение инновационные материалы. Это связано с повышенным спросом на продукцию, обладающей рядом свойств, которые не только превосходят физико-химические характеристики традиционных материалов, но и добавляют определенные качества готовому изделию. Так же важной причиной разработки данных материалов является неблагоприятная для строительства экологическая ситуация в мире, вследствие которой необходимо производство более стойкой и долговечной продукции. В данной статье представлен обзор по патентам РФ, которые посвящены фотокаталитическим и самоочищающимся материалам.

Ключевые слова: самоочищающиеся материалы, патент, фотокаталитическая активность.

Очищение поверхности изделия является важным техническим и эстетическим решением проблемы загрязнения. Для этой задачи в ряде экспериментов были использованы полимерные пленки, обеспечивающие гидрофильные или гидрофобные свойства материала [1]. Так были изобретены тефлоновые покрытия, обладающие повышенной гидрофобностью, благодаря которой вода и грязь стекают и не образуют капли.

В патенте RU 2246514 [2] говорится о поверхностях, способных отталкивать воду благодаря углу смачивания свыше 120° . На подложку наносят порошок из глины, талька, каолина или силикагеля, причем гидрофобность дисперсного сырья достигается благодаря органическим соединениям кремния. Вместе с порошком наносятся отверждающиеся смолы или растворы с органическими растворителями. Недостатком данного способа самоочищения являются низкие прочностные характеристики готового изделия, а также отсутствует информация о зернистости или распределении зерен порошка.

В патенте RU 2318781 [3] описаны процесс и свойства очищения формованного изделия из керамики. Такими материалами являются кровельная черепица, кирпич, клинкерный кирпич или керамика для фасадных стен из материала на основе оксидокерамического сырья. Поверхность данной продукции способна очищаться благодаря активной добавке, содержащей диоксид титана (TiO_2) или оксид алюминия (Al_2O_3) в конгломерате с другими оксидами металлов (например, SiO_2).

Суспензию фотокаталитического материала наносят на изделие, образуя защитный слой, после чего происходит отверждение слоя. Благодаря данному фотокаталитическому покрытию отделяются и удаляются бактериальные загрязнения, мхи и плесень за счет окисления органических веществ.

Бетоны являются неотъемлемой частью в строительной отрасли. Для повышения эффективности технологического процесса производства бетонов разрабатывают способы направленного структурообразования композиционных материалов, создание материалов с требуемыми характеристиками и экономией вяжущего.

Нанодисперсные добавки позволяют модифицировать структуру, обладают фотокаталитической способностью, повышают физико-технические характеристики композиционного материала и способствуют деградации поверхностных загрязняющих веществ. Анатаз, являясь полиморфной разновидностью диоксида титана, получил большое применение в строительных материалах благодаря своей фотокаталитической способностью и невысокой стоимостью. Из недостатков данного материала можно отметить низкую скорость фотокатализа, активность только ближнего облучения УФ-светом, а также предрасположенность к скоплению наноразмерных частиц диоксида титана.

Патент RU 2769178 [4] направлен на достижение прочностных, эксплуатационных и фотокаталитических характеристик бетона не только при облучении УФ-светом, но и при взаимодействии с видимым светом. Фотокаталитической добавкой в данном изобретении служит наноразмерный титаносиликатный порошок (TiSi), который является отходом технологического процесса получения щелочного титаносиликатного сорбента. Пластификатором является гексаметафосфат натрия.

Смешанные оксиды диоксида титана и диоксида кремния позволяют материалу обладать фотокаталитическими и бактерицидными свойствами, а также повышенными прочностными и эксплуатационными характеристиками цементного камня.

Титаносиликатный порошок вводят в состав бетонной смеси в количестве 0,11–0,45% по массе. Если содержание наноразмерных частиц будет менее данного диапазона, то не будет нужной эффективности самоочищения бетона и придания ему прочностных качеств. При введении порошка более 0,45% по массе будет наблюдаться увеличение водопотребности, а, вследствие, снижение прочности и качества бетона.

В данной статье была рассмотрена лишь часть патентных разработок РФ. Перспективным направлением в отрасли строительства являются материалы с фотокаталитическими свойствами. Несмотря на высокую стоимость и относительную технологическую сложность изготовления, данная продукция пользуется все большим спросом на мировом рынке благодаря своим инновационным характеристикам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самоочищающиеся материалы : сайт. – URL : <https://extxe.com/14370/samoochishhajushhiesja-materialy> (дата обращения: 26.10.2022). – Текст : электронный.

2. Пат. 2246514 Российская Федерация, МПК C08J 7/06 C09D 5/20. Способ изготовления самоочищающихся поверхностей и изделие с такой поверхностью : № 2001128742/04 : заявл. 18.03.2000 : опубл. 20.02.2005 / Барлотт В., Найнхуис К. ; патентообладатель Барлотт В., Найнхуис К. - Текст : непосредственный.

3. Пат. 2318781 Российская Федерация, МПК B01J 35/10 C04B 41/87. Керамическое формованное изделие с фотокаталитическим покрытием и способ его получения : № 2004138587А : заявл. 28.05.2003 : опубл. 10.03.2008 / Бауер Ф., Гаст Э., Тирауф А. ; патентообладатель Акциенгезелльшафт Э. - Текст : непосредственный.

4. Пат. 2769178 Российская Федерация, МПК C04B 14/06. Бетонная смесь: № 2021130667А : заявл. 20.10.2021 : опубл. 29.03.2022 / Тюкавкина В. В., Цырятьева А. В., Герасимова Л. Г. ; патентообладатель Тюкавкина В. В., Цырятьева А. В., Герасимова Л. Г. - Текст : непосредственный.

УДК 725.4.012

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРОДА МОСКВЫ НА НАЛИЧИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН

Ратченкова М. В., бакалавр, margaret130800@yandex.ru

Калиниченко Е. К., бакалавр, sokratma@mail.ru

г. Москва, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация. В данной статье обращается внимание на ухудшение экологической обстановки в городе вследствие большого количества недействующих промышленных зон. Рассматриваются возможности ревитализации, проводится количественный анализ застроенных территорий, уделяется внимание транспортной и пешеходной доступности. Изучение данной темы актуально для обозначения сильных и слабых сторон про-

мышленных зон на территории Москвы для дальнейшей разработки проекта ревитализации и реорганизации.

Ключевые слова: промышленные объекты, градостроительный анализ, ревитализация.

В городской среде одним из важнейших элементов застройки являются промышленные зоны (далее – ПЗ) и расположенные на их территории объекты. Нередко подобные постройки забрасывают, и они становятся депрессивными пространствами, что не в лучшую сторону влияет на окружающую среду и человека. На сегодняшний день данная тема актуальна не только в градостроительстве и архитектуре, но и в контексте урбанистики. В таком случае ПЗ подлежат ревитализации или другой реорганизации, для этого необходимо произвести исследование сложившейся ситуации.

При проведении работ над объектом необходимо осуществить его градостроительный анализ, который является начальной стадией предпроектного исследования. Он подразумевает под собой подробное изучение территории, которое включает в себя комплекс мероприятий, направленных на выявление установленных ограничений градостроительной деятельности и характеристик рассматриваемой территории, а также раскрытие ее потенциала. В случае реорганизации пространств выбранного объекта градостроительный анализ играет существенную роль в формировании благоприятной среды.

В данной статье авторами представлено обобщенное изучение генерального плана Москвы на наличие ПЗ. Оно включает в себя информацию о расположении предприятий относительно черты города, близлежащей застройки и других предприятий, информацию о транспортной и пешеходной доступности к объекту, а также влияние такой территории на окружающую обстановку и человека.

Целью данного исследования является градостроительный анализ ПЗ, расположенных на генеральном плане города Москвы, как важных элементов городской застройки.

Для достижения поставленной цели авторами были обозначены следующие задачи: определение общего количества ПЗ города Москвы; поиск информации об их расположении; осуществление градостроительного анализа найденных объектов.

На данный момент в общей сложности на всей территории Москвы насчитывается 209 промышленных зон. Такое количество объектов занимают 7800 га, что составляет 16% от территории города (Рис. 1). Их расположение разнообразно. ПЗ сосредоточены в основном на окраине города и образуют так называемый “ржавый пояс” столицы, чего нельзя сказать об отдельно стоящих предприятиях. Они, в свою очередь, разбросаны по всей территории Москвы, и могут находиться как в центральном районе, так и на окраинах.

Говоря о транспортной доступности, чаще всего в непосредственной близости к ПЗ размещены железнодорожные пути и проложена автомобильная дорога. Изначально, при строительстве объекта, это делалось для более удобной поставки и транспортировки необходимых для предприятия грузов. Основываясь на этом, можно сделать вывод, что транспортная доступность к промышленным объектам в пределах Москвы развита достаточно хорошо, что в дальнейшем обеспечит комфортный доступ к территории.

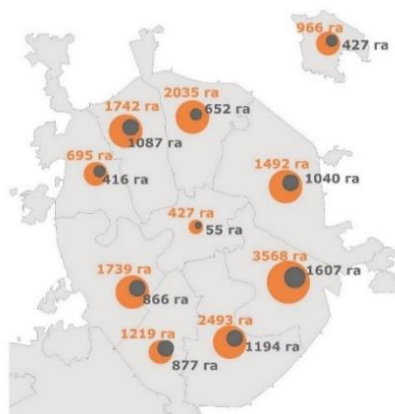


Рис.1. Карта города Москвы

С пешеходной доступностью могут возникнуть проблемы из-за расположения данных территорий в отдаленности от жилых кварталов и пешеходных зон. Более того, для ПЗ изначально отсутствовала необходимость в такой доступности, так как работники предприятий добирались до территорий посредством корпоративных автобусов, и основная поставка грузов осуществлялась через транспорт. При реорганизации территорий необходимо учитывать эту проблему.

При исследовании градостроительной составляющей, также важно обозначить влияние данных объектов на окружающую среду и человека. На сегодняшний день 52% ПЗ составляют не действующие объекты. Этот показатель дает понять, что складывается неблагоприятная обстановка из-за неэффективного использования территорий и их запущенности. Более того, действующие предприятия посредством вредных выбросов в атмосферу напрямую ухудшают экологию района. Помимо этого, заброшенные объекты являются депрессивными пространствами и отрицательно воздействуют на психологическое состояние человека. Таким образом, промышленные территории имеют отрицательное влияние на окружающую среду и человека.

Подводя итоги, следует отметить, что рассматриваемые территории в черте Москвы занимают достаточно большой процент городской среды. При этом, около половины из них находятся в заброшенном состоянии. Транспортная доступность к таким объектам не составляет проблем, чего

нельзя сказать о пешеходной. ПЗ нарушают общую экологию городской среды, а также отрицательно влияют на психологическое состояние человека. Данная проблема нуждается в решении, так как территории ПЗ имеют хороший ресурс для реорганизации и создания современных общественных пространств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкина В. А. Малые архитектурные формы в структуре открытых общественных пространств города / В. А. Курочкина, Е. К. Калиниченко, М. О. Белова. – Текст : электронный // Вестник евразийской науки. — 2021. — № 5. — URL : <https://esj.today/PDF/28NZVN521.pdf>.

2. Цитман Т. О. Реновация промышленной территории в структуре городской среды / Т. О. Цитман, А. В. Богатырева. – Текст : непосредственный // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. - 2015. - №4 (14). - С.29-35.

3. Дрожжин Р. А. Реновация промышленных территорий / Р. А. Дрожжин. – Текст : непосредственный // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. - 2015. - № 1 (11). - С.84-86.

Научный руководитель: Шамарина А.А., ст. преподаватель

УДК 658.512.6

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рудик Д. Т., магистрант, darya.rudik@mail.ru

Чухлатый М. С., канд. техн. наук, доцент, chuchlatjms@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В статье освещаются вопросы по формированию и совершенствованию системы управления проектами в области строительства нефтегазодобывающих объектов. представлена классификация основных рисков, встречающихся при управлении проектами в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: управление проектами, управление рисками, реализация проектов, строительство, нефтегазовая отрасль.

Все работающие в современном мире нефтегазодобывающие компании находятся в конкурентной среде, и каждая стремится улучшить свои качественные показатели. Навык применения руководителями новых

«ключей» к порядку работы компании является залогом успеха и способностью «оставаться на плаву» в условиях регрессии рынка. [1, ст.2.]

На международном уровне стандартов управление проектами можно рассмотреть с трех сторон.

Первая – техническая, она освещает правильно выстроенную логистику компании и актуальность технического оснащения, ведь все это «идет в ногу» с управлением и контролем работы по проектам.

Вторая – стратегическая. Её суть заключается в том, чтобы стремиться в работе к целям и задачам, поставленным топ-менеджерами компании. Направить и тем самым преумножить – вот главная задача данного аспекта.

Третья сторона – институциональная. Управление проектами с данной точки зрения можно охарактеризовать как следование дисциплине с опорой на внешние влияющие факторы.

Проектная деятельность компании – это сложный и творческий процесс, поделенный на несколько этапов: инициация, планирование, реализация и завершение.

Первый этап (инициация) дает определение и вектор для проекта – цели, задачи, полученные результаты.

Второй этап (планирование) структурирует и разбирает «скелет» проекта, в него входят упорядоченность расписания, планирование бюджетных средств, утверждение состава рабочих, основные закупки и так далее.

На третьем этапе (реализация) проект воплощается в жизнь под контролем компетентных специалистов.

Финальный этап (завершение) осуществляет подготовку всех отчетной документации и анализ проделанной работы.

Лидер команды должен четко осознавать цель, к которой команда придет на четвертом этапе. Это воплощается в жизнь с помощью стратегического, тактического и оперативного планирования.

Положительной динамики роста и показателей можно добиться с помощью достаточной базы знаний в области, разрабатываемого продукта и понимания основных аспектов этапов планирования и прогнозирования. Ключевым навыком является умение правильно распределить бюджет проекта в соответствии с графиком реализации [2. ст.3].

Взаимосвязь основных этапов проекта, работы группы и областей влияния отдельных участников представлена на рисунке 1.

Для нефтегазодобывающих предприятий отдельно в 2003 году был создан стандарт ISO/TS 29001, который учитывает все тонкости стандарта СМК и является олицетворением системы, которая может контролировать высокий уровень организации системы менеджмента компаний, связанных непосредственно с нефтегазодобывающей отраслью.

Успешность работы компании связаны с налаженной системой контроля риска [3, ст.2.]. В нефтегазодобывающей отрасли почти все проекты имеют серьезный масштаб и продолжительность, они требуют большое

количество ресурсов: финансовых, временных, трудовых. Основные риски, требуемые контроля в данной области:

- связанные с юридическими несоответствиями;
- финансово-экономические;
- риски, касающиеся стратегии работы, как внутри компании, так и влияние внешних факторов;
- операционные риски, связанные с производственным циклом.

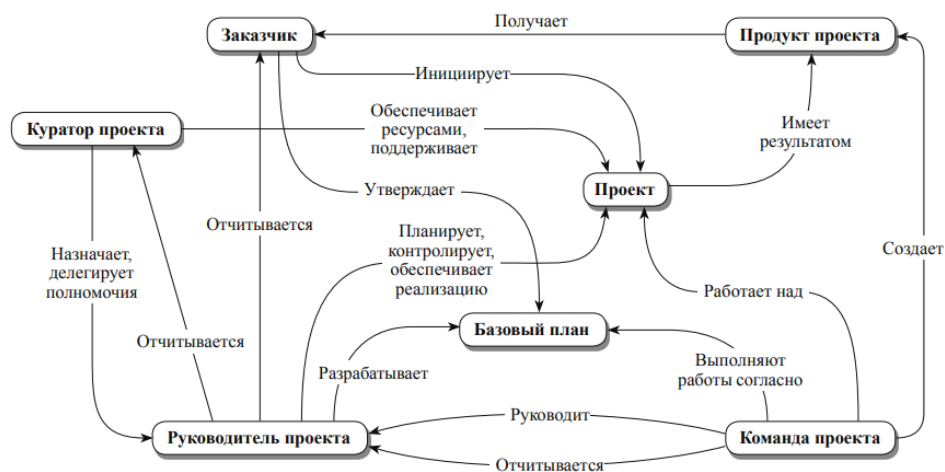


Рис. 1. Взаимосвязь и основные понятия проектного менеджмента

Успех проекта заключается в слаженной работе команды и грамотном руководителе, который умеет оценить все риски, которые могут возникнуть на пути успешной реализации. Правильно разработанный план и стратегия, хороший контроль за всеми сферами внутри создаваемого продукта, грамотная коммуникация между участниками и структурируемый анализ сигналов отклонения от нормы, либо наоборот правильного выполнения плана и выход в положительную его динамику влечет за собой положительный финал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ручкин А. В. Управление проектами : Основные определения и подходы / А. В. Ручкин, О. М. Трофимова. – Текст: непосредственный // Вопросы управления. - 2017. - № 3(46) – С. 121-128.

2. Айроян З. А. Управление проектами нефтегазового комплекса на основе технологий информационного моделирования (BIM-Технологий) / З. А. Айроян, А. Н. Коркишко. – Текст : непосредственный // Инженерный вестник Дона. – 2016. – Том 43, № 4 (43). – С. 151.

3. Силичев М. А. Классификация рисков и их особенности в проектах нефтегазовых компаний / М. А. Силичев. – Текст: непосредственный // Московский экономический журнал. - 2020. - № 1 – С. 51.

СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА И КАМНЯ В ПРИСУТСТВИИ ГЛУТАРОВОГО АЛЬДЕГИДА

Рыкунова М. Д., аспирант, tumashova93@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Аннотация. Опыт эксплуатации животноводческих ферм показывает, что периодическая санация не позволяет предотвратить биологическую коррозию строительных конструкций. В работе исследована возможность использования глутарового альдегида как биоцида для объемного введения при производстве биостойких бетонов с целью пролонгации долговечности материала. Для проведения исследований был использован водный раствор глутарового альдегида с концентрацией активного вещества 0,5 и 1 %, который вводился в портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н в качестве воды затворения. Отмечено осаждение добавки на поверхности частиц, что приводит к большему отделению воды, что обеспечивает увеличение свободной жидкости в системе и падению начальной вязкости. Варьирование состава приводит к изменению прочности: при использовании 0,5 %-ного раствора альдегида прочность увеличивается на 6,5 %, а 1 %-ного – уменьшается на 6,7 %. На основании полученных результатов можно сделать вывод о несущественном влиянии глутарового альдегида на характеристики теста и камня в количестве 0,5 %, что позволяет получать биостойкие бетоны на его основе.

Ключевые слова: цемент, глутаровый альдегид, биоцид, биостойкость.

К числу наиболее опасных воздействий на строительные материалы относится биологическая коррозия, связанная с продуктами жизнедеятельности микроорганизмов [1, 2]. На сегодняшний день самый распространенный и доступный метод для борьбы с развитием микробиоценоза на поверхностном уровне – это применение специальных комплексно-активных соединений: биоцидов (фунгицидов, альгицидов, бактерицидов и др.) [3, 4]. В качестве сырьевых компонентов в работе в качестве биоцидной добавки использовали глутаровый альдегид; в качестве вяжущих –портландцемент марки ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2016 производства ЗАО «Белгородский цемент» (г. Белгород, Белгородская область, РФ). В качестве биоцида был выбран глутаровый альдегид (ГА) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ – водорастворимая маслянистая жидкость, содержащая две альдегидные группы, используемая в качестве дезинфицирующего и бактерицидного средства.

В работе выбрано использование водного раствора альдегида с концентрацией активного вещества 0,5 и 1 %, который вводился в систему в качестве воды затворения. При перерасчете реальной концентрации ГА к цементу, она составит 0,2 и 0,4 % соответственно, что практически входит в диапазон оптимальных дозировок для дезинфекции конструкций. Для оценки степени воздействия ГА на свойства вяжущих были изучены следующие физико-химические и физико-механические характеристики цемент-

ного теста и камня: водоотделение, реологические параметры, кинетика набора прочности цементного камня.

Согласно полученным данным, использование раствора глутарового альдегида в концентрации 0,5 % приводит к снижению водоотделения цементного теста практически в два раза см. Табл. 1. При этом увеличение дозировки существенно не меняет характер водоотделения.

Таблица 1

Коэффициент водоотделения портландцемента с глутаровым альдегидом

Контроль	Глутаровый альдегид	
	0,5 %	1 %
5,44	3,11	5,83

Вероятным объяснением обозначенного может служить некоторая диспергация твердой фазы в виде частиц цемента по объему дисперсионной среды в виде воды ввиду осаждения альдегида на поверхности твердых частиц. Снижение эффекта при большей дозировке альдегида может быть связано с его переизбытком в системе, обуславливающим смещение концентрационных порогов седиментационной стабильности дисперсных систем.

Анализ реологических кривых цементного теста позволяет сделать вывод, что глутаровый альдегид не влияет на характер течения теста, однако, выступает разжижителем: использование раствора с концентрацией 0,5 % глутарового альдегида снижает начальную вязкость системы на 25 %, увеличение концентрации до 1 % приводит к падению начальной вязкости практически в 20 раз см. Рис. 1.

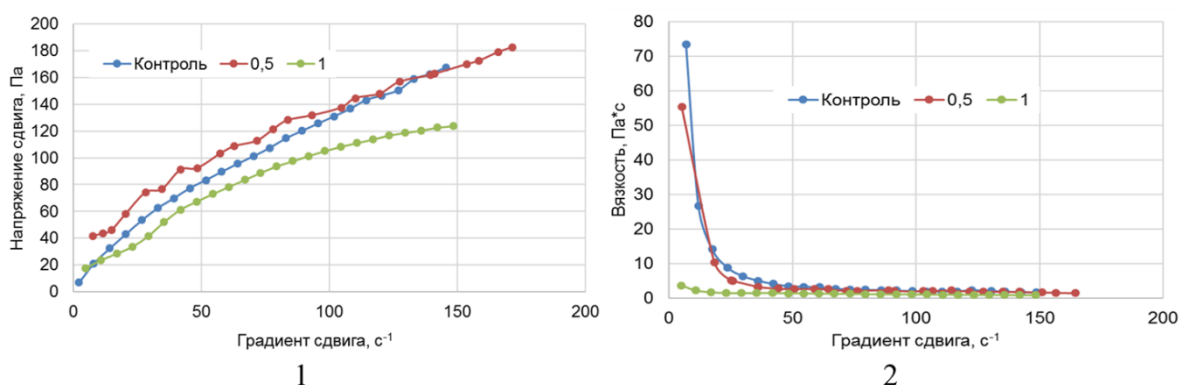


Рис. 1. Реологические параметры портландцементного теста в зависимости от концентрации глутарового альдегида: 1 - напряжение сдвига; 2 - эффективная вязкость

Анализируя зависимости предела прочности при сжатии от состава цементного камня, можно сделать вывод о существенном влиянии глутарового альдегида на процессы его структурообразования при твердении см. Рис. 2. Так, в случае цемента без добавок происходит плавное нарастание прочности с 1 до 90 суток включительно. Использование раствора альдегида малой концентрации (0,5 %) приводит к существенному росту прочности системы на 14 сутки. Объяснением указанного факта может стать интенсификация процессов карбонизации новообразованного вещества в присутствии альдегида.

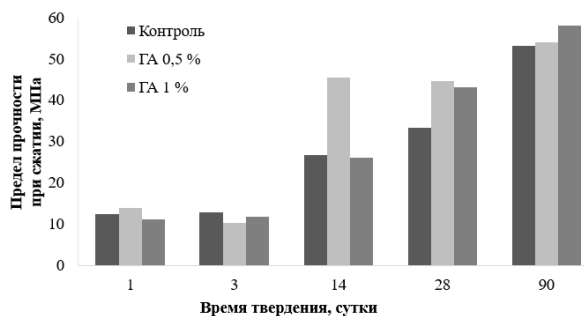


Рис. 2. Кинетика набора прочности на сжатие цементного камня в зависимости от концентрации глутарового альдегида

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод о несущественном влиянии активного компонента на характеристики теста и камня с ее использованием. В этой связи использование глутарового альдегида как чистого вещества без дополнительных компонентов позволит получать биостойкие материалы без потери эксплуатационных характеристик готовых изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устойчивость вяжущих систем различного состава к действию плесневых грибов / В. В. Строкова, В. В. Нелюбова, М. Н. Сивальнева [и др.]. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2020. – № 11. – С. 41–46
2. Влияние старения вяжущих на их биологическую стойкость / В. Т. Ерофеев, А. Д. Богатов, С. Н. Богатова, В. Ф. Смирнова В. Ф. – Текст : непосредственный // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2010. – № 2 (14). – С. 213–217
3. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина : монография / П. Г. Комохов, В. Т. Ерофеев, Г. Е. Афиногенов [и др.]. – Санкт-Петербург : Наука, 2010. – 192 с. – Текст : непосредственный.

4. Строкова В. В. Стабилизация наноразмерных частиц серебра для условий работы в составе водно-дисперсионных лакокрасочных материалов / В. В. Строкова, П. С. Баскаков, К. П. Мальцева. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 4. – С. 84–88.

УДК 691.327.333

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОБЕТОННЫХ БЛОКОВ НА ОСНОВЕ БЕСЦЕМЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО

Сивальнева М. Н., канд. техн. наук, доцент, 549041@mail.ru

Урманова Х. В., магистрант, urmanova0103@gmail.com

Калатози Г. М., магистрант, vrvp-1994@mail.ru

Сивальнев К. С., магистрант, sivalnev31@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Альтернативным видом ячеистых материалов является пенобетон на основе бесцементного экологически чистого наноструктурированного вяжущего (НВ). В рамках данной работы рассмотрены основные технологические переделы получения пенобетона на основе НВ в условиях опытно-промышленного производства и способ усовершенствования и модернизации технологии. Предложена установка для опрыскивания блоков, что позволяет сократить расход упрочняющего раствора и продолжительность сушки, повысить производительность.

Ключевые слова: пенобетон, технология, модернизация, установка.

В связи с возрастающими потребностями строительной отрасли в эффективных материалах, обладающих высокими эксплуатационными и теплоизолирующими характеристиками, особую актуальность приобретают ячеистые композиты. Для повышения их экологической безопасности предложено применение бесцементного наноструктурированного вяжущего (НВ) на основе природных силикатных и алюмосиликатных пород, способных частично или полностью заменить в формовочных системах цемент в максимально широком диапазоне классов строительных материалов. Технология его получения, характеристики и область применения представлены в более ранних работах [1–4].

На базе БГТУ им. В.Г. Шухова в Опытном-промышленном цехе наноструктурированных композиционных материалов проводилась апробация технологии производства НВ и неавтоклавного пенобетона на его основе.

Основные этапы получения: подготовка сырья; дозирование; получение НВ (мокрый помол сырья, модификация вяжущего); получение пены; получение пенобетонной смеси; заливка пенобетонной смеси в формы; сушка; упрочнение методом УХАКС; сушка; складирование.

В технологию получения пенобетона входит этап упрочнения, заключающийся в обработке изделий раствором жидкого натриевого стекла. В зависимости от состава композита данная операция по упрочнению осуществлялась путем погружения полуфабриката, находящегося на сетчатом транспортере, в ванну с раствором [4]. Несмотря на достижение положительных результатов в отношении повышения прочностных характеристик изделий, указанный способ имеет недостатки: перерасход жидкого стекла; увеличение веса готовых изделий; увеличение продолжительности тепловой обработки после упрочнения. Следовательно, упрочнение способом погружения и выдержки является неэффективным.

В связи с этим рассматривался второй способ упрочнения в виде орошения [4]. В целях модернизации технологии производства пенобетона на основе НВ, в частности этапа упрочнения, в работе предлагается разработать установку для опрыскивания блоков. Для реализации данной идеи с учетом динамической вязкости жидкого стекла (71,5 мПа·с) были подобраны форсунки высокого давления серии ST4235+ST226, радиус распыления которых составляет 25–30 см при расстоянии до объекта 38 см. Размещение форсунок следует осуществлять так, чтобы все блоки попадали под радиус распыления. Крепёж форсунок следует производить в отдельное гнездо металлической конструкции – рамы (рис. 1).



Рис. 1. Модель установки для опрыскивания блоков

В данных условиях загрузка-выгрузка блоков будет осуществляться с помощью ручного погрузчика, который устанавливается на направляю-

щие и производит загрузку-выгрузку поддонов. Паллет с блоками при загрузке в установку помещается на вращающийся диск, что позволяет полностью покрыть верхнюю и боковые грани блоков. Для опрыскивания нижней стороны необходимо осуществлять переворот/наклон блока, для этого может использоваться конвейерный манипулятор.

Следует отметить, что попадание частиц жидкого стекла через дыхательные пути человека может вызвать раздражение слизистых оболочек. Поэтому модернизация технологии упрочнения изделий предполагает использование вытяжки на установке для отведения вредных веществ из рабочей зоны.

С учетом технического оснащения Опытно-промышленного цеха и рационального использования имеющихся ресурсов требуется организация стадии приготовления и подачи водного раствора жидкого стекла. Приготовление раствора следует производить в следующей последовательности: жидкое стекло из емкости подается в объемный дозатор, из которого поступает в мешалку для однородного смешения компонентов, затем под давлением подается в установку опрыскивания. Для получения аэрозоля в модернизированной установке необходимо подключение к системе компрессора.

Следует отметить, что в масштабах промышленного производства блоков с высокой производительностью целесообразно максимально сократить долю ручного труда. Для этого требуется применение конвейерной линии и переустройство камеры сквозного действия.

Таким образом, введение предложенной опрыскивающей установки имеет преимущества: с экономической стороны – снижение расхода жидкого стекла и сокращение продолжительности сушки; со стороны охраны труда – снижение риска появления хронических заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Череватова А. В. Минеральные наноструктурированные вяжущие. Природа, технология и перспективы применения : монография / А. В. Череватова, В. В. Строкова, И. В. Жерновский. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 161 с. – Текст: непосредственный.

2. Сивальнева М. Н. Эволюция бесцементных наноструктурированных вяжущих различной топогенетической принадлежности / М. Н. Сивальнева, В. В. Нелюбова, В. А. Кобзев. – Текст: непосредственный // Строительство и техногенная безопасность. - 2019. - № 14 (66). - С. 73–83.

3. Оценка эффективности применения наноструктурированного вяжущего при получении легковесных ячеистых композитов / В. В. Строкова, А. В. Череватова, Н. В. Павленко [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. - 2011. - № 4. - С. 48–51.

4. Пат. 2412136С1 РФ, МПК С04В 38/10 С04В 40/00 В82В 1/00. Смесь для пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего (вари-

анты), способ изготовления изделий из пенобетона (варианты): № 2009134917/03: заявл. 21.09.2009: опубл. 21.09.2011 / Лесовик В. С., Строкова В. В., Череватова А. В., Павленко Н. В.; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» (БГТУ им. В. Г. Шухова). - Текст: непосредственный.

УДК 691.335

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ТОКОПРОВОДЯЩИХ БЕТОНОВ ДЛЯ АЭРОДРОМОВ

Синицын А. А., аспирант, gotocs@yandex.ru

Загороднюк Л. Х., канд. техн. наук, профессор, lhz47@mail.ru

Подгорный Д. С., магистрант, dan_podgor@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Данная статья включает зарубежный опыт решения проблемы с оледенением взлетных асфальтированных площадок для аэропортов. Исходя из затрат, ежегодно направленных на устранение последствий, был опробован метод, отличающийся от химического и физического удаления наледи – с помощью особого состава бетонной смеси. Разработки с использованием углеродных добавок позволяет повысить токопроводящие свойства бетона. Это препятствует оледенению асфальтированной поверхности. Применение данной технологии в отечественном строительстве аэродромов, может значительно упростить уход за взлётными площадками как при гражданском, так и военном использовании.

Ключевые слова: бетон, токопроводящий, аэродром, углеродное волокно.

Состояние поверхности асфальтированных площадок во время суровых зимних погодных условий играет решающую роль в работе аэропортов. Плохие погодные условия являются причиной около 29% от общего числа авиационных происшествий, большинство из которых происходят во время взлета и посадки [1]. Накопление льда/снега на асфальтированных поверхностях взлетно-посадочных полос, перронов и рулежных дорожек ежегодно приводит к тысячам отмен или задержек рейсов [2]. Поэтому авиакомпании и аэропорты тратят миллионы долларов на удаление льда и снега с тротуара аэропорта. Традиционные методы удаления льда/снега включают использование противогололедных химикатов и механическое удаление, которые связаны с задержками рейсов, большим количеством рабочей силы, сложной техникой, вредными для окружающей среды химическими веществами и повреждением дорожного покрытия. Кроме того,

обычные методы противогололедной обработки не показали эффективности в экстремальных погодных условиях. Затрудняется обслуживание аэродромных взлетно-посадочных полос при морозных погодных условиях. Эффективный температурный диапазон для большинства противогололедных химикатов, таких как хлорид натрия, ацетат магния кальция и мочевины не опускаются ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$; только антиобледенители на основе хлорида кальция, которые вызывают риск попадания хлорида на бетонные покрытия, эффективны ниже $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2].

Недостатки и недочеты существующих методов удаления льда и снега подтолкнули исследователей к поиску новых методов. Такие факторы, как географическое положение, условия окружающей среды, доступность материалов и технические характеристики конструкции, влияют на выбор метода противогололедной обработки, поэтому единого решения для замены существующих методов не существует.

В исследованиях [2] сообщается о процедурах подготовки проекта смеси, производства, размещения и оценки эксплуатационных характеристик первой токопроводящей бетонной (*ECON* - *electrically conductive concrete*) системы подогрева дорожного покрытия (*HPS* - *heated-pavement systems*), внедренной в аэропорту США. В то время как *ECON* привлек значительное внимание в качестве материала для мощения многофункциональных покрытий, включая *HPS*, большинство применений и исследований *ECON HPS* были ограничены лабораторными масштабами или включали материалы / методы, которые не соответствуют правилам, применяемым в практике строительства аэродромов. Армированный углеродным волокном *ECON* представляет собой многообещающую перспективу для применения на аэродромных покрытиях.

Для этой цели было предложено и опробовано множество альтернативных методов; среди них водоотталкивающие покрытия, подогреваемые тротуары со встроенными резистивными нагревательными элементами, системы гидрофобного покрытия с подогревом и самонагревающийся электропроводящий бетон (*ECON*) [2]. Системы подогрева дорожного покрытия (*HPS*) сочетают в себе две основные стратегии защиты от обледенения и противогололедных явлений для борьбы со снегом и льдом на поверхностях дорожного покрытия. *HPS* на основе *ECON* зарекомендовала себя как эффективный подход во многих местах [2]. Основными составляющими *ECON* являются цемент, заполнители, вода, электропроводящие добавки и, возможно, примеси, однако основным источником электропроводности является углеродное волокно, которое создает непрерывный путь для электропроводности [2]. Углеродные волокна могут быть использованы в качестве добавок в небольших объемных и весовых дозировках [2]. Предыдущие исследования показали способность углеродного волокна придавать цементирующим композитам электропроводность при одновременном улучшении свойств бетона, таких как долговечность при замора-

живании-оттаивании, прочность на сжатие, прочность на растяжение, усталостное растрескивание, потенциал растрескивания при усадке и восприимчивость к растрескиванию при расширении [2]. В то время как углеродное волокно показало свою эффективность в качестве токопроводящей добавки в малых объемных дозировках 0,4-1%, оптимальная углеродная дозировка волокон в электропроводном цементирующем композите определяется множеством факторов, наиболее важными из которых являются так называемое явление просачивания, требования к обрабатываемости бетона и экономические соображения.

Формирование непрерывной сетки внутри цементирующего композита материалами углеродного волокна называется явлением перколяции, а объемное содержание добавки, обеспечивающее перколяцию, называется порогом перколяции [3]. В отношении просачивающегося поведения, эффективная дозировка углеродного волокна для получения электропроводящих цементирующих композитов составляет от 0,5% до 1% от объема, который зависит от типа композита (паста, строительный раствор или бетон), соотношения сторон волокон и длины волокон [2]. В коротких углеродных волокнах (представленных примерно номинальным диаметром 7-15 мкм и длиной 1-10 мм) увеличение длины волокна снижает порог просачивания [2], но увеличение длины волокна приводит к затруднению диспергирования волокна и потере обрабатываемости бетона [2]. Чрезмерное содержание углеродного волокна снижает обрабатываемость смеси и, поскольку углеродное волокно является самым дорогим компонентом *ECON*, экономически не оправдано. Таким образом, дозировка углеродного волокна должна поддерживаться вблизи порога просачивания, чтобы была достигнута достаточная электропроводность с минимальным негативным воздействием на обрабатываемость и стоимость.

Приведенный опыт применения технологии за рубежом, может пригодиться в нашей стране, особенно в северных широтах, где зимний период времени длится около 6 месяцев в году. Вариантов использования данного состава токопроводящего бетона много, как в гражданском строительстве аэропортов, так и военном. Способность облегчить уход за наружными поверхностями инфраструктуры аэропортов позволит снизить процент авиакатастроф и снизить затраты на поддержание рабочего состояния взлетных полос в зимний период времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Benedetto A. A decision support system for the safety of airport runways: the case of heavy rainstorms, Transportation Research Part A: Policy and Practice / A. Benedetto. – Text : electronic // Sciences of Civil Engineering. – 2002. – URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856401000295?via%3Dihub> (date of the application 10.11.2022).

2. Sassan A. Development of Carbon Fiber-modified Electrically Conductive Concrete for Implementation in Des Moines International Airport /A. Sassan. – URL : <https://www.sciencegate.app/document/10.1016/j.cscm.2018.02.003> (date of the application 10.11.2022). - Text : electronic.

3. Шевченко В. Г. Основы физики полимерных композитных материалов : учебное пособие для студентов по специальности «Композиционные наноматериалы» / В. Г. Шевченко. – URL : http://nano.msu.ru/files/master/I/materials/mechanical_properties.pdf (дата обращения 10.11.2022). – Текст : электронный.

УДК 691

ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩЕГО И СТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

Суровцев И. А., аспирант, v-surovtsev22@mail.ru

Солонина В. А., канд. техн. наук, доцент, soloninava@tyuiu.ru

Бочкарева О. С., ассистент, bochkarevaos@tyuiu.ru

Филипенко П. В., зав. лабораторией, filipenkopv@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. За последнее десятилетие произошло существенное развитие аддитивных технологий в строительстве. Основным строительным материалом в данной технологии являются мелкозернистые бетонные смеси. В данной работе исследовано влияние добавок пластифицирующего и стабилизирующего типа действия на свойства мелкозернистой бетонной смеси и бетона для 3D строительной печати. Седиментационные явления, свойственные мелкозернистым бетонам возможно устранить с помощью совместного применения модификатора вязкости и пластифицирующей добавки с обеспечением достаточной подвижности смеси и прочностных характеристик бетона.

Ключевые слова: 3D-печать в строительстве, мелкозернистый бетон, пластификатор, стабилизирующая добавка, физико-механические характеристики.

На сегодняшний день большое внимание в строительной отрасли получили аддитивные технологии [1-3]. Активное развитие данного направления включает разработку и внедрение новых конструкций 3D принтера, конфигураций сопла и др., кроме того, оптимизируются процессы автоматизации и контроля качества готовой продукции [3]. В свою очередь область применяемых в печати строительных смесей требует проведения дополнительных исследований и более активного развития и внедрения рецептурного разнообразия композитов с требуемыми именно для печати ха-

рактическими характеристиками и свойствами. В настоящее время широкое применение находят составы мелкозернистых бетонных смесей. Данные смеси характеризуются отсутствием крупного заполнителя, а требования к мелкому заполнителю ниже в сравнении с традиционными бетонами, где применение мелких, очень мелких и тонких песков не допускается [1, 4-5]. Кроме того, мелкозернистые бетонные смеси невозможно применять без модифицирующих добавок различного принципа действия. Однако, применение пластифицирующих добавок зачастую сопровождается признаками водоотделения и расслаиваемости, что в свою очередь неизбежно нарушает однородность смеси и приводит к снижению прочностных характеристик затвердевшего камня. Основная концепция мелкозернистых бетонов для аддитивных технологий требует применения в составе смеси модификаторов вязкости и иных химических добавок, направленных на обеспечение формирования однородной структуры бетона в ранние сроки твердения. Кроме того, мелкозернистая бетонная смесь требует оптимизации гранулометрического состава частиц сырьевых компонентов с обеспечением их равномерного распределения [6].

В данной работе оценивается эффективность применения модификатора вязкости (СТ) Centrament VMA 2, в составе системы мелкозернистой бетонной смеси (МБС), где в качестве суперпластификатора (СП) применена добавка Sika ViscoCrete 5-600. Молекулы пластифицирующей добавки адсорбируются на поверхности цементных частиц, обеспечивая образование моно- или бимолекулярных слоёв, снижающих энергию сцепления частиц цемента. В тоже время механизм действия стабилизатора позволяет обеспечивать рост коагуляционных пространственных структур за счет увеличения свободной поверхностной энергии частиц цемента. Действуя совместно с пластификатором модификатор вязкости препятствует отделению свободной воды из бетонной смеси, а также стабилизирует её однородность.

Минеральная часть сырьевых компонентов, представленная портландцементом (ПЦ), кварцевым песком (П), микрокремнезёмом (МК) и золой уноса (З) имеет следующее распределение размеров частиц см. Рис. 1.

Исследуемые составы мелкозернистой бетонной смеси см. Табл. 1.

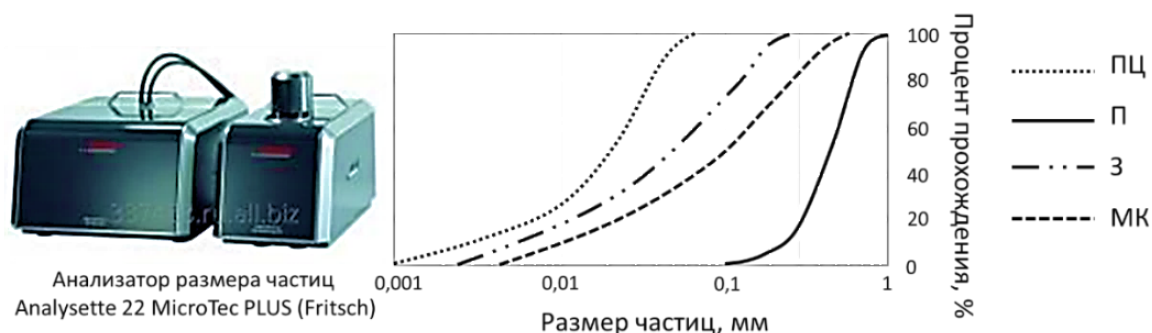


Рис. 1. Кривые распределения размеров частиц сырьевых компонентов

Таблица 1

Расход сырьевых компонентов МБС, кг/м³

Сырьевые компоненты		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Портландцемент ЦЕМ II/В-III 32,5Н	ПЦ	780	780	780	780	780	780
Песок кварцевый	П	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Зола унос	З	390	390	390	390	390	390
Микрокремнезем	МК	130	130	130	130	130	130
Sika ViscoCrete 5-600	СП	0,6%	0,6%	0,6%	1,0%	1,0%	1,0%
Centrament VMA 2	СТ	-	0,2%	0,4%	-	0,2%	0,4%
Основные соотношения компонентов							
Водовязущее отношение	В/В	0,35	0,35	0,35	0,31	0,31	0,31
Водоцементное отношение	В/Ц	0,58	0,58	0,58	0,51	0,51	0,51
Песок к вяжущему	П/В	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Песок к цементу	П/Ц	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67

Реологические свойства составов мелкозернистых бетонных смесей определялись по следующей методике: кольцо прибора Вика устанавливали на ручной встряхивающий столик и заполняли смесью в два приема с послойным штыкованием. Полученный конус подвергался 15 ударам, после чего измеряли диаметр расплыва смеси (см. Табл. 2).

Таблица 2

Оценка реологических характеристик МБС

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Дозировка СП, % от расхода цемента	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0
Дозировка СТ, % от расхода цемента	-	0,2	0,4	-	0,2	0,4
Влияние добавок СП и СТ на						
диаметр расплыва конуса, мм	171,0	156,0	139,0	230,0	212,0	199,0
признаки водоотделения и расслоения	да	нет	нет	да	нет	нет

Анализируя результаты измерения реологических характеристик, можно сделать вывод, что мелкозернистые бетонные смеси с пластифицирующей добавкой в количестве 0,6% и 1,0% имеют схожие тенденции к снижению подвижности с увеличением количества стабилизирующей добавки от 0,2% до 0,4%. Так на рис. 2 представлено графическое изображение эффекта стабилизирующей добавки Centrament VMA 2. Согласно данному графику наиболее эффективным в данном случае является процент добавки равный 0,4%.

Физико-механические характеристики исследуемых составов были изучены на образцах-балочках размером 4,0х4,0х16,0 см. Хранение образцов осуществлялось в камере нормального твердения в течение первых суток, а затем в воде до момента проведения испытаний. Прочностные пока-

затели оценивались в возрасте 7 и 28 сут. твердения, результаты испытаний представлены на Рис. 3.

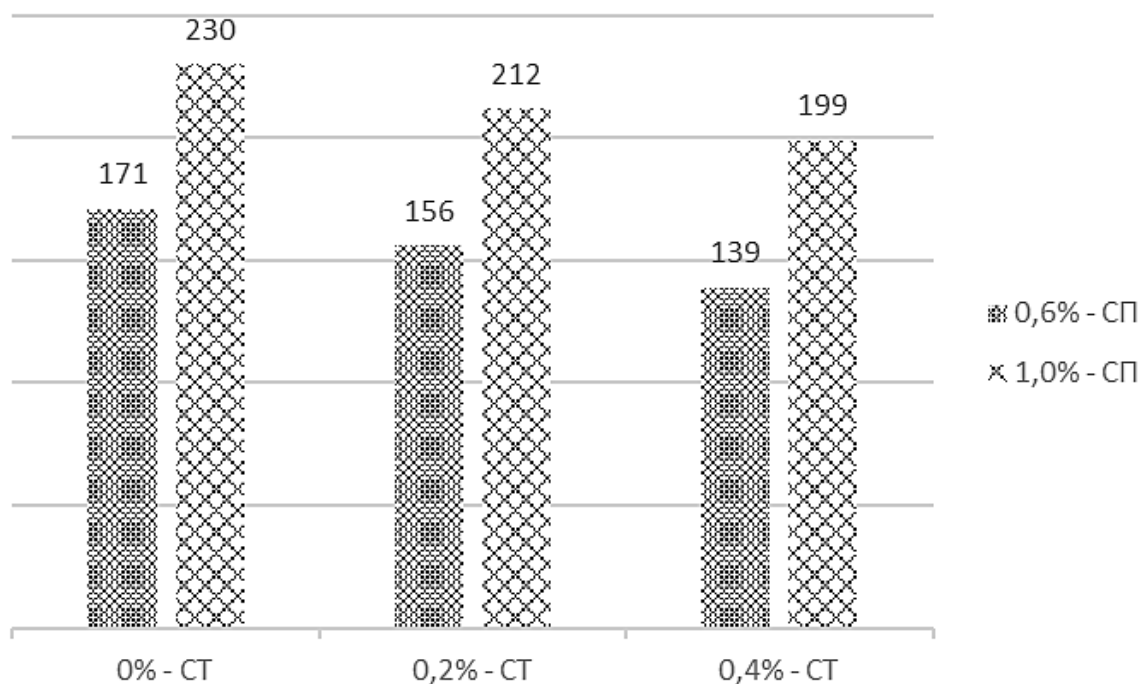


Рис. 2. Графическая оценка реологических характеристик МБС

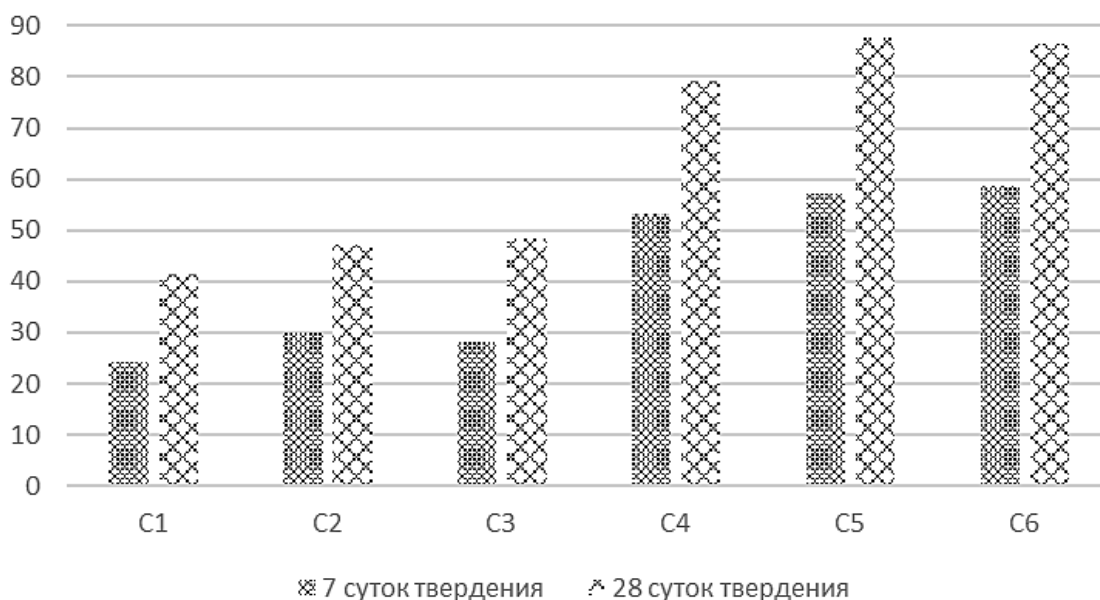


Рис. 3. Физико-механические характеристики мелкозернистого бетона

При сравнении полученных реологических результатов по показателям распыла смеси, а также отсутствию признаков расслоения

МБС и физико-механических прочностных параметров бетона было выявлено, что оптимальным является состав мелкозернистого бетона с 1,0% добавки Sika ViscoCrete 5-600 и 0,2% стабилизирующей добавки Centrament VMA 2 от расхода цемента.

Кроме того, можем отметить, что при увеличении дозировки стабилизирующей добавки эффект от её воздействия проявлялся в разы интенсивнее, однако с увеличением времени перемешивания наблюдается потеря вязкости составов, что возможно объяснить снижением эффективности модификатора вязкости вследствие разрушения формирующихся структур. Данный факт требует проведения дополнительных испытаний по определении зависимости изменения эффективности стабилизатора на вязкость системы во времени. Данная особенность может сыграть негативную роль при длительном перемешивании и перекачивании смеси в процессе 3D строительной печати.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю. М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. - Москва : Ассоциация строительных вузов, 2006. - 368 с. – Текст : непосредственный.

2. Иноземцев А. С. Анализ существующих технологических решений в 3D-печати в строительстве / А. С. Иноземцев, Е. В. Королев, Т. К. Зыонг. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2018. – № 17 (7). – С. 863–876.

3. Review of printing strategies, sustainable cementitious materials and characterization methods in the context of extrusion-based 3D concrete printing / Y. Chen, S. He, Y. Gan [et al.]. – Direct text // Journal of Building Engineering. – 2022. – V. 45. – Article №103599.

4. Иващенко Ю. Г. Оценка влияния минеральных добавок природного и техногенного происхождения на кинетику формирования прочности мелкозернистого бетона / Ю. Г. Иващенко. – Текст : непосредственный // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 4, № 3. – С. 25–29.

5. Ильина Л. В. Влияние дисперсных минеральных добавок на прочность мелкозернистого бетона / Л. В. Ильина, С. В. Хакимуллина, Д. А. Кадоркин. – Текст : непосредственный // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Москва, 2016. – С. 31–35.

6. Рауткин А. В. Выбор химических модификаторов для обеспечения растекаемости самоуплотняющихся бетонных смесей / А. В. Рауткин, Л. И. Касторных. – Текст : электронный // Молодой исследователь Дона. – № 4 (7). – URL : http://mid-journal.ru/upload/iblock/5a8/20-rautkin-118_126.pdf (дата обращения: 16.11.2022).

ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДОВОГО ПРОСТРАНСТВА УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ С УЧЕТОМ АКУСТИКИ

Тарасенко В. Н., канд. техн. наук, доцент, tarasenko.vn@bstu.ru
г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Аннотация. Формирование средового пространства учебной аудитории заключается в создании комфортной среды, позволяющей максимально полно осуществлять обучающую функцию. При выполнении учебных занятий следует ориентироваться не только на функции конкретной аудитории, но и учитывать конфигурацию, элементы интерьера, различные варианты расстановки мебели и оборудования, возможности пребывания маломобильных групп учащихся.

Ключевые слова: комфортность пребывания, звукопоглощение, акустическое благоустройство, дизайн, реверберация, коэффициент звукопоглощения, диффузность звукового поля.

В Высших учебных заведениях технического профиля лабораторный фонд составляет до 30% аудиторного. Это связано с практикоориентированными дисциплинами, позволяющими освоить навыки и знания в том числе и в области строительного материаловедения и строительства в целом. Акустическое благоустройство таких лабораторий позволяет нивелировать отрицательное воздействие от вибрации шумов от машин и механизмов, используемых в лабораторной базе.

Как правило, проекты специализированных лабораторий не предусматривают требования по акустическому благоустройству [1 – 7]. Акустическое благоустройство лаборатории может быть обеспечено:

- рациональным объемно-планировочным решением помещения (объем, соотношение линейных размеров);
- применением звукопоглощающих материалов и конструкций;
- применением звукоотражающих и звукорассеивающих конструкций;
- применением ограждающих конструкций, обеспечивающих требуемую звукоизоляцию от внутренних и внешних источников шума;
- применением глушителей шума в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха [8, 9].

Для исследования была выбрана типовая лаборатория строительного материаловедения, используемая в учебном процессе. Были выполнены замеры помещения, приведены эскизные планы расстановки мебели и оборудования, даны рекомендации по изменению габаритов мебели и расстановке новых видов оборудования в аудитории. Построение лучевых эскизов (рис. 1) позволило предположительно выяснить необходимость использования и места размещения звукопоглотителей.

Также был выполнен расчет времени реверберации, отмечен недостаток звукопоглотителей на стенах, в связи с чем многократное отражение звука от оборудования прессов может создавать некий дискомфорт при длительном нахождении в лаборатории. В связи с этим был предложен ряд эскизных предложений по изменению звукового воздействия с помощью дополнительных звукопоглощающих отделочных материалов.

Результаты теоретического анализа расстановки мебели в аудитории показали ее недоступность для использования людьми с ограниченными возможностями по движению. Кроме того, современные требования к расстановке мебели позволили внести ряд предложений по изменению наполнения аудитории и размещению учебной мебели и оборудования (рис. 1).



Рис. 1.

Построение эскиза звукового поля в плане и на разрезе (А)
в учебной лаборатории строительного материаловедения,
развертка стен фактической расстановки мебели (Б)
и эскизное предложение по возможности модернизации интерьеров (В)

Последующий расчет времени реверберации позволил предложить новые современные материалы отделки помещения с учетом изменения функции. Акустическая комфортность обеспечена набором материалов и приемов расстановки мебели и позволяет осуществлять обучение, в том числе и в удаленном формате. Также он обеспечит сту-

дентов необходимым учебным оборудованием и позволит повысить уровень подготовки специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасенко В. Н. Создание оптимального акустического режима в учебной аудитории как важный фактор оценки микроклимата в помещении / В. Н. Тарасенко, Н. Д. Черныш. – Текст : непосредственный // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2017. - № 4. - С. 6-41.

2. Tarasenko V. N. Prediction of Sound-Insulating Properties of Cellular Concrete Composites / V. N. Tarasenko, J. V. Denisova, N. D. Chernysh. – Direct text // Digital Technologies in Construction Engineering. Selected Papers. Lecture Notes in Civil Engineering. - 2022. - С. 47-52.

3. Тарасенко В. Н. Принципы формирования акустического комфорта в общественных зданиях / В. Н. Тарасенко. – Текст : непосредственный // Университетская наука. - 2021. - № 1 (11). - С. 80-82.

4. Шум, как акустический стрессор, и меры борьбы с ним / О. О. Некипелова, М. И. Некипелов, Е. С. Маслова, Т. Н. Урдаева. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. - 2006. - № 5. - С. 55-57.

5. Наугольных К. А. Распространение звука в неустойчивом атмосферном слое / К. А. Наугольных, С. А. Рыбак. – Текст : непосредственный // Акустический журнал. - 2007. - № 53. - С. 477-480.

6. Боганик А. Г. Новые материалы для акустического комфорта / А. Г. Боганик. – Текст : непосредственный // Технологии строительства. - 2010. - № 4 (73). - С. 64-67.

7. Васильев И. В. Влияние помещения на звук / И. В. Васильев, С. Г. Семенцов. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2016. - № 19 (123). - С. 59-61.

8. Проектирование защиты от шума : учебное пособие / Казань: КГАСУ ; ред. В. Н. Куприянов. – Казань : КГАСУ, 2010. – 112 с. – Текст : непосредственный.

9. Архитектурная и строительная акустика : учебное пособие / Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения ; ред. А. Ю. Богатина. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный университет путей сообщения, 2010. – 220 с. – Текст : непосредственный.

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИЙ НАНЕСЕНИЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ НА ПРОМЫСЛОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Тестешев А. А.¹, канд. техн. наук, доцент, testeshevaa@tyuiu.ru

Шония В. Г.², инженер-проектировщик, schonija@mail.ru

¹г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

²г. Тюмень, ООО «Технодор»

Аннотация. Для снижения затрат на содержание нефтепромысловых дорог выполнена оптимизация стратегий нанесения дорожной разметки по технико-экономическим критериям. Моделирование жизненного цикла разметки, базирующееся на разработанных эмпирических зависимостях, позволило снизить риски штрафных санкций за ненормативное состояние транспортных сооружений.

Ключевые слова: дорожная разметка, стратегии нанесения, пластик

В современных условиях одним из приоритетных направлений хозяйственной деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса становится повышение эффективности управления ресурсами за счет применения стандартов энергоэффективности и ресурсосбережения.

Наиболее остро проблема экономии отмечается в сервисной деятельности, требующей регулярных ресурсных затрат на обеспечение безопасного состояния объектов инфраструктуры нефтегазодобывающего комплекса, к числу которых относится нанесение дорожной разметки на промысловых автомобильных дорогах.

Несоблюдение сроков службы разметки в тяжелых эксплуатационных условиях [1] и технологическая невозможность выполнения восстановительных работ при низких температурах в директивные сроки приводят к наложению на дорожные организации штрафных санкций в размере от 200 до 300 тыс. руб. за дефектный участок, увеличивая издержки на содержание дорог нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений.

Ресурсозатратность обеспечения функциональной долговечности разметки материаловедческими решениями, предопределила выбор организационных подходов, основанных на рационализации количества возобновлений и толщин нанесения в годовом цикле.

Остаточная толщина дорожной разметки находилась по ф. (1) и (2):

а) для весенне-летне-осеннего периода:

$$h = 0,0206 \cdot t^3 - 0,0965 \cdot t^2 + 0,2091 \cdot t - 0,0021 \quad (1)$$

б) для зимнего периода:

$$h = 0,0193 \cdot t^3 - 0,4421 \cdot t^2 + 3,6172 \cdot t - 7,5828 \quad (2)$$

где t – продолжительность эксплуатации дорожной разметки, сут.

Прогнозирование периода безотказной работы дорожной разметки осуществлялось подстановкой в ф. (1) и (2) предела по остаточному ресур-

су (толщине), соответствующего моменту наступления ненормативного износа и составляющего менее 3/4 от толщины нанесения.

Критериями оптимизации послужило выполнение условий:

1. Продление функциональной долговечности (T): $T \rightarrow \max$;
2. Минимизация циклов возобновления разметки (n): $n \rightarrow \min$;
3. Величина интегрального эффекта ($\mathcal{E}_{\text{инт}}$): $\mathcal{E}_{\text{инт}} \rightarrow \max$.

Ограничения критериев явились следующие соображения:

1. При использовании краски для дорожной разметки со сроком службы не более 3 месяцев [2] и продолжительности строительного сезона для III группы дорожно-строительных работ в 6-8 месяцев, количество возобновлений не может превышать 3-х раз;

2. Максимальная толщина разметки не должна быть более 6 мм [2].

Исходя из указанных зависимостей, условий и ограничений были разработаны модели годового жизненного цикла дорожной разметки по вариативным стратегиям (Рис. 1):

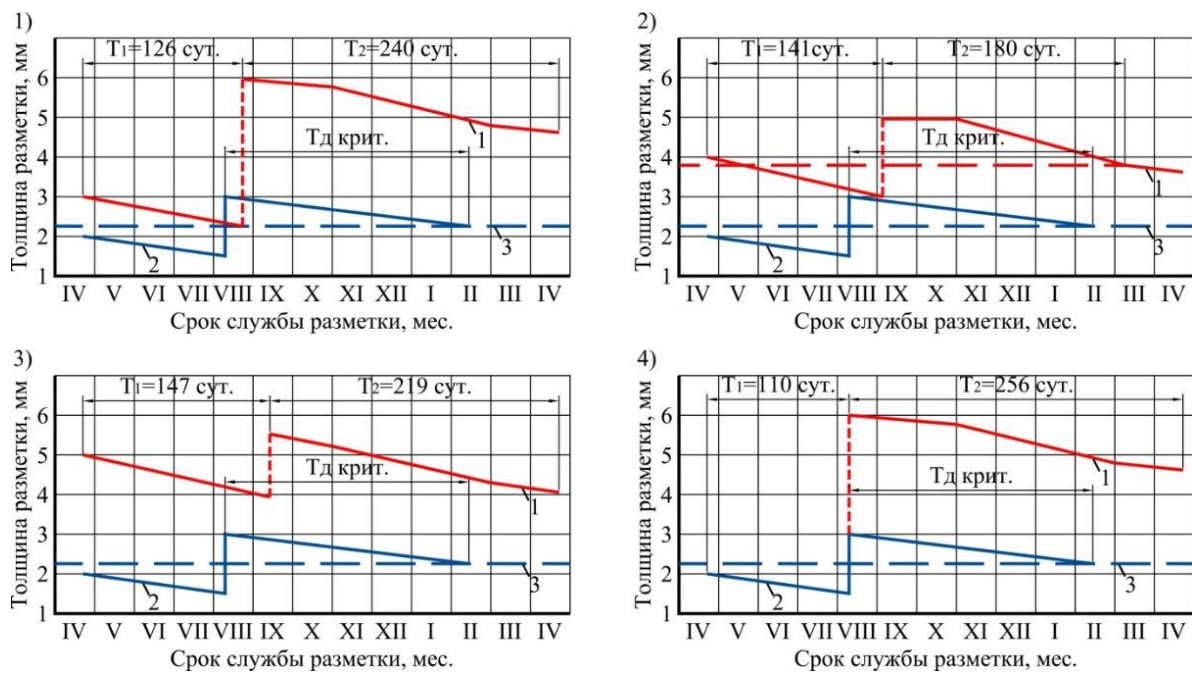


Рис. 1.

Графики годового жизненного цикла дорожной разметки по вариативным стратегиям (фрагмент): 1 - износ разметки по предлагаемой стратегии; 2 - износ разметки в существующих условиях; 3 - минимально допустимая толщина разметки

На основании разработанных стратегий расчет интегрального эффекта по вариантам осуществлялся по ф. (3):

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \sum_i^T \frac{(R_i - Z_i)}{(1 + E)^T} - \sum_i^T \frac{K_i}{(1 + E)^T} \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{инт}}$ – интегральный эффект; R_t – эффект от продления срока службы разметки за период t ; Z_t – текущие затраты; K_t – единовременные затраты; E – норма дисконта, $E=0,12$; T – момент окончания расчетного периода.

Результаты расчета по конкурирующим вариантам стратегий представлены в Табл. 1.

Таблица 1

Экономическая эффективность конкурирующих стратегий

Варианты стратегии	R_t , млн. руб.	Z_t , тыс. руб.	K_t , млн. руб.	E	$\mathcal{E}_{\text{инт}}$, млн. руб.
1	113,86	64 721,32	-	0,12	101,602
2	113,86	69 417,25	87,00	0,12	-0,454
3	113,86	76 731,97	-	0,12	101,592
4	113,86	58 900,06	-	0,12	101,608
5	113,86	72 306,46	-	0,12	101,596
6	113,86	80 023,77	-	0,12	101,589
7	113,86	62 427,72	-	0,12	101,604
8	113,86	62 428,52	87,00	0,12	-0,447

В целом, по результатам выполненного технико-экономического обоснования для промышленных дорог нефтегазодобывающих предприятий наиболее эффективным явился 4 вариант стратегии, предусматривающий однократное возобновление с толщиной нанесения 6,0 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 50597-2017. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля (с Поправками) : издание официальное : национальный стандарт Российской Федерации : утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2017 № 1245-ст : введ. взамен ГОСТ Р 50597-93 : дата введ. 2018-06-01 / разработан ФАУ «РОСДОРНИИ». – Москва : Стандартинформ, 2017. – 11 с. – Текст : непосредственный.

2. ГОСТ Р 51256-2018. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования : издание официальное : национальный стандарт Российской Федерации : утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 февраля 2018 № 81-ст : введ. взамен ГОСТ Р 51256-2011 : дата введ. 2018-06-01 / разработан ООО ЦИТИ «Дорконтроль». – Москва : Стандартинформ, 2018. – 27 с. – Текст : непосредственный.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Циркова В. Р., магистрант, v_tsirkova0088@mail.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В статье рассматриваются особенности систем водоснабжения населенных пунктов, расположенных в северной климатической зоне. Актуальность тематики связана с экстремальными природно-климатическими условиями, низким уровнем развития инженерной инфраструктуру населенных пунктов региона, высокой чувствительностью экологических систем к антропогенному воздействию. Приведен пример прокладки водовода, исключающей замерзание воды и сокращающей воздействие на многолетнемерзлые грунты.

Ключевые слова: водоснабжение, северная климатическая зона, системы распределения и подачи воды, энергосбережение, водозаборные сооружения.

Для социального развития Арктической зоны необходимо осуществлять государственную поддержку строительства жилья, а также объектов инженерной инфраструктуры, к которым относится система водоснабжения. Применяемые инженерно-технические решения должны быть разработаны с использованием наилучших доступных технологий и обеспечивать надежную работу инженерных систем [1].

Особенности проектирования систем водоснабжения в районах распространения многолетнемерзлых грунтов в СП 31.13330.2021 выделены в отдельный подраздел. Общим требованием для всех элементов систем является обеспечение надежности их действия в условиях низких температур, а также защиты многолетнемерзлых грунтов от теплового воздействия [2].

Надежному водопользованию могут препятствовать следующие гидрологические ограничения.

Первый тип ограничений может появиться из-за непрерывного и эпизодического несоответствия водосодержания источника воды потребностям населенного пункта или промышленного предприятия в свежей воде из-за сезонного образования мелководья или полного замерзания воды. Проблема нехватки воды может появиться из-за увеличения водопотребления. Таким образом, кроме создания водохранилищ и прудов водопользователи вынуждены переходить на подвоз речной, морской воды, а также на озерный лед.

Ограничения второго типа возникают как в течении всего года, так и в определенное время года из-за плохого качества воды в водоисточнике. Ограничения третьего типа появляются из-за высокого уровня воды во время ледохода, которые в свою очередь, затапливают и выводят из строя водозаборные и сбросные сооружения, систем тепло-, водоснабжения, а также из-за замерзания воды в трубах [3].

Потребление поверхностных водных источников для водоснабжения сильно зависит от гидротермических характеристик русла. Появляющиеся ледяные завалы при подъеме уровня, в особенности в большом количестве на берегах мощных глыб льда исключают возможность строительства различных гидросооружений, выступающих в русло [4].

СП 31.13330.2021 рекомендует максимально использовать подрусловые воды. При использовании подземных вод предпочтение отдается водоносному горизонту с более высокой температурой воды. Для предотвращения замерзания воды в стволе скважины необходимо предусматривать устройство для ее обогрева и учитывать его размеры при конструировании водозабора [2, 4].

Использование быстровозводимых конструкций с высокой степенью заводской готовности, уменьшение строительного объема производственных зданий за счет объединения в одном здании помещений различного функционального назначения сокращает капитальные вложения и сроки строительно-монтажных работ, оптимизирует систему теплоснабжения в условиях холодного климата. Конструкция резервуаров чистой воды должна исключать ее замерзание за счет подогрева воды, устройства теплоизоляции. Для небольших населенных пунктов размещение резервуаров емкостью до 100 м³ в здании станции водоподготовки делает их эксплуатацию более надежной [2].

Предохранение воды от замерзания в водопроводных сетях обеспечивается их тепловой изоляцией, подогревом воды или трубопроводов, обеспечением непрерывного движения воды.

Особенности прокладки водопроводной сети в северной климатической зоне представлены на рисунке 1. Водовод совмещен с сетями теплоснабжения. Для исключения теплового воздействия на грунт применена наземная прокладка сетей на свайных опорах. Пожарный гидрант специальной конструкции установлен на магистральном участке в общей камере с тепловыми сетями для обеспечения его доступности и работоспособности в случае возникновения пожара.



Рис. 1. Совместная прокладка водопровода и тепловых сетей

Оправданным является отказ от водонапорных башен из-за сложности их возведения и эксплуатации в северных условиях. Для регулирования подачи при переменном режиме водопотребления в населенных пунктах вместо напорно-регулирующих емкостей применяются насосы с частотно-регулируемым приводом, позволяющие экономить электроэнергию, что немаловажно в условиях высокой ресурсоемкости жизнеобеспечения населения. Для повышения надежности количество насосных агрегатов должно быть не менее трех вне зависимости от категории станции по степени обеспеченности подачи воды [2].

Учет климатических условий при проектировании систем водоснабжения населенных пунктов, расположенных в северной климатической зоне, позволит обеспечить население определенным уровнем комфорта и минимизировать уровень антропогенного воздействия на экологические системы региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. – Текст : электронный // Президент России : официальный сайт. – 2020. – URL : <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/J8FhckYOPAQQfxN6Xlt6ti6XzpTVAvQy.pdf> (дата обращения: 2.11.2022).

2. СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 27 декабря 2021 г. N 1016/пр). – URL : <https://docs.cntd.ru/document/728474306> (дата обращения: 3.11.2022). – Текст : электронный.

3. Магрицкий Д. В. Гидрологические ограничения природопользования в Арктической зоне РФ / Д. В. Магрицкий. – Текст : непосредственный // Изучение опасных природных процессов и геотехнический мониторинг при инженерных изысканиях : материалы Общероссийской научно-практической конференции. – Москва, 2021. – С. 91-98.

4. Матюшенко А. И. Особенности проектирования водозаборов в условиях Севера / А. И. Матюшенко, Г. В. Красавин. – Текст : непосредственный // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2018. – № 11 (1). – С. 116-122.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОКРАСОЧНОЙ МАШИНЫ

Цыганова А. А., магистрант, alenats243@gmail.com

Стариков А. И., ст. преподаватель, starikovai@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Актуальность спроектированного устройства заключается в повсеместной необходимости осуществления непрерывной работы над объектом для сокращения периода строительства, а также для сокращения расхода ресурсов производства. Цель исследования – спроектировать устройство для автоматизированного нанесения жидких обоев на различные типы поверхностей. Методы исследования – анализ, синтез, моделирование и другие. Результатом работы является спроектированное устройство для нанесения жидких обоев, позволяющее обеспечить экономическое преимущество при использовании, повышает безопасность труда и качество работы, поэтому потребность в ручном труде будет сокращаться в ближайшем будущем.

Ключевые слова: автоматизация, покраска, жидкие обои, машина для покраски, автоматизированное устройство.

Промышленные роботы находят все более широкое применение, заменяя человека (или помогая ему) на участках с опасными, вредными для здоровья, тяжелыми или монотонными условиями труда, а также создают предпосылки для перехода к созданию автоматических производственных систем, работающих с минимальным участием человека.

Более комфортные условия для жизни создаются еще на этапе ремонта, если компания применяет инструменты автоматизации работ. Строительные работы в наше время базируются на применении новых технологий и материалов, что может сокращать скорость исполнения, сокращать расходы на материалы, увеличивать долговечность покрытий и многое другое.

Принцип работы устройства заключается в нанесении материала на поверхность при помощи разбивания окрасочного состава струей сжатого воздуха, поступающего из компрессора [3].

Жидкие обои в базовом цвете помещаются в емкость. Внутри бака для материала вмонтировано устройство для перемешивания жидких обоев в процессе работы с целью предотвращения их затвердевания и расслоения. Устройство представляет собой модифицированную насадку для перемешивания строительных смесей. Устройство для материала представлено на рисунке 1.

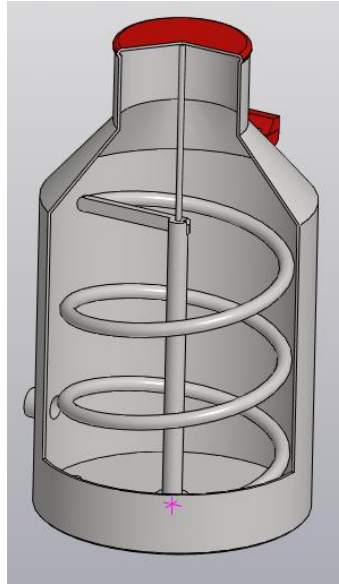


Рис. 1. Бак для хранения жидких обоев в процессе нанесения

Из бака для хранения материала жидкие обои поступают в окрашивающее устройство при помощи компрессора через соединительный шланг, а затем – через систему нанесения материала, попадают на покрываемую поверхность. Система нанесения материала смоделирована с использованием системы работы краскопульта – окрашенный материал разбивается на достаточно мелкие частицы при помощи действия газа, поступающего из переносного компрессора. Окрашивание жидких обоев происходит непосредственно перед выходом материала из сопла покрасочной головки при помощи нескольких цветов колеров в виде картриджей для струйного принтера Epson L132.

Управление устройством осуществляется с помощью пульта для станков ЧПУ. С его помощью присутствует возможность перемещения печатающей головки, прикрепленной к каретке, по трем осям координат. В пульт необходимое изображение в формате JPEG попадает при помощи электронного носителя. Система определяет количество проходов для нанесения изображения. Ширина одного прохода составляет 7 мм. Скорость нанесения 1 метра материала составляет 10 секунд.

Корпус устройства выполняется из тонколистового металла или прочного пластика для облегчения конструкции и, как следствие, увеличения мобильности устройства.

Рама, к которой крепятся направляющие собирается из профильной трубы длиной 20 метров и размером 40x20x2 мм при помощи сварки. Рама стоит на ножках, а также на колесах. Колеса в количестве 2-х штук крепятся со стороны, примыкающей к рабочей поверхности.

Габаритные размеры устройства составляют 4000x2000x2500 мм. Вес устройства составляет около 188 кг.

Для наглядности общий вид устройства представлен на рисунке 2.

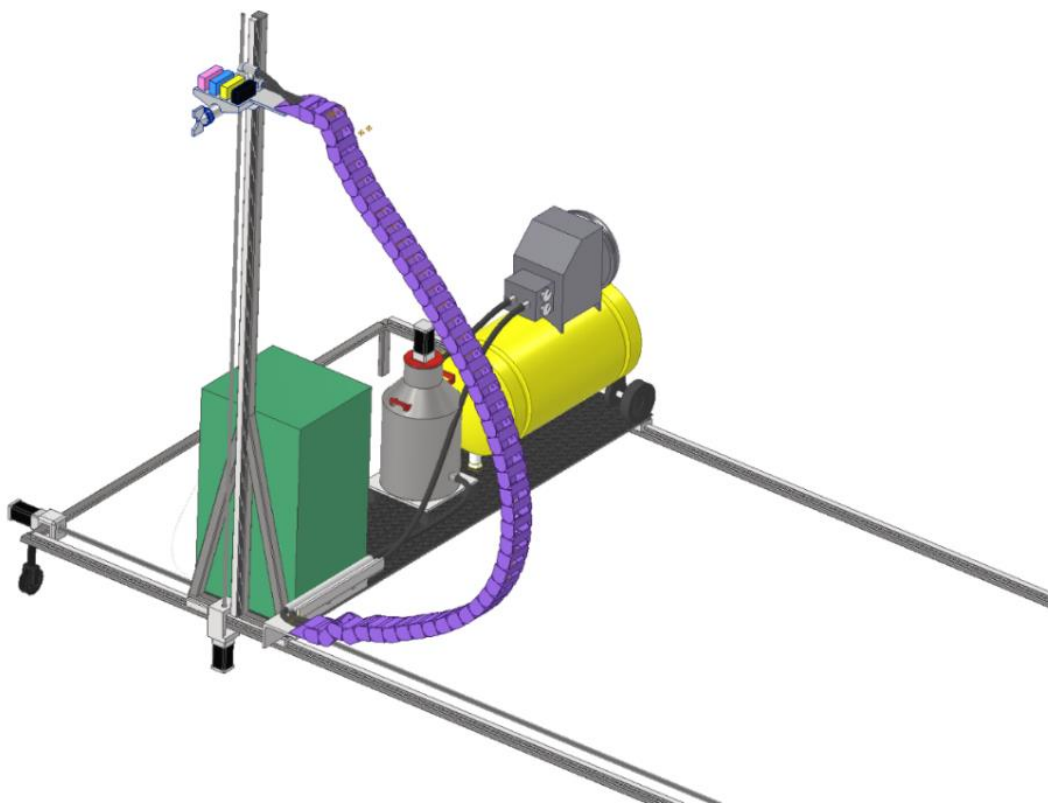


Рис. 2. Устройство для нанесения жидких обоев

Исходя из проведенной работы, можно сделать вывод, что спроектированное автоматизированное устройство имеет ряд преимуществ относительно существующих средств автоматизации. За счет применения данного устройства сокращается время, необходимое для нанесения изображения, за счет этого в свою очередь достигается экономия средств предприятия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Козырев Ю. Г. Промышленные роботы / Ю. Г. Козырев. – Москва : Машиностроение, 1988. – 392 с. – Текст: непосредственный.
2. ФИПС – Федеральное государственное бюджетное учреждение Федеральный институт промышленной собственности : сайт. – URL : <https://www1.fips.ru/> (дата обращения 10.10.2022). – Текст: электронный.
3. Цыганова А. А. Совершенствование конструкции автоматизированной покрасочной машины с разработкой бизнес – плана предприятия – производителя объекта: выпускная квалификационная работа / А. А. Цыганова; рук. работы О. Ю. Теплоухов; Институт промышленных технологий и инжиниринга, Кафедра Технология машиностроения. - Тюмень: [б. и.], 2022. - 94 с. - Текст: непосредственный.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Чернявский И. А., магистрант, cross_fire_26rus@mail.ru

г. Ростов-на-Дону, Донской государственный технический университет

Аннотация. В данной статье проводится анализ основных актуальных проблем, которые препятствуют внедрению современных строительных материалов и технологий в строительную индустрию России. В рамках анализа рассмотрены недостатки российской строительной индустрии в области внедрения инновационных продуктов; определены факторы, препятствующие развитию современных материалов и технологий на российском рынке, а также предложены мероприятия по развитию массового применения энергоэффективных технологий.

Ключевые слова: современные строительные технологии, строительные материалы, энергоэффективность, отечественный опыт.

Сегодняшний век характеризуется развитием научно-технического прогресса и повышенной интенсивностью жизни. Особенно ярко это отражается в строительстве. Так, материалы для строительства являются категорией товаров большого спроса, у которого растет уровень качественных требований. В связи с высоким ростом прогресса внедряются новые, современные, технологичные подходы, используются экологичные материалы, повышается качество производства технологий. Рассматривая применение современных строительных материалов и технологий в России необходимо отметить, что в основном внедряются зарубежные практики по упрощению строительных процессов, повышению энергоэффективности, снижения стоимости и сроков строительства, повышения комфортности и качества дешевыми, нетрудоемкими процессами. Практики строительства пассивных, высокотехнологичных дорогостоящих зданий в РФ применяются крайне редко.

Строительная отрасль в России характеризуется устаревшими производственными процессами и инерционностью законодательного регулирования. Это создает ограничения внедрения современных эффективных технологий. Кроме того, в результате разделения стадии проектирования и строительства, отсутствия системной интеграции, большая доля предлагаемых технологических решений часто остается в рамках опытных образцов. Консервативность в отрасли связана длительностью периода эксплуатации зданий, в течение которого возможно выявить изъяны примененных материалов и технологий, что наряду с высокой ответственностью застройщика за произведенную строительную продукцию приводит к медлительности процесса внедрения инновационных технологий. Влияет также

медлительное технологическое развитие строительной отрасли в Российской Федерации и сложившиеся стереотипы потребителей строительной продукции. Однако информация о новых материалах и технологиях, применяемых в мировой строительной индустрии с учетом развитых информационных технологий, доходит моментально и неосведомленности у российских строителей нет.

Проблема внедрения инноваций в строительном секторе России помимо консервативности заключается организационных и управленческих ограничениях из-за в росте олигополии больших строительных компаний; насыщенности строительного рынка домостроительными комбинатами и устаревшими индустриальными технологиями массового жилищного строительства; отсутствие целенаправленного государственного стимулирования внедрения и развития новых строительных материалов и технологий в строительстве; присутствие проблем технического регулирования, в результате которых должным образом не обеспечивается установление строительных нормативов, требующих применение инновационных технологий; отсутствие в строительной сфере системных интеграторов, ответственных за внедрение и развитие практики новых технологий; большое количество устаревших строительных стандартов и нормативов, ограничивающих деятельность; недостаточная информированность о новых строительных материалах и технологий; отсутствие культуры строительства.

Тем не менее, эти проблемы присущи именно сегментам промышленных предприятий, многоквартирного жилого строительства, торговых, офисных, складских помещений, спортивно-развлекательных сооружений. Говоря об индивидуальном жилищном строительстве, то оно имеет лидерство быстрого развития и внедрения современных строительных материалов и технологий среди прочих сегментов строительства в России. В сегменте индивидуального жилищного строительства отсутствуют вышеперечисленные ограничения и проблемы. Его рынок насыщен большим количеством мелких и средних строительных компаний, между которыми присутствует обильная конкуренция. Потребителем и заказчиком является индивидуальное лицо, которое играет ключевую роль в выборе конфигурации и заинтересованное в высоком качестве продукта строительства, а также в снижении затрат эксплуатации, следовательно, строительство индивидуальных жилых домов, коттеджей в абсолютном большинстве ведется с применением современных технологий и материалов. Именно потребитель формирует повышение спроса на инновации, которое поддерживается проектными организациями.

Активное решение проблем внедрения современных строительных материалов и технологий реализуемо в том числе за счет нормативного и законодательного давления на отрасль строительства совместно с реализацией государственных масштабных проектов с внедрением инноваций.

В особенности большим стимулом для использования инновационных материалов и технологий послужит внедрение масштабных пилотных проектов непосредственно в экстремальных условиях. Благодаря этому выбор строительных материалов и технологий будет происходить не по ценовому фактору, а с учетом обеспечения высокого качества и безопасности строительства в подобных условиях, ведь от этого зависит в том числе и репутация застройщика. Таким примерами пилотных проектов могут послужить Олимпийские объекты в Сочи, которые были возведены в Имеретинской низменности с условиями экстремальной влажности. Где были применены инновационные влагостойкие плиты Knauf «Аквапанель» для отделки. Уровень применения подобных строительных материалов выше, чем на подобных олимпийских объектах в Великобритании, Италии, Греции. Помимо масштабных государственных пилотных проектов немаловажно развитие и муниципальных пилотных проектов с использованием современных материалов и технологий, например, по программе реализации утепления панельных домов 50-80-х годов XX века.

Помимо этого, государство косвенно стимулирует применение энергоэффективных и зеленых материалов путем повышения тарифов на энергоносители, которые в последние 4 года выросли в более чем в 3 раза и повышения цен на подключение здания к общим сетям. В частности, в Ростове-на-Дону подключение газа к зданию площадью менее 150 м² на 2022 год может составлять до 750 тысяч рублей. Следовательно, в результате высоких затрат на подключение появляется больше лиц, заинтересованных в энергоэффективном строительстве. Однако стоит отметить, что те технологии, которые окупаются больше 10 лет – не востребованы, так как для Российской Федерации это весьма долго и подобное удорожание является критичным.

Также крайне необходимо стимулирование новейших отечественных разработок путем государственной поддержки и рыночным спросом, которому может поспособствовать развитие технических департаментов задача которых заключается в проведении семинаров для строителей, инвесторов.

Проблема энергоэффективности в России присутствует и на этапе расчета. В нормативном документе СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» расчет предполагает определение необходимого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, которое должно быть равно или выше установленных значений, по результату которого осуществляется выбор толщины теплоизоляции. Однако в расчете не рассматривается какие затраты будут на отопление, кондиционирование, какими будут выбраны окна, вентиляция, а также не понятно, какое здание считается энергоэффективным, следовательно, отсутствует комплексный подход к определению энергоэффективности, что негативно влияет на внедрение современных материалов и технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы внедрения энергоэффективных инновационных технологий в строительной отрасли / Л. Н. Чижо, Н. И. Борисова, Н. С. Зверев, Е. А. Гушин. – Текст : непосредственный // Экономика и предпринимательство. - 2019. - № 10. - С. 1173-1177.

2. Горшков А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий / А. С. Горшков. – Текст : непосредственный // Энергоэффективность в строительстве. - 2010. - № 1. - С. 9-13.

3. Современные тенденции и перспективы развития строительной отрасли в России / М. Б. Соболев, Д. А. Смелый, П. В. Демидченко [и др.]. – Текст : непосредственный // Финансовая экономика. - 2020. - № 8. - С. 335-340.

УДК 69

ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Чикилева Е. Н., канд. социол. наук, ведущий специалист, rakhmanina@ya.ru

Боцман Л. Н., канд. техн. наук, доцент, lora80@list.ru

Сивальнева М. Н., канд. техн. наук, доцент, 549041@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Разработка эффективных композиционных вяжущих является актуальным направлением междисциплинарных исследований, которые требуют участия ученых и специалистов, занятых в различных областях науки и производства. В статье поднимается проблема поиска возможных путей оптимизации логистической деятельности при проведении междисциплинарного научного исследования. Авторами предложен алгоритм построения цепи поставок объектов исследования, разработана схема оперативной доставки сырья и материалов, сформулированы принципы логистического моделирования.

Ключевые слова: междисциплинарное исследование, логистическое моделирование, минеральное сырье, композиционные вяжущие.

В настоящее время логистические подходы активно применяются во многих сферах деятельности: промышленности, торговле, науке, образовании, государственном секторе, строительстве и др. Корректно разработанная логистическая модель обеспечивает рационализацию сырьевых, товарных и информационных потоков, что, безусловно, является важным условием для достижения наилучшего результата в любом виде деятельности.

Общая цель логистики заключается в обеспечении своевременной доставки продукции соответствующего качества и количества в нужное место при минимальных затратах [2, С. 196]. В данной статье авторы рассматривают логистику как процесс, нацеленный на решение задач планирования, контроля и управления транспортировкой сырья и материалов при проведении научно-исследовательской работы коллективом, члены которого являются представителями организаций из двух или более не граничащих друг с другом субъектов Российской Федерации [4, С. 44].

Для проведения междисциплинарного научного исследования необходимо формирование коллектива, состоящего из нескольких научных групп. Ввиду того, что научные группы могут находиться в разных точках страны, в процессе проведения исследования возникает потребность в организации постоянных логистических процессов, оптимизацию которых можно рассматривать как вклад логистики [5, С. 330] в эффективность исследовательской деятельности и успех реализации проекта в целом.

Одной из главных задач логистики при проведении междисциплинарного научного исследования является обеспечение оперативной доставки в лаборатории организаций-партнеров объектов исследования в их исходном состоянии (поставка с эксплуатируемых карьеров либо дробильно-сортировочных комбинатов) и дезинтегрированном виде с учетом необходимости сохранения химических свойств поверхности измельченного вещества. Исходя из вышесказанного, на начальном этапе формирования модели логистического сопровождения научного проекта необходимо, во-первых, изучить рынок транспортно-логистического сервиса России, выявить и оценить преимущества и недостатки конкретных транспортных услуг [3, С. 41], во-вторых, определить состав и содержание логистических услуг, необходимых для достижения максимальной эффективности междисциплинарной исследовательской работы. Далее, с целью решения логистических проблем проведения научного исследования необходимо разработать алгоритм моделирования цепей поставок [6, С. 277] сырья и материалов.

На рисунке 1 представлен алгоритм построения цепи поставок, который может лежать в основе организации логистического обеспечения междисциплинарного научного исследования как инструмента повышения его эффективности. Первый этап формирования логистической модели заключается в определении мест расположения поставщика сырья и организаций-партнеров для доставки объектов исследования. На втором этапе решаются задачи транспортировки и управления ресурсами: выбор вида транспорта, выбор транспортного средства [1, С. 88], маршрутизация, определение объема планируемого к перевозке груза, расчет времени доставки, расчет стоимости доставки. Заключительным этапом логистического моделирования является выбор оптимальной конфигурации цепей поставок и принятие окончательного решения.



Рис. 1. Алгоритм построения цепи поставок объектов исследования

После того как процесс построения цепей поставок объектов исследования завершен, необходимо выбрать рациональную схему транспортировки сырья и материалов. На рисунке 2 представлена логистическая схема оперативной доставки объектов исследования на примере проекта, связанного с процессами механоактивации минерального сырья для получения эффективных композиционных вяжущих.



Рис. 2. Логистическая схема оперативной доставки объектов исследования

Кроме того, для успешной реализации поставленных научно-исследовательским проектом междисциплинарных задач, повышения уровня результативности исследования, а также оперативного и эффективного взаимодействия членов научного коллектива авторы предлагают ориентироваться на следующие принципы логистического моделирования:

- 1) оптимальность выбора поставщика сырья (пород различных генетических типов) по критериям: стоимость продукции, качество обслуживания;
- 2) оперативность доставки в лаборатории организаций-партнеров объектов исследования в их исходном состоянии и дезинтегрированном виде;
- 3) минимизация материальных и трудовых ресурсов на доставку сырья и исследуемых образцов;
- 4) гибкость и систематичность поставок объектов исследования с учетом графика выполнения проекта на каждом его этапе;
- 5) гармоничность и продуктивность отношений между членами научного коллектива.

Таким образом, применение сформулированных принципов логистического моделирования, предложенный алгоритм построения цепи поставок объектов исследования и разработанная логистическая схема оперативной доставки сырья и материалов может способствовать решению некоторых проблемных вопросов, связанных с организацией логистического обеспечения междисциплинарного проекта, реализуемого несколькими научными группами, находящимися в разных регионах России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремякин А. В. Логистика движения коммерческих ресурсов / А. В. Еремякин, О. Ю. Трунина. – Текст : непосредственный / Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2011. – № 2. – С. 86–89.
2. Концевич Г. Е. Маркетинговые стратегии в логистике / Г. Е. Концевич. – Текст : непосредственный // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. – 2019. – № 3. – С. 194–207.
3. Лебедев В. М. Логистические системы строительного производства / В. М. Лебедев, А. А. Кряж. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 4. – С. 41–46.
4. Мезенцева Т. М. Роль и значение логистики – науки об управлении препятствиями в потоковых процессах современного общественного производства / Т. М. Мезенцева, Ю. Г. Лебедев. – Текст : непосредственный // Вестник Екатеринбургского института. – 2013. – № 4 (24). – С. 41–50.
5. Плетнева Н. Г. Концептуальная модель логистического обеспечения предпринимательской деятельности в строительстве как инструмента

повышения ее эффективности / Н. Г. Плетнева. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – № 6 (59). – С. 330–338.

6. Пустохина И. В. Алгоритм моделирования цепей поставок / И. В. Пустохина, Д. А. Пустохин. – Текст : непосредственный // Логистические системы в глобальной экономике. – № 7. – 2017. – С. 276–279.

УДК 712.01

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРКОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Шаталова Д. С., магистрант, dasha-shavirskay@mail.ru

Аниканова Е. А., магистрант, anikanova15@mail.ru

Тарасенко В. Н., канд. техн. наук, доцент, vell.30@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Аннотация. Назначение парков в городской среде пересматривается, в корне меняется функция, добавляются элементы благоустройства, малые архитектурные формы, осуществляется зонирование территории с выделением тихих зон отдыха, прогулочных маршрутов, площадок для активных занятий спортом и детских игр: все это позволяет новым паркам вписаться в городскую среду и стать востребованными среди населения. Осознанное проектирование парковых зон в каждом жилом квартале желательно для улучшения качества жизни населения.

Ключевые слова: парк, ландшафт, ландшафтная архитектура, город, городской ландшафт.

Ландшафт города разнообразен, он может быть как природным, так и искусственным. Главными компонентами являются: сады и парки, пруды и реки, дороги, улицы, скверы, бульвары, пустые промышленные территории и дворы. Открытые общественные пространства создают окружающую среду. Урбанизация развивается, вследствие чего отношение к этому ландшафту меняется. До настоящего времени парк был искусственно созданным природным участком в городской среде, так город и природа были противопоставлены друг другу. В настоящее время фишка планирования городского пространства – это создание экологических каркасов, то есть взаимодействие парков, которые соединены зелеными коридорами. В данном случае единую природную сеть определяют парки, а коридоры выполняют природоохранную связь между ними.

Ландшафтная архитектура сложна, разнообразна и интересна. Основными материалами для создания являются растения, которые с измене-

нием климата меняют свои формы, размеры, фактуру и цвет. Создать разнообразные ландшафты в парке возможно при помощи участков разной высоты, водоемов, рек. Изменив расположение - представляется новая видовая картина. Даже в зимнее время года парк может быть разного цвета: белые, зеленые, черные стволы, серые, оранжевые и красные ветви. Деревьев в хорошем парке необязательно должно быть много, но главными критериями являются: деревья с крупной кроной и наиболее характерные для парковой зоны.

Парк — крупный участок земли, территория которого может составлять от 10 га, с растительностью посаженной естественным или искусственным путем, обустроенными дорожными связями, водоемами и аллеями. Открытая озелененная территория предназначена для отдыха, прогулки или велопогулки [1, 2]. Для парка характерны не только поляны, но и луговые цветы, кустарники. Так здесь обитают пчелы, бабочки, жуки, божьи коровки и другие насекомые, небольшие зверьки и птицы: благодаря им парк «становится «горячей точкой» для сохранения биоразнообразия в городе» [3] – что очень важно в настоящее время, ведь разнообразие видов каждый год уменьшается огромными темпами. В Австралии, например, в городских парках существуют специальные зоны с биоразнообразием, достигающим своего пика.

Невозможно переоценить роль освещения в парке, его должно быть такое количество, чтобы можно было ориентироваться в пространстве, ощущать комфорт и безопасность, видеть окружающую среду и людей. Это могут быть не только обычные фонари, но и новые дизайнерские решения, например, покрытия дорожек с лампочками, которые подчеркивают определенные архитектурные идеи [3].

Озелененные территории в виде парков, садов, бульваров и скверов решают важную проблему, которая связана с созданием благоприятной и здоровой окружающей среды для жизни людей.

Разработка парковых пространств очень актуальна. Озеленение и благоустройство являются одной из основных сфер деятельности. Условия для высокого уровня жизни населения создаются именно в этой сфере [4].

Польза городских парков связана с эстетическими качествами, сохранением природных экосистем, образованием, культурой, здоровьем, а также экономическим развитием. Именно в парке создаются такие условия, где человек может уединиться, побыть самим с собой, но могут быть и пространства для общего пользования.

Исходя из этого, парк является таким местом, где формируются благоприятные, здоровые и комфортные условия для жизнедеятельности как одного человека, так и для всех жителей города. В современных мегаполисах паркам должно отдаваться главное предпочтение, ведь именно они создают ощущение природы среди городской суеты, быть центрами культурного притяжения среди застройки и дорог [5, 6].

Таким образом, парк служит в качестве комфортной, благоприятной, пространственной среды для человека, которая обладает эстетическими, экологическими и всеми функциональными свойствами [7].

При формировании парковой территории должны быть созданы оптимальные условия для всех групп посетителей [1, 8].

Так же необходимо учитывать, что при создании новых парков в городах, имеющих свою рекреационную систему, «следует производить по принципу функциональной компенсации» [6], тем самым дополняя отсутствующие виды рекреации. При строительстве парков необходимо их вписывать в существующую ландшафтную организацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сычева А. В. Ландшафтная архитектура : учебное пособие для вузов / А. В. Сычева. – Москва : ОНИКС 21 век, 2004. – 78 с. – Текст : непосредственный.

2. Википедия : сайт. – URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения : 01.10.2022). – Текст : электронный.

3. Главное место в городе. Какими должны быть городские парки? : сайт. – URL : <https://34travel.me/post/urban-parks> (дата обращения : 02.10.2022). – Текст : электронный.

4. Проект по благоустройству парка культуры и отдыха "Селу родному - чудесный парк" : сайт. – URL : <http://ppmi24.ru/winners/view?id=124> (дата обращения: 02.10.2022). – Текст : электронный.

5. История садов и парков. Мегаполисы: парк как альтернатива городу : сайт. – URL : <https://levelvan.ru/pcontent/sady-parki-3/sovremennoe> (дата обращения: 05.10.2022). – Текст : электронный.

6. Сокольская О. Б. Ландшафтная архитектура : специализированные объекты : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / О. Б. Сокольская, В. С. Теодоронский, А. П. Вергунов. – Москва : «Академия», 2008. – 224 с. – Текст : непосредственный.

7. Вергунов А. П. Ландшафтное проектирование : Специальность «Архитектура» / А. П. Вергунов, М. Ф. Денисов, С. С. Ожегов. – Москва : Архитектура-С, 1991. – 237 с. – Текст : непосредственный.

8. Тарасенко В. Н. Микроклимат селитебной территории как многокомпонентная среда архитектурно-строительного проектирования / В. Н. Тарасенко, Н. Д. Черныш. – Текст : непосредственный // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 6. – С. 57 – 61.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Шевцова А. В., бакалавр, firsova_00@inbox.ru
г. Орёл, Орловский государственный аграрный университет
им. Н.В. Парахина

Аннотация. В данной статье рассматривается инновационная технология проектирования и строительства - информационное моделирование зданий, которая также называется BIM-технологией. В нашей стране мало предприятий, работающих с ней. Данная технология имеет значительные преимущества, перед обычными процессами возведения зданий, что позволяет улучшить и оптимизировать процесс строительства и проектирование объектов.

Ключевые слова: BIM-технология, 3D-модель, информационное моделирование, строительство, проектирование.

Наше общество не стоит на месте и постоянно развивается. Появляются и внедряются все более новые технологии в разных сферах нашей жизни, в том числе и в строительной отрасли.

Сравнительно недавно появился новый подход в проектировании и строительстве, который позволяет уменьшать количество ошибок при возведении зданий и нагляднее рассчитать стоимость проекта. Такой подход называется информационное моделирование зданий.

Информационное моделирование зданий (Building Informational Modeling, Building Informational Model), сокращенно BIM – это поэтапный процесс создания, развития и совершенствования информационной 3D-модели здания (так называемый цифровой двойник объекта). Информационное моделирование охватывает все стадии жизненного цикла объекта, начиная от проектирования и технического задания, заканчивая эксплуатацией и демонтажем.

В BIM-моделях содержится не только графическая часть проектирования, но и вся информация о характеристиках конструкций, инженерных систем и всего оборудования. Над одной и той же моделью могут работать разные специалисты, что существенно снижает затраченное время и количество ошибок при проектировании, а затем и при строительстве объекта [1].

У данной технологии множество плюсов. Кроме того, что она позволяет снизить количество ошибок и уменьшает время, затраченное на проектирование, она также дает и масса других преимуществ. Большая часть расчетов осуществляется автоматически, скорость проектирования увеличивается, сокращается время рассмотрения и экспертизы проекта, кроме того упрощается процесс приемки работ и объекта в целом. К тому же её

применение не ограничивается только проектированием и стройкой. Можно вести поэтапное планирование и привязывать к модели временной параметр (4D), осуществлять финансовое планирование и анализировать себестоимость строительства в реальном времени (5D) и, наконец, эксплуатировать построенное здание, имея все эксплуатационные характеристики конструкций и оборудования (6D). В конечном итоге все это приводит к снижению стоимости строительства объекта [2].

В нашей стране информационное моделирование только набирает свои обороты, но с каждым годом все больше и больше компаний осваивают BIM-технологии. А государство стремится сделать их обязательными для всех участников строительного рынка. Так для внедрения BIM-технологии в России утвержден План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства (приказ Минстроя от 29.12.2014 N 926/пр).

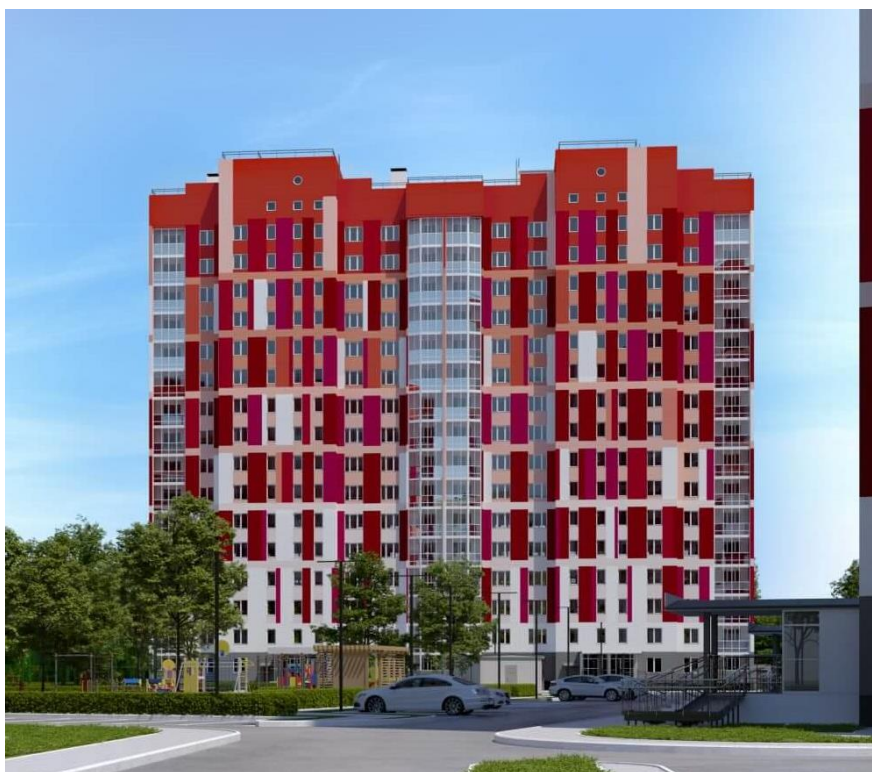


Рис. 1. Здание, созданное с помощью BIM технологий

В нашем регионе уже сделаны первые шаги по внедрению BIM-технологии. В январе 2020 года в ведущем региональном холдинге ПАО «Орелстрой» приступил к работе отдел информационного моделирования.

Его сотрудники с помощью технологии BIM-моделирования в программе Autodesk Revit всего за четыре месяца создали проект будущего двухсекционного здания. Данный дом находится в Болховском микрорайоне, ввод его в эксплуатацию запланирован уже в этом году [3].

Информационное моделирование выводит строительство объектов на новый технологический уровень. BIM-технология – это организованный процесс, который предоставляет множество возможностей для проектирования и строительства, имеет ряд преимуществ перед обычными процессами возведения зданий, экономит время и деньги, при этом улучшает качество строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология BIM: единая модель и связанные с этим заблуждения. - Текст : электронный // Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. - 2016. – URL : https://stroi.mos.ru/builder_science/tekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannye-s-etim-zabluzhdeniia (дата обращения : 13.11.2022).

2. Что такое BIM-технологии и как они облегчают строительство. - Текст : электронный // Технониколь. - 2021. – URL : <https://www.tn.ru/journal/что-такое-bim-tekhnologii-i-kak-oni-oblegchayut-stroitelstvo/> (дата обращения : 13.11.2022).

3. Орловские строители сделали шаг в BIM технологии. - Текст : электронный // ПАО «Орелстрой». - 2021. – URL : <https://orelstroy.ru/about/press/orlovskie-stroiteli-sdelali-shag-v-bim-tekhnologii/> (дата обращения : 13.11.2022).

УДК 698.7

РЕНОВАЦИЯ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКА КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА ИМ. В. И. ЛЕНИНА В ГОРОДЕ БЕЛГОРОДЕ

Шеметова А. С., магистрант, shemetovamdas211@yandex.ru

Гнездилов Д. В., магистрант, gnezdilovd@gmail.com

Тарасенко В. Н., канд. техн. наук, доцент, vell.30@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: Основной тенденцией реноваций территории городской среды из-за прироста населения является реорганизация внутренней инфраструктуры и изменением площадей рекреационных зон отдыха, в частности, парков. Уменьшение доли парков в инфраструктуре города - общеизвестная тенденция, позволяющая предположить, что комфортность пребывания жителей ухудшается. различные возрастные категории белгородцев по-разному и не однозначно относятся к функциональному зонированию парковых пространств, но все одинаково подчеркивают необходимость парков в городах, их доступность и востребованность, а также подчеркивают наличие многофункциональности.

Ключевые слова: реновации, рекреационная среда, парковое пространство, парк, функциональное зонирование, жители, оппоненты.

Для изучения хода развития парковых пространств города Белгорода выполнили подробное исследование соответствующих территорий города. Подробно рассмотрели изменения в планировочной структуре, используя космическую съемку и топографические карты. Для этого были определены следующие этапы: 1981, 1991, 2002, 2012 и 2022 г.

Изучив и проанализировав перемены структуры и площади Центрального парка культуры и отдыха им. В. И. Ленина в г. Белгороде, были получены результаты, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Изменение площади, занимаемой парком Ленина за период с 1981 по 2022 г.

Период	1981	1991	2002	2012	2022
Площадь, занимаемая парком	28,3	27,8	27,4	26,4	25,2

Проведенное оценочное исследование, основанное на изучении изменений площади парка в конкретном временном промежутке дает представление о том, как область парка сократилась с течением времени на 3,1 га. Таким образом, с увеличением населения города совершается повышение рекреационной перегрузки на сокращающиеся парки и снижение их эколого-эстетического потенциала. Это не должно становиться закономерностью.

Предметом изучения так же стал план-проект данного парка, в 2018 г. парк выглядел, как показано на рис. 1.



Рис.1. Проект развития Центрального парка культуры и отдыха им. В. И. Ленина на 2018 г.

По данному плану видно, что планировалось использовать территорию парка, как многофункциональную с разделением тематических зон. Как показывает нынешняя ситуация – ничего из перечисленного в план-проекте парка в действительности не осуществлено. Необходима доработка план-проекта и его реализация.

«Смысл проектирования средового ландшафта, с одной стороны раскрывается в представлении будущего образа, с другой – в проектировании пространства. Оба аспекта должны быть направлены в первую очередь на изучение человека, на его комфортную рекреацию» [1, 2]. Действительно, обычного (стандартного) проекта парка недостаточно, необходимо создать целый комплекс, учитывая при этом массу деталей: возраст и численность посетителей, проходимость, информационную среду, доступность и многое другое.

Таким образом, «при проектировании средового ландшафта необходимо помимо создания двумерной композиции плана обратиться к проектированию функции, иными словами необходимо предвидеть функциональные потребности посетителей парка» [3]. Чтобы выяснить насколько необходима реновация данного парка и какие особенности использования территории ожидают горожане от парка их мечты было выполнено небольшое анкетирование населения. В изучении этого вопроса оказали действие 100 человек, что «является достоверным показателем при погрешности в 10 %» [4]. Публикой данного изучения послужили горожане разных возрастных групп (от 17 до 65 и старше). Оценив результаты исследования были сделаны следующие выводы:

1. самыми популярными для белгородцев стали центральные парки – Победы и им. В. И. Ленина;

2. главными целями посещения парковых зон горожане считают прогулки с товарищами (64 %). Для молодых людей парковые территории также значимы, как место для занятий спортом. Для людей среднего возраста существенной причиной посещения рекреационных пространстве города считается посещение праздничных мероприятий (35 %);

3. в композиционных и ландшафтных решениях паркам г. Белгорода необходимо применение интересных приемов дизайна (47 % опрошенных). От 14 до 18 % жителей считают, что в парках не достаточное количество зон для занятий спортом, цветочных композиций и зеленых насаждений, прогулочных дорожек и закрытых мест для отдыха с детьми;

4. плохая инфраструктура парков была отмечена многими респондентами, например: отсутствие туалетов, недостаточное количество скамеек и т.д. Только 23 % опрошенных не нашли ничего отрицательного в тех парках, где они проводят время.

Проведенный на основе полевых исследований интегральный анализ рекреационного потенциала показал высокую значимость для горожан Центрального парка культуры и отдыха им. В. И. Ленина. Именно поэтому

очень важно провести реновацию парка с целью сохранения его для последующих поколений, постаравшись учесть высказанные горожанами замечания и пожелания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасенко В. Н. Микроклимат селитебной территории как многокомпонентная среда архитектурно-строительного проектирования / В. Н. Тарасенко, Н. Д. Черныш. – Текст : непосредственный // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – №6. – С. 57 – 61.

2. Российская федерация. Законы. Об особо охраняемых природных территориях : Федеральный закон № 33-ФЗ : [принят Государственной думой 14 марта 1995 года]. – Москва : Проспект ; Санкт-Петербург : Кодекс, 1995. – 98 с. – Текст : непосредственный.

3. Агальцова В. А. Состояние городских лесопарковых территорий и их значение для окружающей среды Москвы / В. А. Агальцова. – Текст : непосредственный // Экология большого города. – 2000. – Вып. 4. – С. 17 – 23.

4. Жучкова В. К. Методы комплексных физико – географических исследований : учеб. пособие для студентов вузов / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. – Москва : «Академия», 2004. – 368 с. – Текст : непосредственный.

УДК 629.02, 629.08

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ МЕЖКОЛЁСНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Барыкин А. Ю., канд. техн. наук, доцент, ajbarykin@kpfu.ru
г. Набережные Челны, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета

Аннотация. В работе рассмотрены аспекты рациональности конструктивных параметров и рабочих процессов автомобильных дифференциалов малого трения, применяемых в межколёсном приводе. Описаны эксплуатационные факторы, влияющие на безотказность и долговечность деталей. На основании теоретических и экспериментальных исследований даны рекомендации по выбору параметров межколёсного дифференциала с учётом условий эксплуатации.

Ключевые слова: автомобиль, дифференциал, межколёсный привод, условия эксплуатации

Механизмы распределения мощности в трансмиссии автомобилей выполняют важную задачу реализации крутящих моментов на ведущих колёсах [1]. При этом необходимо обеспечить рациональную разность угловых скоростей ведущих колёс при маневрировании и движении по опорным поверхностям с переменными коэффициентами сцепления. В ряде случаев возникает необходимость применения дифференциалов с повышенным или переменным внутренним трением [2, 3].

В большинстве конструкций трансмиссий используются межколесные симметричные конические дифференциалы с малым внутренним трением. К их достоинствам обычно относят простоту и надёжность конструкции, высокий КПД, небольшие размеры и технологичность деталей [1, 4]. Однако эффективное применение дифференциалов с малым внутренним трением ограничивается дорожными и климатическими условиями.

При попадании одного из колёс на поверхность с малым коэффициентом сцепления конический дифференциал не может обеспечить реализацию крутящего момента. Раскручивание одного из ведущих колёс приводит к остановке другого при интенсивном повороте сателлитов дифференциала. При длительном рассогласовании в межколёсном приводе может происходить перегрев и заклинивание деталей дифференциала.

Повышение тяговых свойств и проходимости достигается за счёт блокировки дифференциала либо за счёт затормаживания раскручиваемого колеса с помощью элементов антиблокировочной системы тормозов. В последнем случае достигается меньший эффект, так как заторможенное коле-

со не участвует в реализации крутящих моментов независимо от условий сцепления. При блокировке дифференциала сохраняется возможность работы обоих ведущих колёс даже при плохом сцеплении.

На современных грузовых полноприводных автомобилях обычно предусматривается механическая блокировка межколёсного дифференциала (рис. 1), которая позволяет обеспечить проходимость в сложных дорожных условиях [5].



Рис. 1. Блокируемый межколёсный дифференциал автомобиля КАМАЗ

Основные причины выхода из строя межколёсного дифференциала связаны с износом зубьев полуосевых шестерён и сателлитов, перегревом и, в некоторых случаях, заклиниванием деталей, работающих в парах трения скольжения (сателлит – крестовина, сателлит – чашка дифференциала, полуосевая шестерня – чашка дифференциала). Существенное влияние на нагруженность оказывает выбор конструкции и материала антифрикционных элементов пар трения (колец и втулок). Применение бронзовых втулок позволяет обеспечить низкий коэффициент трения скольжения при высокой износостойкости и работоспособности в тяжёлых условиях. Однако на современных конструкциях чаще применяются полимерные покрытия, что позволяет сократить затраты на производство за счёт исключения дорогостоящих цветных металлов.

Механизм блокировки представляет собой зубчатую муфту, включаемую дистанционно во время остановки автомобиля. Причины отказа механизма могут быть связаны с повреждениями контактных поверхностей зубьев, возникающими при неправильном включении (во время вращения валов), с избыточным трением в шлицевом соединении муфты и полуоси, приводящим к неполному или несвоевременному включению блокировки. Существенное влияние на безотказность дифференциала оказывает окру-

жающая среда и, прежде всего, температурный режим работы. Значительное охлаждение деталей и возникновение температурных градиентов во время эксплуатации приводит к поломкам [6, 7].

Повышение безотказности и долговечности деталей может быть достигнуто за счёт обеспечения рационального теплового режима эксплуатации [8], при контролируемом бортовом подогреве ведущего моста в зимних условиях. С учётом ситуаций проскальзывания колёс, приводящих к значительному нагреву деталей в узлах трения, необходимо выбирать материалы, устойчивые к тепловым нагрузкам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конструкция автомобиля. Шасси / Н. В. Гусаков, И. Н. Зверев, А. Л. Карунин [и др.]. – Москва : МАМИ, 2000. – 528 с. – Текст: непосредственный.

2. Барыкин А. Ю. Самоблокирующийся дифференциал: вероятность и способы использования сцепления колёс с дорогой / А. Ю. Барыкин. – Текст: непосредственный // Автомобильная промышленность. – 2004. – № 9. – С. 17-21.

3. Умняшкин В. А. Влияние межколесных самоблокирующихся дифференциалов на устойчивость и управляемость легковых автомобилей / В. А. Умняшкин, Э. В. Каверина. – Текст: непосредственный // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2008. – № 4 (40). – С. 29-32.

4. Осепчугов В. В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета / В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. – Москва : Машиностроение, 1989. – 304 с. – Текст: непосредственный.

5. Платонов В. Ф. Полноприводные автомобили / В. Ф. Платонов. – Москва : Машиностроение, 1989. – 312 с. – Текст: непосредственный.

6. Бакуревич Ю. Л. Эксплуатация автомобилей на Севере / Ю. Л. Бакуревич, С. С. Толкачев, Ф. Н. Шевелев. – Москва : Транспорт, 1973. – 180 с. – Текст: непосредственный.

7. Семенов Н. В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур / Н. В. Семенов. – Москва : Транспорт, 1993. – 190 с. – Текст: непосредственный.

8. Барыкин А. Ю. Влияние температурного режима дифференциала в зимний период эксплуатации на управляемость и безопасность движения / А. Ю. Барыкин. – Текст: непосредственный // Организация и безопасность дорожного движения: материалы X Международной научно-практической конференции. Том 1. – Тюмень, 2017. – С. 208-211.

ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА И МАГНИТОСТРИКЦИИ ПРИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИИ В КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЯХ

Бевзюк И. С., лаборант, bevzjukis@tyuiu.ru

Ельцова С. М., ассистент-стажер, elcova.sofya@mail.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Конструкционные стали, применяемые в топливно-энергетическом комплексе, нуждаются в высококачественном контроле, что вызывает потребность разработки эффективных измерительных методов неразрушающего контроля. Одним из перспективных направлений такого рода является магнитоакустическая эмиссия. Для изучения данного явления, а также отображения его связи с магнитострикцией в ферромагнитных материалах были проведены эксперименты. Продемонстрирована возможность регистрации сигнала магнитоакустической эмиссии с помощью пьезопреобразователя и показана связь с магнитострикцией.

Ключевые слова: магнитоакустическая эмиссия, сталь 09Г2С, сталь Ст3, магнитострикция.

Основным источником энергии в 21 веке является продукция топливно-энергетического комплекса. Разработка и эксплуатации нефтегазовых производственных проектов невозможна без применения технологического оборудования нефтегазового машиностроения. Однако такое оборудование нуждается в контроле конструкции и материалов, т.к. со временем происходит их износ. Беспереывное и надежное производство является одной из причин экономической выгоды нефтегазовых проектов. Из вышесказанного можно отметить важность исследований, направленных на поиск и развитие технологий, способствующих отслеживать состояние и степень износа материалов технологического оборудования, в частности это регистрация структурных изменений в конструкционных сталях оборудования.

В данной работе рассматривается возможность регистрации изменений структуры и напряженно-деформированного состояния ферромагнитного материала с помощью явления магнитоакустической эмиссии (МАЭ). Это явление было открыто в 1924 г. Хипсом и заключается в возникновении совокупности акустических колебаний, возникающих в ферромагнитном материале при его перемагничивании. Чувствительность данного метода к вышеуказанным параметрам была выявлена в ряде экспериментов [1-2].

В ходе работы проводился эксперимент с целью проверки возможности регистрации сигнала МАЭ при помощи пьезоэлектрического преобразователя GT200 (широкополосный датчик АЭ) и станции акустической

эмиссии UNISCOPE на плоских образцах Ст3 и 09Г2С. При помощи мобильной аппаратно-программной системы магнитной структуроскопии DIUS-1.15M происходило перемагничивание образцов по полной симметричной петле гистерезиса 6 раз на каждый образец.

На рис.2-3 показана зависимость параметров сигнала АЭ, а именно активности и скорости счета, от времени. Можно наблюдать 6 пиков сигнала АЭ, которые строго соответствуют циклам перемагничивания стали.

В работе [2] и [3] упомянута связь сигнала МАЭ и магнитострикции, поэтому целесообразно измерить магнитострикцию изучаемых образцов.

Измерение магнитострикции производилось с помощью тензорезисторов. Схема установки представлена на рис.1.

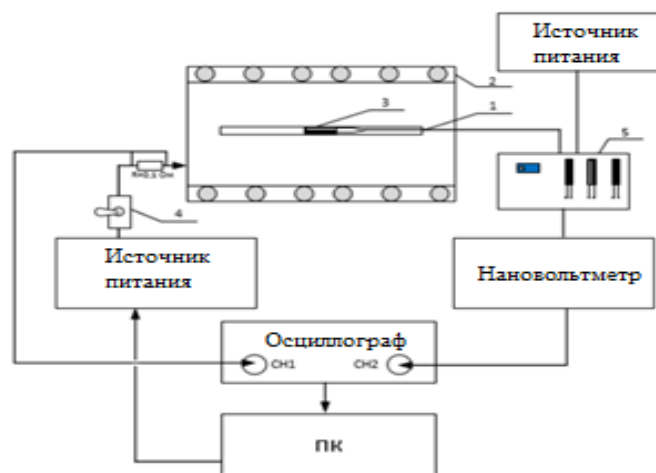


Рис.1 Экспериментальная установка: 1 – образец, 2 - измерительная катушка, 3 – измерительный тензорезистор, 4 – переключатель полярности, 5 – мост сопротивлений с подстроечным резистором

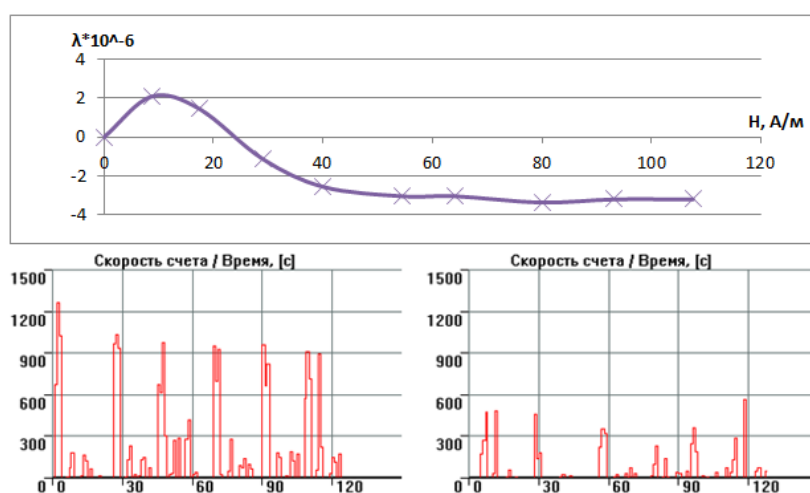


Рис. 2. Зависимость параметров сигнала АЭ (скорость счета и активность) от времени, зависимость коэффициента магнитострикции от напряженности внешнего магнитного поля образца Ст3

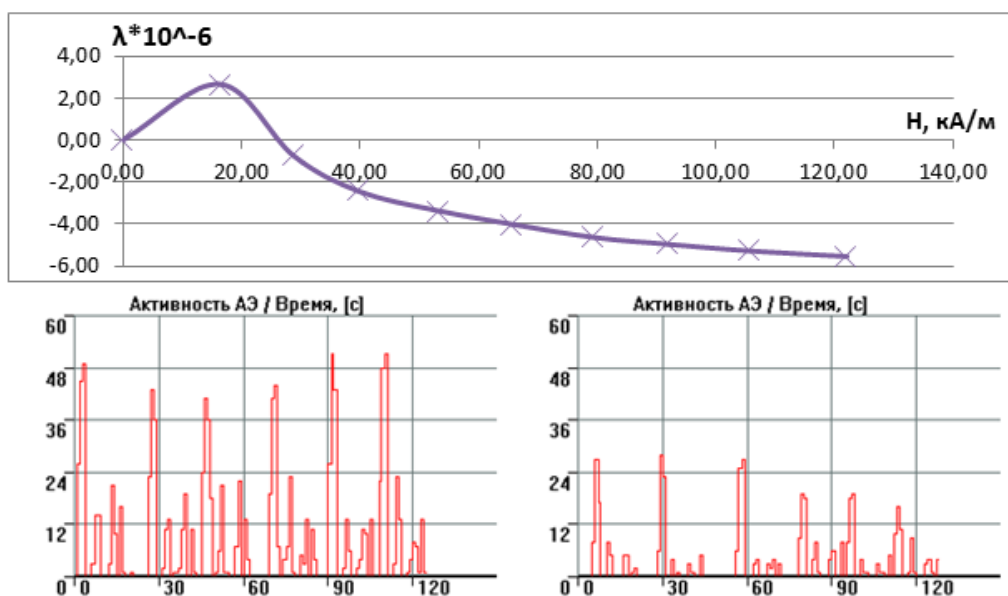


Рис. 3. Зависимость параметров сигнала АЭ (скорость счета и активность) от времени, зависимость коэффициента магнитострикции от напряжённости внешнего магнитного поля образца 09Г2С

Образец стали 09Г2С обладает большим значением магнитострикции, чем образец Ст3, следовательно, сигнал МАЭ должен быть более выражен, что и подтверждают полученные результаты измерений.

Таким образом, можно сделать вывод, что явление магнитоакустической эмиссии в перспективе может быть использовано в неразрушающем контроле сталей, применяемых в машиностроительной, топливно-энергетической и нефтегазовой области.

Работа выполнена при поддержке национального проекта «Наука и университеты» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FEWN-2021-0012).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костин В. Н. Амплитудно-частотные характеристики магнитоакустической эмиссии термообработанных сплавов железа / В. Н. Костин, М. А. Гурьев, О. Н. Василенко. - Текст : непосредственный // Физическая мезомеханика. – 2013. – № 5. – С. 103-110.

2. Бартнев О. А. Способ наблюдения скачков Баркгаузена по излучению звука / О. А. Бартнев, В. А. Хамитов, Э. С. Горкунов. – Текст : непосредственный // Приборы и техника эксперимента. – 1984. – № 1. – С. 187-189.

3. Kwan M. Magnetomechanical acoustic emission of ferromagnetic material at low magnetization levels (type I behavior) / M. Kwan, K. Ono, M. Shibata. – Direct text // Journal of Acoustic Emission. – 1984. – № 3. – P. 144-156.

ОЦЕНКА РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Горбунов А. М., обучающийся, 144219@gmail.com
Темпель О. А., ст. преподаватель, tempeloa@tyuiu.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. На данный момент времени предприятия машиностроительной отрасли внедряют различные методы, инструменты, средства и технологии для повышения эффективности и результативности деятельности в целом. Так, управление рисками является одним из ключевых инструментов, который способствует достижению задач предприятия с минимальными трудовыми, временными и ресурсными затратами, а также сокращению рисков на производстве к нулевой отметке. В статье рассмотрены основные этапы создания и проведения оценки рисков на предприятии.

Ключевые слова: риск, управление, технологии оценки, производство.

С целью минимизации рисков, которые появляются в процессе производства изделий машиностроительных предприятий, возникает необходимость внедрения новых методов и технологий.

При создании системы управления рисками на предприятии необходимо осуществить анализ внешней и внутренней среды. Внешняя среда в данном случае охватывает оценку социальных, нормативных, технологических, экономических и экологических факторов. Внутренняя среда направлена на рассмотрение целей, ценностей и политики предприятия; персонал и рабочих; производственные, технологические и обслуживающие процессы. Комплексная оценка всех факторов, которые влияют на появление рисков, позволит качественно произвести выбор технологий и средств управления ими [1,2].

Основные организационные положения, требования, принципы, критерии, технологии, идентификация рисков регламентированы в ГОСТ Р ИСО 31000-2019 и ГОСТ Р ИСО 58771-2019.

На рисунке 1 представлена схема организации работ по оценке рисков на предприятиях машиностроения с учетом требований стандартов. Схема имеет взаимосвязь каждого этапа проведения оценки, таким образом, что выходные данные настоящего этапа являются входными данными для последующего. Важным этапом в данной схеме является «Выбор технологии», зависит от сложности ситуации; от уровня имеющихся знаний о проблеме; от её новизны [1,2]. Правильно выбранная технология оценки рисков позволит принимать решения об обработке данных; формировать выводы о значимости риска; оптимизировать ряд вариантов решения проблем и другое.

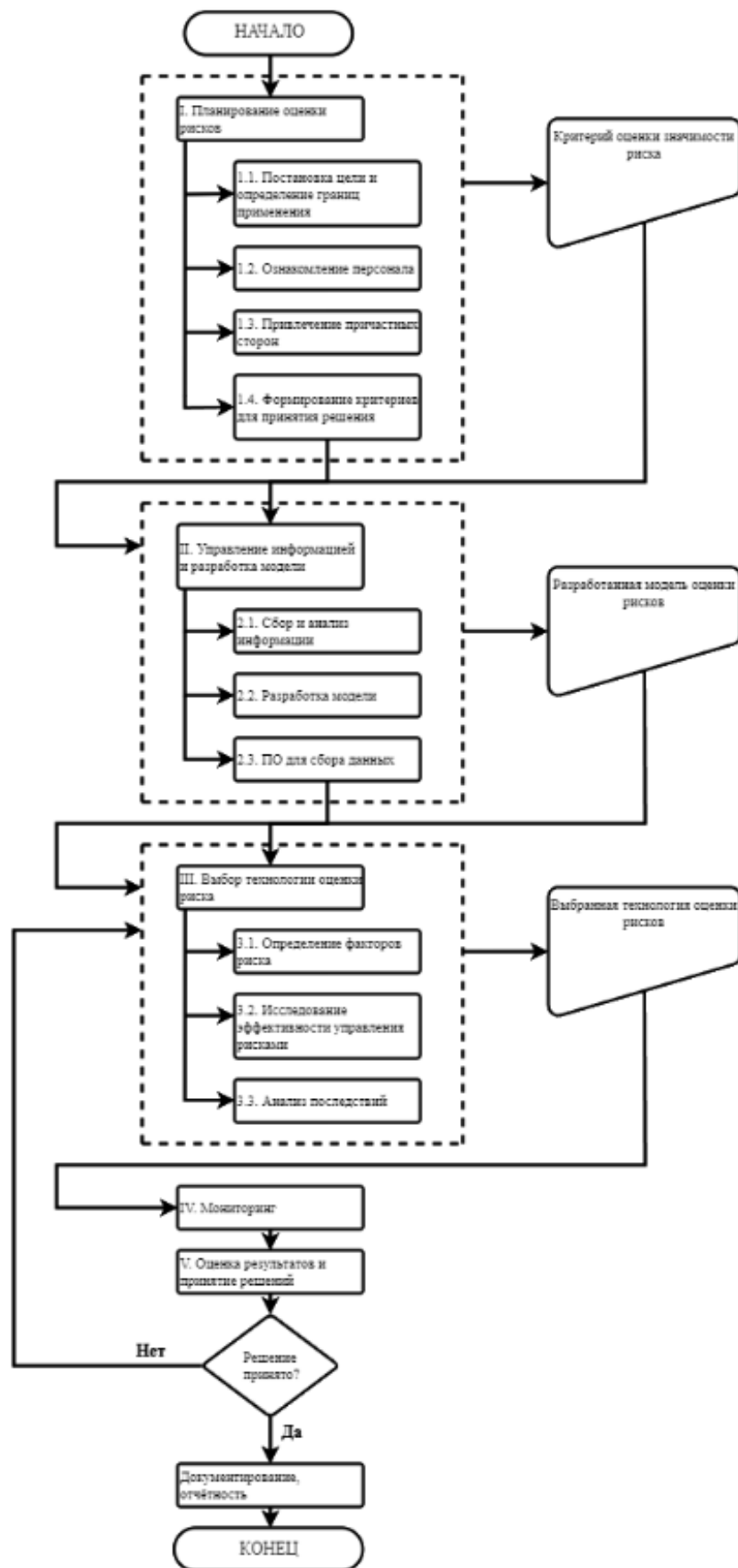


Рис.1. Схема проведения оценки рисков на предприятии [1,2]

Внедрение системы оценки и управления рисками на предприятии позволит:

- выявить основные участки жизненного цикла продукции, где могут возникать риски;
- осуществить прогнозирование и анализ рисков;
- разработать комплекс мероприятий для сокращения или сведения рисков к нулевой отметке;
- выбирать технологии оценки рисков;
- осуществлять контроль и мониторинг;
- анализировать полученные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство : национальный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2019 г. N 1379-ст : введен впервые : дата введения 2019-12-12 / Разработан Техническим комитетом ISO / TC 262. – Москва, 2020. – 19 с. – Текст : непосредственный.

2. ГОСТ Р ИСО 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска : национальный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2019 г. N 1405-ст : введен впервые : дата введения 2019-12-12 / Разработан некоммерческим партнерством «Русское Общество Управления Рисками». – Москва, 2020. – 90 с. – Текст : непосредственный.

УДК 620.179.14

СВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ

Ельцова С. М., ассистент-стажер, elcova.sofya@mail.ru

Проботюк В. В., канд. техн. наук, доцент, probotjukvv@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Повышенные требования к свойствам конструкционных материалов вызывают необходимость разработки более эффективных информационно-измерительных систем неразрушающего контроля. Магнитоакустическая эмиссия является перспективным многопараметровым методом контроля ферромагнитных материалов. Для установления корреляции параметров магнитоакустической эмиссии и механических свойств стали проведено экспериментальное исследование на образцах стали марки 09Г2С. Получено,

что с ростом нагрузки в упругой области сигнал магнитоакустической эмиссии значительно уменьшается для всех образцов.

Ключевые слова: магнитоакустическая эмиссия, сталь 09Г2С, пластическая деформация.

Топливо-энергетический комплекс представляет собой совокупность производств и процессов по добыче топливо-энергетических ресурсов, их преобразованию, транспортировке и потреблению. Широко применяются различные виды оборудования, изготовленные из конструкционных материалов, которые работают в условиях повышенных температур и циклических нагрузок. Высокие требования к свойствам материалов вызывают необходимость разработки более эффективных информационно-измерительных систем и критериев прогнозирования работоспособности материала. Свойства различных деталей и изделий часто невозможно проконтролировать по одной характеристике, поэтому разработка физически обоснованных многопараметровых методов диагностики является актуальной задачей.

Изучение явления эффекта Баркгаузена (ЭБ) показало большой потенциал для использования его в диагностике и прогнозировании предельных характеристик ферромагнитных материалов. К настоящему времени попытки использовать ЭБ сделаны во многих областях неразрушающего контроля - дефектоскопии, структуроскопии и технической диагностике [1].

Экспериментальные исследования по изучению влияния таких факторов, влияющих на параметры магнитоакустической эмиссии (МАЭ), как механические нагрузки, структурные изменения, дефекты кристаллической решетки продолжаются до настоящего времени [2]. Поскольку МАЭ связана с доменной структурой материала, она имеет высокую чувствительность к различным дефектам и изменениям кристаллического строения. В связи с чем метод нашел широкое применение при исследовании структурных превращений, а также упругих и пластических деформаций ферромагнитных материалов.

С целью установления корреляции параметров МАЭ и механических свойств стали было проведено экспериментальное исследование на плоских пропорциональных образцах стали марки 09Г2С. Исследования проводились в два этапа. На первом этапе выполнялась сборка экспериментальной установки и ее калибровка на образцах. Принцип действия установки основан на появлении упругих колебаний, возникающих при перемагничивании ферромагнетика вследствие необратимого смещения 90-градусных доменных границ. После этого определяли частоты переменного магнитного поля, при которых сигнал МАЭ максимален.

По результатам проведения первого этапа были построены графики зависимости активности МАЭ от частоты перемагничивающего поля. Получили, что максимум активности для образцов наблюдался на частотах 5-7 Гц. На втором этапе по диаграммам растяжения выбирали точки, соот-

ветствующие значениям усилий в разных областях деформаций, до которых нагружали образец. После приложения заданной нагрузки останавливали разрывную машину, перемагничивали образцы с частотами 5-7 Гц и регистрировали сигнал акустической эмиссии.

В результате испытаний получили, что с ростом нагрузки в упругой области сигнал МАЭ значительно уменьшается для всех образцов. В области пластических деформаций наблюдается рост сигнала МАЭ. Однако отделить сигнал магнитоакустической эмиссии от сигнала акустической эмиссии не представляется возможным. Полученные результаты могут быть использованы для разработки информационно-измерительных систем на основе магнитного и акустического методов неразрушающего контроля ферромагнитных изделий.

Работа выполнена при поддержке национального проекта «Наука и университеты» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FEWN-2021-0012).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семашко Н. А. Акустическая эмиссия в экспериментальном материаловедении : учебник для вузов / Н. А. Семашко, В. И. Шпорт, Б. Н. Марьин. – Москва : Машиностроение, 2002. – 240 с. – Текст : непосредственный.

2. Бартенев О. А. Способ наблюдения скачков Баркгаузена по излучению звука / О. А. Бартенев, В. А. Хамитов, Э. С. Горкунов. – Текст : непосредственный // Приборы и техника эксперимента. – 1984. – № 1. – С. 187-189.

УДК 621

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ергулович И. Н., бакалавр, ergulovich@gmail.com
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Сельскохозяйственное машиностроение является одной из самых проблемных подотраслей машиностроения в рамках отечественного производства. Связано это с тем, что большая часть аграрной техники либо импортная, либо выработала свой эксплуатационный ресурс. В связи с этим тема является актуальной. В статье представлены результаты работы по исследованию сельскохозяйственной техники и возможность ее модернизации.

Ключевые слова: сельскохозяйственное машиностроение, агроботы, модернизация, беспилотная техника, импортозамещение.

Главной задачей сельскохозяйственного машиностроения является обеспечение аграрного технического парка современной техникой отечественного производства и замена импортной техники, а также модификация имеющихся объектов техники, которые подлежат физическому и моральному износу.

В связи с выше сказанным, цель работы заключается в анализе проблем модернизации сельскохозяйственной техники и возможных путей решения выявленных проблем.

Авторы работы [1] на примере Тверской области выделяют следующие перспективы устойчивого развития регионального рынка сельскохозяйственного машиностроения, которые выделены по результатам интегральной оценки и представлены в виде лепестковой диаграммы на рисунке 1:

- технические и технологические ресурсы;
- уровень информационной прозрачности рынка;
- финансовые и трудовые ресурсы;
- ориентация машиностроения на региональные сельскохозяйственные машиностроения;
- государственное регулирование.

Проблемы заключаются как раз в техническом и технологическом обеспечении, а также финансовой поддержке инноваций и нововведений в рассматриваемой сфере. Государственное регулирование подтверждается программами поддержки развития сельскохозяйственного машиностроения, инновационного развития страны.



Рис. 1. Лепестковая диаграмма по результатам интегральной оценки перспектив устойчивого развития рынка сельскохозяйственной техники на примере Тверской области [1]

По результатам анализа источников [1-3] отечественное производство сельскохозяйственной техники для аграрно-промышленного комплекса характеризуется высоким финансовым вложением, производственными издержками, низкими показателями реализации отечественной техники.

Также большая часть техники импортная, а это значит, что погодные условия и иные условия эксплуатации очень сказываются на ее применении и необходимости модификации по результатам работоспособности на местностях России.

Возможные пути модификации заключаются в применении агроботов, как результат модернизации существующих отработанных моделей тракторов и комбайнов под беспилотное управление. А также всевозможные решения технической и технологической модернизации сельскохозяйственной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларионов А. В. Проблемы и перспективы устойчивого развития регионального рынка сельскохозяйственной техники / А. В. Ларионов, Ю. А. Леметти, И. В. Порошков. – Текст : непосредственный // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 6. - С. 421-431.

2. Мартынушкин А. Б. Направления технической и технологической модернизации российского аграрного производства / А. Б. Мартынушкин. – Текст : непосредственный // Техническое обеспечение сельского хозяйства. - 2019. - № 1. - С. 175-180.

3. Бельченко С. А. Технологическая модернизация - основа эффективности АПК / С. А. Бельченко, М. П. Наумова, В. В. Ковалев. – Текст : непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 7. - С. 127-132.

УДК 681.5

ТИПЫ, ТЕХНОЛОГИИ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Колойтанова А. А., магистрант, delyaaa@icloud.com
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы типов цифровых двойников, их внедрения и способов применения лидирующими компаниями в нефтегазовой отрасли на производстве. В ходе исследования классификации типов цифровых моделей, отображены возможности цифровой трансформации и повышения эффективности производства.

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровизация, цифровая модель, обмен данными, искусственный интеллект

С наступлением четвертой промышленной революции технология цифровых двойников занимает лидирующую позицию в нефтегазовой от-

расли. Все большее количество предприятий стремится к внедрению данной технологии в собственный производственный процесс. Наблюдаемая тенденция обуславливается необходимостью решения задач разной сложности на всех стадиях и этапах создания автоматизированной системы, начиная с её проектирования, заканчивая – эксплуатацией и сопровождением. Решение таких задач в свою очередь позволяет обеспечить оптимизацию производства, а также более гибкую и эффективную работу, гарантирующую высокое качество. Говоря о возможностях цифровых двойников, стоит отметить, что они расширяются, и продолжают расширяться впоследствии по мере поступления новых запросов со стороны человека и науки [1]. Так, первая предложенная концепция цифрового двойника описывала его как абстрактную модель, определяющую структуру моделируемой системы, которая лежит в основе управления жизненным циклом продукта.

На сегодняшний день эксперты в области цифровизации выделяют классификацию цифровых двойников, применяемых на предприятиях, которая состоит из трех типов: цифровые двойники-прототипы (DTP), цифровые двойники-экземпляры (DTI) и агрегированные двойники (DTA) [2]. Выделение нескольких типов цифровых двойников обосновано отличительными признаками применения каждого из них, а также различными технологиями при проектировании и эксплуатации. Тип DTP – информационный виртуальный прототип, подключаемый к оборудованию реального физического объекта. Такая модель получает полную информацию о состоянии, характеристиках и происходящих процессах на объекте. Полученная информация в режиме реального времени отображается на экранах оператора и архивируется. С помощью данной модели можно производить диагностику текущего состояния объекта. DTI – предиктивные цифровые двойники, которые содержат в модели архивные тренды, отображающие данные о всех измерениях, выполняемых процессах на протяжении всего жизненного цикла объекта. Это позволяет производить имитацию работы реального объекта и проверку реализуемости различных задач, а также предсказания поведения объекта в заданных условиях эксплуатации для дальнейшего прогнозирования эффективности технологического процесса. DTA – операционная модель цифрового двойника является вычислительной системой. Она интегрирует все цифровые двойники и их физические объекты, что позволяет производить обмен данными в двух направлениях в режиме реального времени для обработки, учета и хранения полученной информации. Каждая из технологий типов, рассмотренных цифровых двойников, связывает физический объект с цифровым миром и представляет цифровую модель физического объекта или технологического процесса. В связи с тем, что чаще всего нефтегазовые объекты расположены в удаленных местах, предприятия стремятся внедрить данную цифровую технологию для более эффективной эксплуатации и использования высокотехнологичного оборудования [3]. Лидирующие компании на нефтегазовом

рынке, которые внедрили технологию цифровых двойников в свое производство, применяют их с определенными особенностями, исходя из специфики технологического процесса на производстве и желаемого результата.

«Газпром нефть» реализуют решения для цифровых скважин, кернов для оценки объема, характеристики нефти и нефтепродуктов. Это позволяет прогнозировать состояние нефтеперерабатывающих установок, управлять полученными данными и на их основе моделировать производственные процессы для достижения необходимых результатов. На этапе геологоразведочных работ при использовании удаленного доступа к онлайн-сервису, статистике и аналитике становится возможным исследовать месторождения, находить и уточнять расположение пласта нефти, его характеристики и объем запасов. На этапе добычи цифровые двойники, работающая с архивными данными, способствуют определению возможных проблемы при эксплуатации скважин, участков трубопроводов и технологических установок.

Компания «Shell» совместно с компаниями «Akselos» и «LICEngineering» разрабатывают цифровые двойники для морских нефтедобывающих станций [4]. Их разработка основана на анализе выбранных параметров, получаемых от датчиков в режиме реального времени, для прогнозирования работы и предотвращения сбоев. Главной реализуемой задачей является подключением цифровых двойников ко всем целевым системам управления. Это позволяет производить сбор данных с объекта, их анализ с применением искусственного интеллекта для создания цифровых моделей и последующую передачу данных для прогнозной аналитики.

«BP» в своем производственном процессе используют цифровые модели объектов на базе системы моделирования APEX. Компания BP применяет цифровые двойники для контроля над скважинами, нефтепроводами в труднодоступных и удаленных местах. Такие модели реализуют проведение тестирования системы, отработки различных сценариев технологического процесса в безопасном режиме. Также позволяют производить настройку технологических параметров обнаруживать нарушения, исключать ошибки для оптимизации добычи и производства.

Технология цифровых двойников является технологией будущего множества предприятий нефтегазовой отрасли в области проектирования, добычи, переработки, а также транспортировки продукта. Каждый из рассмотренных типов цифровых двойников имеет свою технологию применения, отличающую их от других, но в то же время способную дополнять друг друга. Используя совокупность нескольких типов цифровых двойников в одной системе, можно добиться высокого уровня цифровой трансформации, как отдельного объекта, так и системы в целом. Способы применения цифровых моделей разнообразны и зависят от множества факторов. Специфика технологического процесса, объемы автоматизации, условия эксплуатации, ресурсы - все это должно учитываться при разработке

цифрового двойника для дальнейшего обращения на производстве. Методы искусственного интеллекта и предиктивной аналитики повышают эффективность и обеспечивают безопасность производственных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колойтанова А. А. Необходимость внедрения цифровых двойников в нефтегазовой отрасли / А. А. Колойтанова, Н. В. Лапик. – Текст : непосредственный // Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2022. – С. 107-109.

2. Как цифровые двойники помогают российской промышленности | Rusbase. – Текст : электронный // RB.RU – новые технологии, бизнес и карьера в цифровой экономике : официальный сайт. – 2022. – URL : <https://rb.ru/longread/digital-twin/#:~:text=Некоторые%20эксперты%20выделяют%20три%20типа,до%20того%2C%20как%20он%20случился> (дата обращения : 29.10.2022).

3. Еремин Н. А. Цифровой двойник в нефтегазовом производстве / Н. А. Еремин. – Текст : электронный // Научно-технический журнал «Нефть. Газ. Новации». – 2018. - № 12. – URL: https://www.researchgate.net/publication/330533772_Digital_twin_in_the_oil_and_gas_production (дата обращения: 01.11.2022).

4. Как цифровые двойники помогают искать и добывать нефть. – Текст : электронный // РБК Тренды – Кто и как меняет глобальную экономику : официальный сайт. – 2022. – URL : <https://trends.rbc.ru/trends/industry/613895d29a79477154fec314> (дата обращения : 01.11.2022).

УДК 621.548.5

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ И РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Лосев Д. Я., магистрант, eintiustein@bk.ru

Ишкина Е. Г., канд. техн. наук, доцент, ishkinaeg@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. На данный момент в академической практике существует усложненность методов подбора режимов резания, режущего инструмента и материала режущей кромки. Всё это стандартизировано в справочниках технолога машиностроителя и носит лишь

рекомендательный, обобщенный характер для типовых процессов металлообработки. Чаще всего режимы резания, которые прикрепляет производитель режущих инструментов являются тоже рекомендательными и имеют диапазон значения. Такие параметры достаточно трудно применить в производстве, не имея опыта. Поэтому металлообрабатывающая промышленность давно нуждается к замещающей инновации. В этой статье описан порядок проведения НИР в рамках исследования алгоритмов автоматизированного подбора режущего инструмента и режимов резания для дальнейшего внедрения на металлообрабатывающие предприятия.

Ключевые слова: режущий инструмент, материал, режимы резания, автоматизация производства, металлообработка.

Как правило в производственной практике – осуществлять точную обработку обширной номенклатуры материалов с помощью разнообразных инструментов и подборку к процессам режимов резания способны опытные сотрудники с многолетним стажем. Для стажёров, будущих профессионалов, недостаточно академических знаний для понимания процессов резания, как показывает практика, многие металлообрабатывающие предприятия вынуждены прикреплять к стажёрам профессиональных работников для обучения. Такой метод действенный, но не эффективный, ввиду больших временных и денежных затрат. (Затраченное время опытного кадра, спад темпов обработки деталей, риск поломки РИ и заготовок, а порой и станочного оборудования ввиду человеческих ошибок. Стажеры из-за неопытности больше подвержены таким рискам).

При таком подходе предприятие теряет деньги и усложняет внутренние бизнес-процессы. Порой эти затраты себя не оправдывают и через короткий промежуток времени – стажёр может подписать увольнительную. Причин здесь много. Одна из самых главных – срыв адаптационного периода на предприятии ввиду непонимания применения своих академических навыков.

Изучив патентные решения на Российском рынке, выяснилось, что на сегодняшний день нет каких-либо системных программ или алгоритмов, которые помогали бы автоматизировать процесс подбора РИ, РР и ИМ особенно в частных случаях. Имеющиеся методы проектирования таких производственных процессов обычно, ввиду обширной сложности этой отрасли, малоэффективны, поскольку требуется достаточно много знаний. для понимания подбора инструмента/материала и режимов резания. Обычно это делают опытные токари и фрезеровщики и чаще всего методом проб и ошибок, попутно приводя инструменты и оборудования к браку. Программа «Вертикаль» близкая по систематике решения – не решает проблему подбора РР, РИ и ИМ, но несколько автоматизируется этот процесс путём подключения библиотек, однако оператор программы всё равно вынужден обладать достаточно ёмкими знаниями, чтобы это всё подбирать. К тому же в частных случаях при расчёте РР в САПР ТП «Вертикаль» не учитываются многие факторы, начинающие от изменения коэффициента трения, заканчивающие поправкой на износ инструмента.

Отсюда следует вывод, что металлообрабатывающие предприятия давно нуждаются к внедрению замещающей инновации. Предлагается разработка алгоритмов инновационного подхода автоматизации подбора режущих инструментов и режимов резания для повышения эффективности производственных процессов при металлообработке.

В рамках проведения научно-исследовательских работ будет исследоваться корреляции между режимами резания, обрабатываемого материала, материала инструмента, самого инструмента, термодинамических показателей процесса резки металла и прочее. После этого будет выстраиваться алгоритм логической структуры модулей программы ЭВМ для автоматизации подбора РИ и РР с применением расчетных формул. Далее будут проведены испытания написанной логической структуры программы в симуляторе NX CAM, Swan Soft CNC и др. После подтверждения работы программы на симуляторе планируется проведение эмпирических исследований, направленных на испытание резанием алюминиевого сплава Д16Т с использованием концевых фрез. Фрезерование будет проводится по следующему циклу:

1. Фрезерование с помощью рекомендуемых производителем параметров обработки алюминия Д16Т;

2. Фрезерование с помощью рассчитанных программой режимов резания. Испытания будут проводится на фрезерном станке с ЧПУ Model QC1490 CNC Router Machine;

3. Анализ проведенных испытаний (Контроль качества режущей части инструмента/обработанной поверхности): Проверка Геометрии режущих кромок фрезы и обработанной поверхности на наличие дефектов с помощью цифрового микроскопа;

4. Выводы о проведенных испытаниях и правильности работоспособности автоматизированного расчётчика.

По результатам проведенной научно-исследовательской работы необходимо доказать эффективность написанной, работающей программы ЭВМ для мелкосерийных и среднесерийных производств, а также для малых инновационных предприятий при её внедрении. Также написанные алгоритмы (а в последствии и ПО) очень помогут в академической практике для обучения студентов и наилучшего понимания механообрабатывающих процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иноземцев А. Н. Автоматизированное управление режимами резания металлорежущих станков с использованием самообучающихся систем / А. Н. Иноземцев, Н. И. Пасько, А. В. Анцев. – Текст : непосредственный // Известия ТулГУ. Технические науки - 2013. - Вып. 12. Ч. 1 – С. 40-49.

2. Андреева В. Е. Методика автоматизированного подбора режущего инструмента при токарной обработке деталей на станках с числовым программным управлением / В. Е. Андреева. – Текст : непосредственный // Материалы XLII студенческой научно-практической конференции. – Ковров, 2018. – С. 162-166

3. Сысоев С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. — Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2016. — 352 с. – Текст : непосредственный.

4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / под. общ. ред А. А. Панова. – Москва : Машиностроение, 2004. – 784 с. – Текст : непосредственный.

5. Справочник технолога-машиностроителя / А. М. Дальский, А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков, А. Г. Суслов. – Москва : Машиностроение, 2003. – 374 с. – Текст : непосредственный.

УДК 621

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Макаров Д. С., обучающийся, videosdorian@gmail.com
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В настоящее время для повышения производительности и конкурентоспособности машиностроительные предприятия внедряют и используют автоматизацию производственных процессов. Автоматизация производственных процессов позволяет достичь сокращения несоответствующей продукции из-за ошибок операторов; сделать труд персонала более безопасным, исключив его из опасных зон. В статье рассмотрен анализ основных факторов, влияющих на автоматизацию производственных процессов и преимущество внедрения.

Ключевые слова: автоматизация, производственный процесс, показатели, производительность.

В основе работы любого машиностроительного предприятия лежат технологические процессы. Они включают в себя совокупность процедур, которые выполняются в определённой последовательности, которые в свою очередь направлены на изменение формы, размера и свойств производимого изделия.

Для повышения конкурентоспособности машиностроительного предприятия, уменьшения временных ресурсов и повышения качества выполняемых работ производят автоматизацию технологических процессов. В связи с этим, тема статьи является актуальной.

Цель работы заключается в выявлении перспектив автоматизации технологических процессов в машиностроении.

Методами исследования являются анализ информационных источников по рассматриваемому вопросу.

Автоматизация производственных процессов осуществляется за счет совокупности операций, предполагающих запуск, остановку, поддержание или изменение процесса оперативной работы на объекте в целом.

Замена человеческого труда может быть осуществлена двумя способами: частичное или абсолютное замещение. На производстве процесс осуществляется с помощью автоматики, либо с частичным замещением человеческого труда, однако не все производства могут заменить человеческий труд автоматизированным, в связи с нехваткой мощностей, оборудования или персонала со знаниями в области автоматизированного управления.

Целью автоматизации производственных процессов является не только увеличение производительности труда и повышение качества выпускаемой продукции, но и возможность сделать труд человека на производстве более безопасным, убрав его с опасных промышленных зон.

Обеспечение максимальной эффективности автоматизации процесса можно достичь, соблюдая основные принципы технологии: принцип завершенности, оптимальности, системности, комплексности, взаимозаменяемости и другое [1].

При разработке и внедрении автоматизации производственных процессов необходимо комплексно рассмотреть факторы, которые влияют на показатели производительности, надежности, качества. Данные показатели обеспечивают эффективность и результативность изготовления изделия [1].

Показатели надежности, такие как долговечность, ремонтпригодность, безотказность необходимо учитывать на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Тотальный контроль и мониторинг по показателям качества работ следует проводить на всех этапах разработки производственных процессов и их автоматизации.

Гибкость и автоматизация производственных процессов требует детальной проработанности материала, анализа объекта производства и выбора технологии [1].

Кроме того, не смотря на все положительные стороны автоматизации процессов существует ряд факторов, негативно сказывающихся на предприятии таких как: ограничения технического характера, существующие угрозы безопасности, высокая ценовая политика и непредсказуемость затрат на внедрение и разработку автоматизированных производственных процессов на машиностроительном предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе [и др.]. – Москва : Высшая школа, 2004. — 415 с. – Текст : непосредственный.

2. Макаров А. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / А. М. Макаров. – Текст : непосредственный // Современные достижения в области образования, науки и технологии: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Стерлитамак, 2021. – С. 87-88 .

3. Темпель О. А. Инновационное развитие предприятий машиностроительной отрасли / О. А. Темпель, Ю. А. Темпель, Я. М. Кухарева. – Текст: непосредственный // Инновации в управлении региональным и отраслевым развитием: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень, 2018. – С. 172-173.

Научный руководитель: Темпель Ю.А., канд. техн. наук, доцент

УДК 621

ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Макаров Д. С., обучающийся, videosdorian@gmail.com

Темпель О. А., ст. преподаватель, tempeloa@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В настоящее время активно осуществляется работа по разработке и внедрению инноваций в области техники и технологий. Инновационная активность промышленных предприятий возрастает с каждым годом. Используются результаты интеллектуальной деятельности и новые эффективные методы, технологии и техника, что обеспечивает предприятиям экономический рост. В статье представлена статистическая обработка данных по инновационной деятельности промышленного производства и затратам на технологические инновации.

Ключевые слова: инновационная активность, технологические инновации, патент, производство.

Внедрение достижений науки и техники в промышленное производство определяет результативность и эффективность работы предприятия в целом. Каждый год предприятия проводят оценку уровня инновационной активности по общему и частным показателям, что позволяет сделать выводы и составить перечень рекомендаций, корректирующих и предупреждающих действий для улучшения деятельности в области разработок.

По результатам анализа данных РОССТАТ [1] уровень инновационной активности промышленного производства к 2020 году повышается, результаты отражены на рисунке 1.

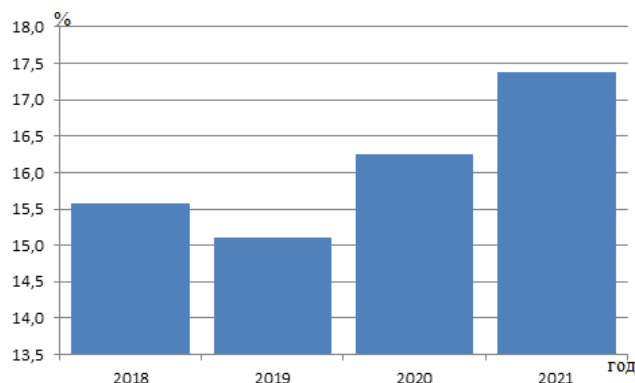


Рис. 1. Уровень инновационной активности промышленного производства с 2018 по 2020 гг.

Затраты на технологические инновации организаций Российской Федерации с 2017-2019 гг. представлены на рисунке 2 [1]. Затраты в некоторых округах увеличиваются в 2019 году по сравнению с 2018 годом почти в 2 раза.

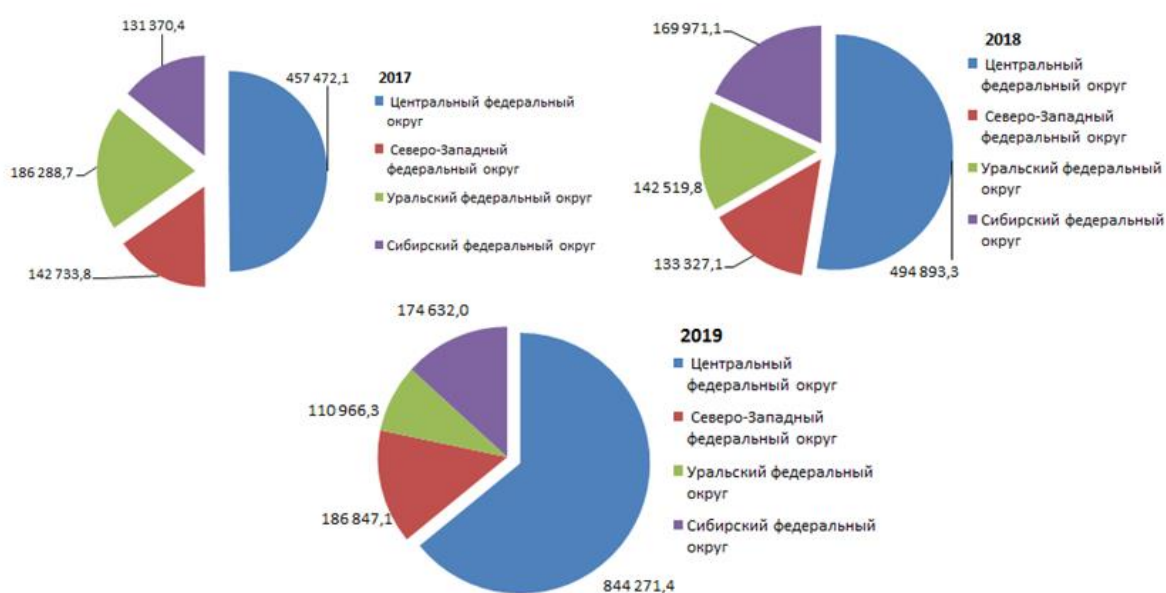


Рис. 2. Затраты на технологические инновации организаций с 2017 по 2019 гг. (руб.)

Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками с 2018-2020гг., представлена на рисунке 3 [1]. Общая численность персонала в 2021 году по сравнению с 2018 годом сократилась на 19.878 человек.

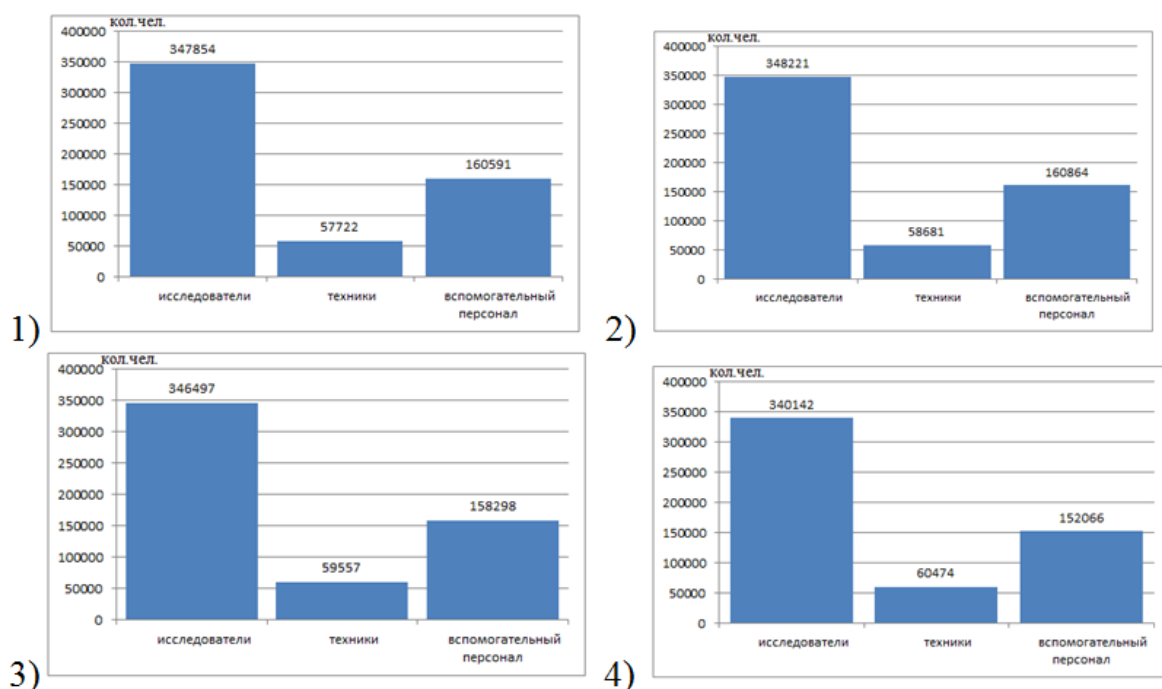


Рис. 3. Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками: 1 – 2018 год; 2 – 2019 год; 3 – 2020 год; 4 – 2021 год

Однако, несмотря на снижение некоторых показателей инновационной активности, по данным Федерального института промышленной собственности [2] (см. рис.4), было выявлено, что за последнее время наблюдается рост поданных заявок на товарный знак. Поскольку является одним из самых востребованных видов интеллектуальной собственности. Это связано со значительным темпом развития предпринимательской деятельности, нуждающейся в защите прав и интересов предприятия [3].

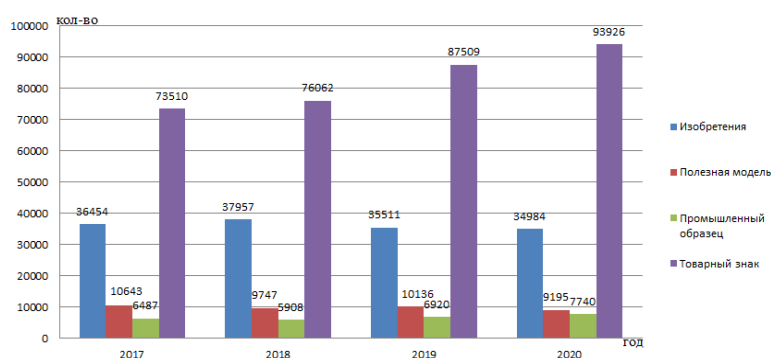


Рис. 4. Распределение поданных заявлений на получение патент по некоторым видам интеллектуальной собственности с 2017-2020гг.

Кроме того, патентная активность возрастает, так как ФИПСом введена автоматизация технологических процессов в системах делопроизвод-

ства, что позволяет осуществлять прием и рассмотрение заявок на изобретения, полезные модели, промышленные образцы и товарные знаки с заявляемыми объектами в виде трехмерных моделей в форматах STEP, U3D, PRC, OBJ или STL. Например, с использованием сервиса электронной подачи заявок АРМ Регистратор в 2021 году были получены 23 трехмерные модели по 15 заявкам на изобретения и полезные модели и 3 трехмерные модели по заявкам на товарные знаки. В 2021 году в системе электронного делопроизводства экспертизы изобретений, полезных моделей стало возможным принимать от заявителей в электронном виде.

Таким образом, рост инновационной активности промышленных предприятий связан в большей степени с техническим уровнем, который является постоянно изменяющейся категорией; развитием потребностей потребителей и научно-техническим прогрессом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наука, инновации и технологии. - Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. - 2022. - <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения : 10.11.2022).

2. Роспатент в цифрах и фактах. - Текст : электронный // ФИПС : официальный сайт. - 2022. - <https://rospatent.gov.ru> (дата обращения : 10.11.2022).

3. Бочков И. Ю. Динамика выдачи патентов на объекты промышленной собственности: анализ статистических данных / И. Ю. Бочков, Ю. А. Темпель. – Текст : непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов. – Тюмень, 2018. – С. 200-203.

УДК 62-118

СХЕМА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

Попов И. П., канд. техн. наук, ст. преподаватель, ip.porow@yandex.ru
г. Курган, Курганский государственный университет

Аннотация. Целью работы является создание осциллятора, не нуждающегося в обмене энергией с приводом. В предлагаемом осцилляторе свободные синусоидальные колебания сопровождаются трансформацией кинетической энергии инертного элемента в кинетическую же энергию другого инертного элемента. Элементы с другим характером реактивности в таком осцилляторе отсутствуют. Актуальность исследования определяется тем, что периодические процессы имеют повсеместное применение.

Ключевые слова: кинетическая энергия, осциллятор, привод, реактивность, инертный элемент.

Для сообщения инертному телу периодических возвратно-поступательных движений требуется затрата соответствующим образом изменяющейся энергии. Это обусловлено тем, что тело обменивается энергией с приводом.

Целью работы является создание осциллятора, не нуждающегося в обмене энергией с приводом.

В классических осцилляторах свободные синусоидальные колебания сопровождаются обменом энергии между его элементами, имеющими противоположный характер реактивности.

В пружинном маятнике груз обменивается энергией с пружиной.

В электрическом колебательном контуре катушка индуктивности обменивается энергией с конденсатором.

Известны колебательные системы, в которых груз или пружина обмениваются энергией с катушкой индуктивности или конденсатором [1, 2].

Все указанные колебательные системы по существу являются *биреактивными*, а именно: $m-k$, $L-C$, $m-L$, $m-C$, $k-L$, $k-C$.

Свободные синусоидальные колебания могут возникать при взаимной трансформации каких угодно физических видов энергии.

Это обстоятельство является побудительным мотивом создания осциллятора, в котором свободные синусоидальные колебания сопровождаются трансформацией кинетической энергии инертного элемента в кинетическую же энергию другого инертного элемента. Элементы с другим характером реактивности в таком осцилляторе отсутствуют.

Такой осциллятор по существу является *монореактивным*, а именно: $m-m$.

Актуальность исследования определяется тем, что периодические процессы имеют повсеместное применение [3–8].

Синтез осциллятора производится на основе трех предпосылок.

Первое. Осциллятор состоит из двух одинаковых по массе грузов.

Второе. Грузы совершают синусоидальные перемещения

$$x_1 = A \sin(\zeta + \zeta_1),$$

$$x_2 = A \sin(\zeta + \zeta_2).$$

Здесь x_1, x_2 – перемещения инертных элементов, A – амплитуда, ζ – изменяющаяся фаза колебаний, ζ_1, ζ_2 – начальные фазы колебаний.

Третье. Суммарная энергия осциллятора со временем не изменяется

$$W_1 + W_2 = \text{const}.$$

Из второй и третьей предпосылок следует

$$\frac{m}{2} \left(\frac{dx_1}{dt} \right)^2 + \frac{m}{2} \left(\frac{dx_2}{dt} \right)^2 = \text{const},$$

$$\cos^2(\zeta + \zeta_1) + \cos^2(\zeta + \zeta_2) = const.$$

Из второго выражения следует, что

$$\zeta_1 + \zeta_2 = \pm \frac{\pi}{2}.$$

Эта формула дает возможность определить конфигурацию монореактивного гармонического осциллятора, которая представлена на рисунке.

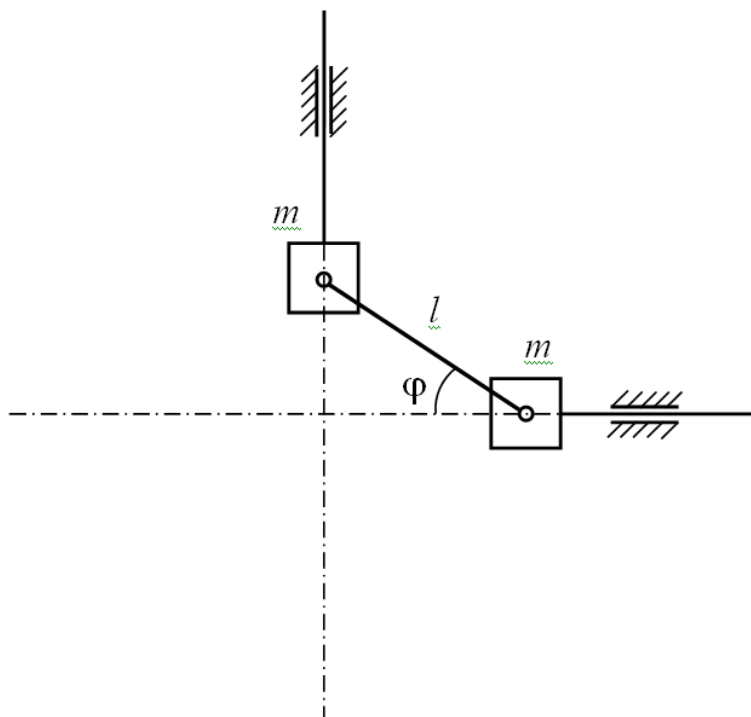


Рис. 1. Монореактивный гармонический осциллятор

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов И. П. Инертно-индуктивный осциллятор / И. П. Попов, Ф. Н. Сарапулов, С. Ф. Сарапулов. – Текст : непосредственный // Вестник Курганского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 2(29). – С. 80–81.
2. Попов И. П. Спонтанные упруго-емкостные колебания в системах автоматики / И. П. Попов. – Текст : непосредственный // Вестник Морского государственного университета им. адмирала Г.И. Невельского. Серия: Автоматическое управление, математическое моделирование и информационные технологии. – 2017. – Вып. 78. – С. 93–97.
3. Петров А. Г. О существовании нормальных координат для вынужденных колебаний линейных диссипативных систем / А. Г. Петров. – Текст : непосредственный // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2022. – № 5. – С. 93-102.

4. Шабо К. Я. Анализ возможных способов гашения механических колебаний с помощью системы управления электроприводом / К. Я. Шабо. – Текст : непосредственный // Приводы и компоненты машин. – 2018. – № 6 (30). – С. 6–8.

5. Кодолич Д. А. О регистрации крутильных колебаний / Д. А. Кодолич. – Текст : непосредственный // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2015. – № 1. – С. 83–90.

6. Эрлих Б. М. Силовое воздействие колебаний нелинейных систем при возникновении двух источников возмущающих сил с различными частотами колебаний / Б. М. Эрлих. – Текст : непосредственный // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2022. – № 1. – С. 36–41.

7. Беличенко М. В. Об орбитальной устойчивости маятниковых движений в приближенной задаче динамики волчка Ковалевской с вибрирующей точкой подвеса / М. В. Беличенко. – Текст : непосредственный // Прикладная математика и механика. – 2022. – Т. 86, вып. 2. – С. 169-185.

8. Селюцкий Ю. Д. Динамика аэродинамического маятника с упруго закрепленной точкой подвеса / Ю. Д. Селюцкий. – Текст : непосредственный // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2022. – № 4. – С. 130-143.

УДК 62-118

РАБОТА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

Попов И. П., канд. техн. наук, ст. преподаватель, ip.porow@yandex.ru
г. Курган, Курганский государственный университет

Аннотация. Целью работы является создание осциллятора, не нуждающегося в обмене энергией с приводом. В предлагаемом осцилляторе свободные синусоидальные колебания сопровождаются трансформацией кинетической энергии инертного элемента в кинетическую же энергию другого инертного элемента. Элементы с другим характером реактивности в таком осцилляторе отсутствуют. Актуальность исследования определяется тем, что периодические процессы имеют повсеместное применение.

Ключевые слова: кинетическая энергия, осциллятор, привод, реактивность, инертный элемент.

Допущения. К инертным элементам внешние силы не приложены. Масса соединительного элемента равна нулю. Потери на трение отсутствуют.

Взаимно ортогональные перемещения инертных элементов имеют вид:

$$x_1 = l \cos \varphi, \quad (1)$$

$$x_2 = l \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right). \quad (2)$$

Текущая фаза φ наилучшим образом подходит на роль обобщенной координаты.

Рассматриваемая механическая система обладает одной степенью свободы, поэтому, соответственно, уравнение Лагранжа второго рода принимает следующую форму:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}}\right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q.$$

Так как активные силы равны нулю, то обобщенная сила тоже равна нулю $Q = 0$.

Суммарная кинетическая энергия системы равна

$$T = \frac{m}{2}\left(\frac{dx_1}{dt}\right)^2 + \frac{m}{2}\left(\frac{dx_2}{dt}\right)^2 = \frac{ml^2}{2}\sin^2\varphi\dot{\varphi}^2 + \frac{ml^2}{2}\cos^2\varphi\dot{\varphi}^2 = \frac{ml^2}{2}\dot{\varphi}^2.$$

Отсюда следует

$$\frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = ml^2\dot{\varphi}, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}}\right) = ml^2\ddot{\varphi} = 0.$$

Это дифференциальное уравнение имеет элементарное решение

$$\frac{d\varphi}{dt} = C_1, \quad \varphi = C_1 t + C_2.$$

Постоянные интегрирования C_1 и C_2 находятся с учетом начальных условий

$$\varphi(0) = \varphi_0,$$

$$\frac{d\varphi}{dt}(0) = \omega_0. \quad (3)$$

Отсюда следует

$$C_1 = \omega_0, \quad C_2 = \varphi_0.$$

С учетом установленных величин перемещения инертных элементов (1) и (2) приобретают вид:

$$x_1 = l \cos(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (4)$$

$$x_2 = l \cos\left(\frac{\pi}{2} - \omega_0 t - \varphi_0\right). \quad (5)$$

Если исходное положение первого инертного элемента равно

$$x_1(0) = x_{10},$$

То

$$\cos \varphi_0 = \frac{x_{10}}{l}, \quad \varphi_0 = \arccos \frac{x_{10}}{l} = \arcsin \frac{x_{20}}{l}.$$

Если исходная скорость второго инертного элемента равна

$$\frac{dx_2}{dt}(0) = v_{20},$$

То

$$l\omega_0 \cos(\omega_0 0 + \varphi_0) = v_{20},$$

$$\omega_0 = \frac{v_{20}}{x_{10}} = -\frac{v_{10}}{x_{20}}. \quad (6)$$

С учетом полученных выражений перемещения инертных элементов и их скорости можно записать в виде:

$$x_1 = l \cos\left(\frac{v_{20}}{x_{10}} t + \arccos \frac{x_{10}}{l}\right), \quad (7)$$

$$x_2 = l \cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{v_{10}}{x_{20}} t - \arcsin \frac{x_{20}}{l}\right), \quad (8)$$

$$v_1 = l \frac{v_{10}}{x_{20}} \sin\left(-\frac{v_{10}}{x_{20}} t + \arcsin \frac{x_{10}}{l}\right),$$

$$v_2 = l \frac{v_{20}}{x_{10}} \cos\left(\frac{v_{20}}{x_{10}} t - \arccos \frac{x_{20}}{l}\right).$$

В монореактивном ($m-m$) гармоническом осцилляторе инертные элементы могут совершать свободные синусоидальные колебания, которые сопровождаются трансформацией кинетической энергии инертного элемента в кинетическую же энергию другого инертного элемента.

В положении, при котором $\varphi = 0$ энергия первого инертного элемента равна нулю. При этом энергия второго элемента имеет максимальное

значение. В следующий момент времени первый элемент приобретает ускорение за счет кинетической энергии второго элемента, скорость которого начинает уменьшаться.

В соответствии с выражениями (3) – (8) в монореактивном ($m-m$) гармоническом осцилляторе могут возникать свободные гармонические колебания [1–7] любой заданной частоты, которая определяется исключительно начальными условиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов И. П. Инертно-индуктивный осциллятор / И. П. Попов, Ф. Н. Сарапулов, С. Ф. Сарапулов. – Текст : непосредственный // Вестник Курганского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 2(29). – С. 80–81.

2. Петров А. Г. О существовании нормальных координат для вынужденных колебаний линейных диссипативных систем / А. Г. Петров. – Текст : непосредственный // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2022. – № 5. – С. 93–102.

3. Шабо К. Я. Анализ возможных способов гашения механических колебаний с помощью системы управления электроприводом / К. Я. Шабо. – Текст : непосредственный // Приводы и компоненты машин. – 2018. – № 6 (30). – С. 6–8.

4. Кодолитч Д. А. О регистрации крутильных колебаний / Д. А. Кодолитч. – Текст : непосредственный // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2015. – № 1. – С. 83–90.

5. Эрлих Б. М. Силовое воздействие колебаний нелинейных систем при возникновении двух источников возмущающих сил с различными частотами колебаний / Б. М. Эрлих. – Текст : непосредственный // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2022. – № 1. – С. 36–41.

6. Беличенко М. В. Об орбитальной устойчивости маятниковых движений в приближенной задаче динамики волчка Ковалевской с вибрирующей точкой подвеса / М. В. Беличенко. – Текст : непосредственный // Прикладная математика и механика. – 2022. – Т. 86, вып. 2. – С. 169–185.

7. Селюцкий Ю. Д. Динамика аэродинамического маятника с упруго закрепленной точкой подвеса / Ю. Д. Селюцкий. – Текст : непосредственный // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2022. – № 4. – С. 130–143.

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Разакова Р. В., аспирант, chernova_riorita@mail.ru

г. Москва, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация. Спрос на горюче-смазочные материалы (ГСМ) возрастает с каждым годом, поэтому тема создания резервуаров для хранения и перевозки ГСМ остается актуальной во всем мире. В данной работе кратко представлены виды резервуаров для хранения и транспортировки горюче-смазочных материалов. Выявлены трудности, которые возникают в связи с эксплуатацией, расчетом и обслуживанием такого рода емкостей. Приводится список наиболее распространенных материалов, из которых изготавливаются резервуары. Особое внимание уделено инновационным резервуарам из полимерных и композиционных материалов.

Ключевые слова: топливные резервуары, композиционные материалы, транспортировка топлива, хранение топлива.

Резервуары для хранения и транспортировки горюче-смазочных материалов являются одними из основных составляющих топливной промышленности, поскольку сопровождают топливный ресурс от этапа добычи до распределения между потребителями. От производителей данных конструкций требуется создание легких, безопасных и прочных емкостей, которые будут выполнять свои функции долгие годы. Резервуары различаются конфигурацией, объемом, материалом изготовления и другими параметрами. Резервуары в процессе эксплуатации сталкиваются с большим количеством нагрузок различной природы. Например, при транспортировке жидкого топлива внутри цистерны происходит движение перевозимой жидкости. Топливные хранилища, даже не перемещаясь как при транспортировке, испытывают колоссальные статические и динамические нагрузки. В своде правил СП 20.13330.2016 предлагается карта Российской Федерации (РФ) с градацией ветровых районов [1]. Вся рассматриваемая территория РФ разделена на VII ветровых районов, а максимальная скорость ветра в одном отдельно взятой области может достигать до 37.7 м/с. Если детально рассмотреть карту, то видно, что к V ветровому району относится девять регионов, к VI и VII ветровым районам по одному, то есть в сумме 11 регионов нуждаются в том, чтобы возводимые на их территории сооружения (в том числе и топливные хранилища), могли противостоять ветровым нагрузкам. При воздействии ветра на резервуар с жидким топливом может возникнуть опасное явление – резонанс. Другое не менее важное направление, которое необходимо тщательно изучить, поведение упругих полимерных резервуаров в процессе наполнения и слива. Такие задачи

относят к области аэрогидроупругости и часто рассчитываются с помощью программных комплексов, использующих численное моделирование. В работе [2] рассматривается проблема и способ численного моделирования резервуара с жесткими стенками при гармоническом динамическом воздействии. Важно подчеркнуть, что численный расчет показывает свою эффективность только после того, как будут точно определены параметры материала.

Наиболее перспективными на сегодняшний день являются резервуары из полимерных и композиционных материалов. Они могут быть с относительно жесткими или упругими стенками. Абсолютно все резервуары в процессе эксплуатации испытывают нестационарные температурные воздействия. Поэтому физико-механические свойства полимерных и композиционных материалов при перепаде температуры должны быть исследованы с особой тщательностью.

Один из перспективных проектов по созданию композитного резервуара был представлен компанией Walbro [3]. На Рис.2. видно, что структура является слоистой и включает в себя два слоя адгезива. Такого рода структуры достаточно сложно рассчитывать, так как приходится учитывать поверхностные взаимодействия на границе раздела двух фаз. При определении механических характеристик, адгезионное взаимодействие слоев в таких структурах играет ключевую роль.



Рис. 1. Обобщенная схема наиболее важных параметров резервуара ГСМ, зависящих от конструкционного материала

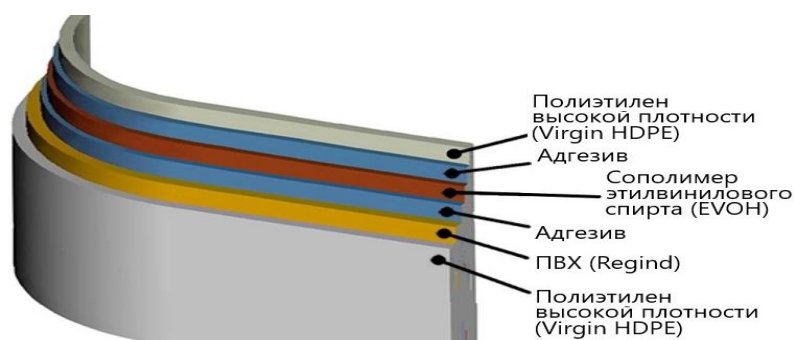


Рис. 2. Структура резервуара Walbro

В работе Р.А. Турусова [4] предложен уникальный метод расчета слоистых структур (метод контактного слоя), который позволяет учитывать контактный слой между склеиваемыми поверхностями. С помощью данного метода открывается возможность рассчитывать термоупругие параметры слоистых композитов. Теория, указанного метода, успешно тестировалась при расчете напряженно-деформированного состояния двухслойного цилиндрического тела [5].

Создание резервуаров для ГСМ на сегодняшний день является одной из важнейших задач. Каждый используемый материал имеет свои преимущества и недостатки, но для исключения критических случаев нужно правильно проводить расчет исследуемых показателей. Полимерные и композиционные материалы достаточно давно изучаются, но до сих пор большинство моделей, используемых для моделирования их поведения, являются упрощенными и не учитывают значительное количество параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нагрузки и воздействия: СП 20.13330.2016: утв. Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (891/пр): ввод. в действие с 04.06.17. - Москва: Минстрой России, 2016. – 72 с. – Текст : непосредственный.

2. Афанасьева И. Н. Адаптивная методика численного моделирования трехмерных динамических задач строительной аэрогидроупругости : 05.13.18: дис. ... канд. техн. наук / И. Н. Афанасьева; Моск. гос. строит. ун-т. - Москва, 2014. - 200 с. – Текст : непосредственный.

3. Marier G. Walbro increases its global production capacity for multilayer fuel tanks to meet growing demand / G. Marier. – URL : <https://Walbro Increases its Global Production Capacity for Multilayer Fuel Tanks to Meet Growing Demand - Walbro/> (date of the application 12.08.2011). - Text: electronic.

4. Турусов Р. А. Адгезионная механика / Р. А. Турусов. - Москва : НИУ МГСУ, 2016. - 228 с. – Текст : непосредственный.

5. Tsybin N. Y. Calculation of two-layer cylinder with application of contact layer model / N. Y. Tsybin, R. A. Turusov, V. I. Andreev. – Direct text // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2018. - Vol. 456. – Article №012063.

УДК 621

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Темпель О. А., ст. преподаватель, tempeloa@tyuiu.ru

Темпель Ю. А., канд. техн. наук, доцент, tempelja@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Отрасль машиностроения развивается в области разработки и применения новых сверхтвёрдых и прочных материалов. Однако, материалы, которые обладают специальными физико-химическими свойствами достаточно сложно обработать. В статье рассмотрено планирование эксперимента по оптимизации параметров процесса резания труднообрабатываемых материалов.

Ключевые слова: оптимизация, эксперимент, матрица планирования, труднообрабатываемые материалы.

Авторы [1-7] занимались вопросами оптимизации процесса резания, повышения точности обработки материалов, разработки новых конструкций сборных режущих инструментов. Все исследования направлены на реализацию обработки труднообрабатываемых материалов и сокращение всех видов издержек при их обработке.

Поскольку, процесс обработки влияет на множество факторов, то актуальным на сегодняшний день является пополнение базы знаний в данной области и повышение результативности производства.

По результатам литературного обзора было выявлено, что существует проблемы при обработке труднообрабатываемого материала, главным образом связанные с повышенной температурой в зоне резания.

В результате был составлен план эксперимента по оптимизации процесса резания труднообрабатываемого материала и определена схема исследования (см.рис.1).

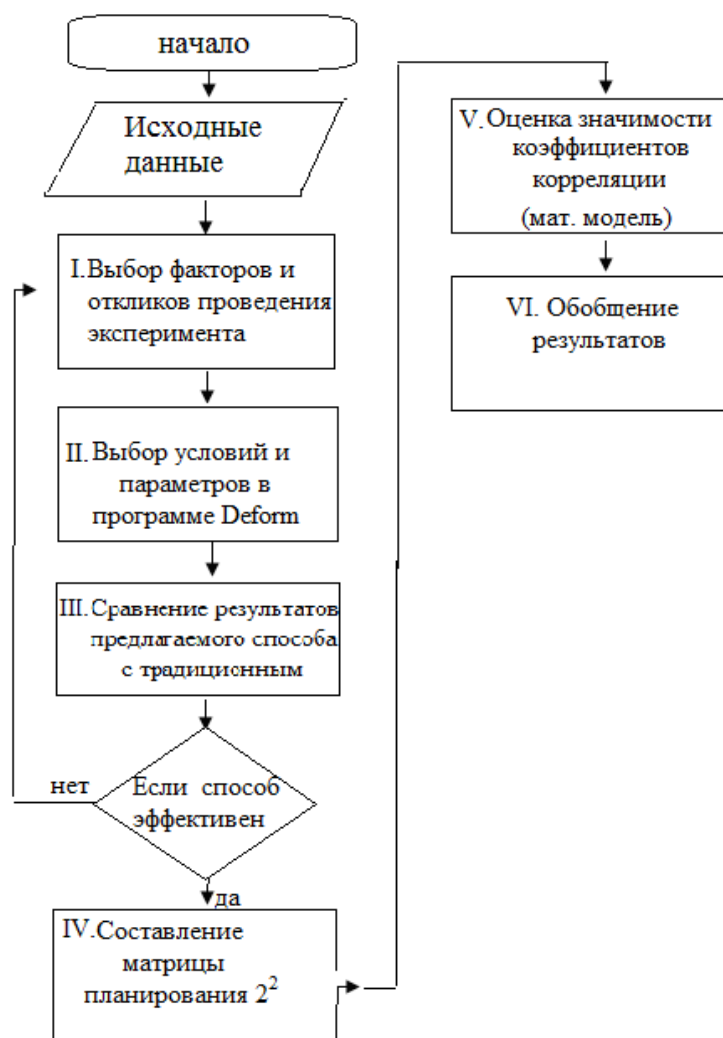


Рис.1. Схема проведения эксперимента

Были выделены следующие этапы планирования эксперимента:

- 1) сбор и анализ информации;
- 2) выбор факторов и откликов, области экспериментирования;
- 3) определение математической модели для представления экспериментальных данных;
- 4) выбор критерия оптимальности;
- 5) выбор программных продуктов для проведения модельного эксперимента;
- 6) определение метода обработки данных;
- 7) проведение эксперимента с применением программного продукта;
- 8) проверка полученных экспериментальных данных;
- 9) обработка результатов эксперимента;
- 10) выводы и рекомендации.

По результатам исследования осуществляется сравнение данных предлагаемого способа с традиционным, если способ эффективен, то про-

водится построение матрицы планирования 2². После всех основных этапов происходит обобщение полученных данных.

Данное планирование эксперимента позволит:

- осуществить модельный эксперимент в определенной последовательности;
- сократить временные и трудовые ресурсы;
- определить параметр оптимизации;
- определить дальнейшую область исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ставышенко А. С. Показатели качества процесса физико-технической обработки поверхности деталей из нержавеющей стали / А. С. Ставышенко. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2008. - №3 (70). - С. 45-47.

2. Ставышенко А. С. Повышение качества поверхности деталей из нержавеющей сталей способом электрохимического полирования в режиме нестационарного электролиза / А. С. Ставышенко. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. – 2009. - №3 (70). - С. 78-81.

3. Механика разрушения и прочность сменных режущих пластин из твердых сплавов : учебное пособие / Е. В. Артамонов, Т. Е. Помигалова, А. М. Тверяков, М. Х. Утешев. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 148 с. - Текст : непосредственный.

4. Повышение межремонтного ресурса лопаток турбин на основе исследования их напряженно-деформированного состояния / В. М. Костив, Т. Е. Помигалова, А. Н. Джабаев, А. С. Штин. – Текст : непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. - №11 - С. 218-225.

5. Геометрические параметры и модель разрушений режущего лезвия инструмента / А. А. Силич, М. Х. Утешев, Р. Ю. Некрасов [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2012. – № 2. – С. 108-113.

6. Физические процессы на режущих поверхностях инструментов из сверхтвердых материалов / В. А. Белозёров, А. А. Силич, М. Х. Утешев, А. Н. Коротков. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2012. – № 3. – С. 91-93

7. Верещака А. С. Повышение работоспособности режущего инструмента при обработке труднообрабатываемых материалов путем комплексного применения наноструктурированного износостойкого покрытия и твердого сплава оптимального состава / А. С. Верещака, А. В. Дачева, А. И. Аникеев. – Текст : непосредственный // Известия МГТУ «МАМИ». – 2010. – №.1 (9). – С. 99-105.

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Темпель О. А., ст. преподаватель, tempeloa@tyuiu.ru

Темпель Ю. А., канд. техн. наук, доцент, tempelja@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Машиностроительная отрасль усиливает темпы развития. Всё чаще предприятия внедряют и используют автоматизированные системы (АС) управления основными и вспомогательными процессами. В статье рассмотрены основные этапы создания автоматизированных систем в соответствии с ГОСТ 34.601-90.

Ключевые слова: автоматизированная система, машиностроение, этапы создания.

Производственный процесс сложная структура, которая включает в себя множество подпроцессов. Основные, вспомогательные и обслуживающие процессы должны быть взаимосвязаны между собой, чтобы осуществлять контроль и мониторинг на каждом этапе. Для сокращения всех видов ресурсов на предприятиях машиностроения внедряются автоматизированные системы управления производственными и технологическими процессами.

Разработка автоматизированных систем включает в себя несколько этапов:

- Анализ объекта и обоснование создания АС;
- Формирование требований;
- Разработка концепции;
- Разработка технического задания, эскизного и технического проекта;
- Осуществление пуско-наладочных работ и ввод в эксплуатацию.

На рисунке 1 представлена блок-схема, в которой представлены основные этапы, входные и выходные данные.

Кроме того, стандартом регламентировано, что каждый этап имеет стадии разработки АС.

Осуществление мониторинга и контроля на каждой стадии позволит исключить возможные риски при переходе на дальнейший этап.

Применение данного документа с разработанной блок-схемой позволит сократить время на реализацию и создание автоматизированных систем управления производством.

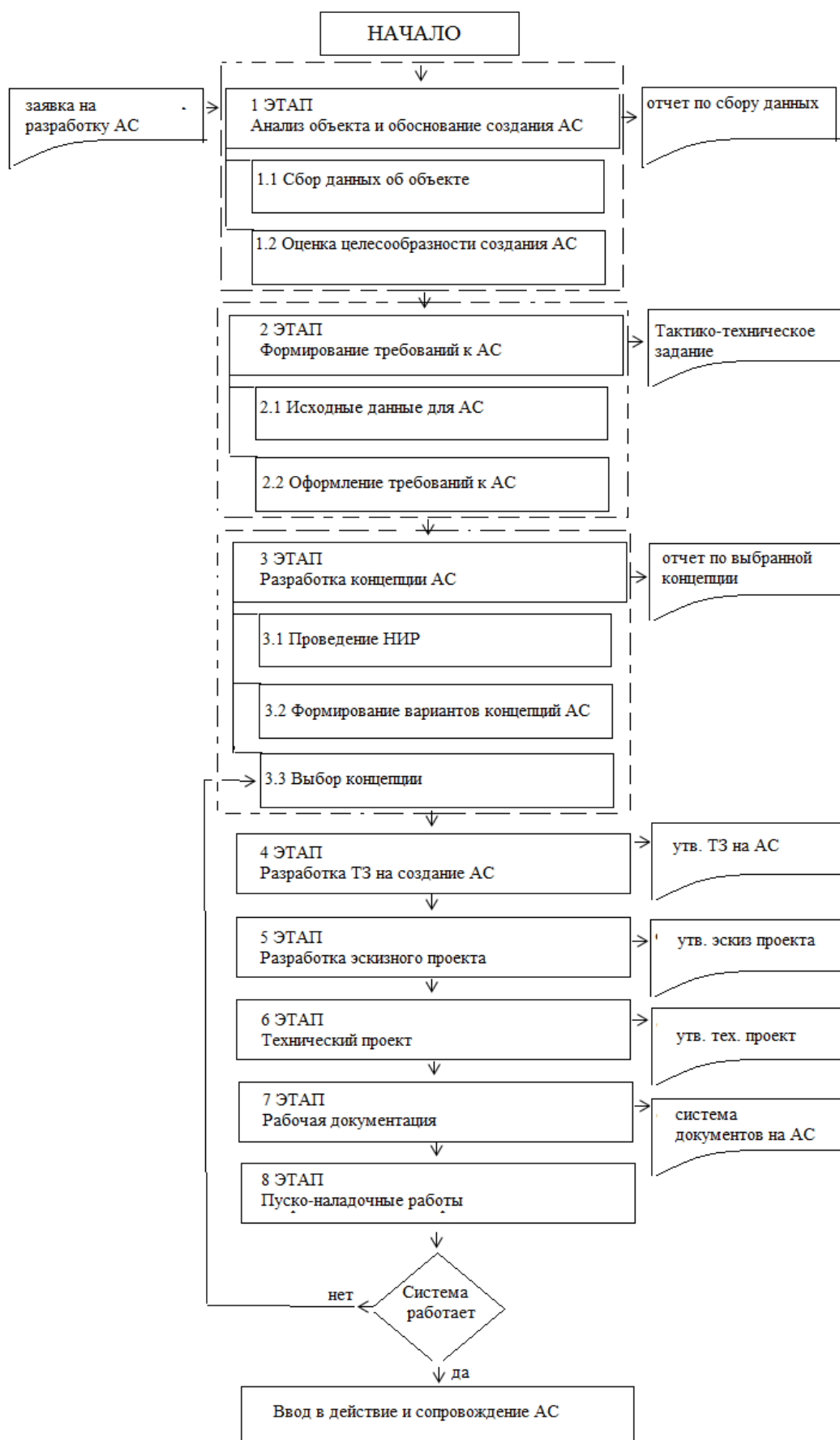


Рис.1. Блок-схема создания автоматизированных систем [1,2]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 34.003-90 Автоматизированные системы. Термины и определения : межгосударственный стандарт : издание официальное : утв. и введ. в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27.12.90 N 3399 : введ. взамен ГОСТ 24.003-84, ГОСТ 22487-77 / разработан Министерством электротехнической промышленности и приборостроения СССР – Москва : Стандартиформ, 2009. – 32 с. – Текст : непосредственный.

2. ГОСТ 34.601-90. Автоматизированные системы. Стадии разработки : межгосударственный стандарт : издание официальное : утв. и введ. в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 29.12.90 № 3469 : введ. взамен ГОСТ 24.601-86, ГОСТ 24.602-86 / разработан Государственным комитетом СССР по управлению качеством продукции и стандартам. – Москва : Стандартиформ, 2009. – 6 с. – Текст : непосредственный.

УДК 621

КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА ПРИ УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Темпель Ю. А., канд. техн. наук, доцент, tempelja@tyuiu.ru

Батраков Д. А., обучающийся, batrdima@mail.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Контроль качества машиностроительной продукции и производства является важной составной частью не только проверочных мероприятий годности деталей, но и аспектом проверки актуальности и возможности применения новых технологий и инноваций в области обеспечения точности металлообработки. В статье представлены результаты обработки статистических данных эксперимента при контрольной операции диаметральных размеров деталей.

Ключевые слова: технологический процесс, контроль, контрольные карты Шухарта, эксперимент, точность, металлообработка.

Управление качеством как деятельность целенаправленного воздействия на объект или субъект производственных процессов машиностроения служит основой для обеспечения и улучшения качества металлообработки и изделий по средствам инструментов, методов и средств в данной области. Например, можно выделить три направления в области управления геометрической точностью металлообработки: оптимизация

режимов резания, автоматизированные средства для управления процессами и станками с ЧПУ, диагностика и прогнозирование стойкости режущего инструмента. Авторы работ [1-7] как раз занимаются проработкой вопросов, указанных выше.

Проблемы точности металлообработки и обеспечения качества деталей и изделий машиностроения обусловлены большим количеством факторов, влияющим на процесс, причем если систематические погрешности можно учесть в соответствии с использованием современных достижений науки и техники, то случайные учесть фактически невозможно, но обеспечить минимально возможные отклонения от заданных параметров можно. Так в работе автора [7] предлагается методика технической подготовки производства, заключающаяся в автоматизированной коррекции управляющей программы на станок с ЧПУ по средствам разработанной информационной базы и цифровых технологий CAD/CAE/CAM проектирования и моделирования и взаимосвязи использования этой цепочки систем на этапах конструкторской и технологической подготовки производства.

Цель работы заключается в исследовании экспериментальных данных, полученных по результатам апробации методики автора [7] по средствам контрольных карт.

Методы и средства: анализ, простые инструменты качества – контрольные карты по количественным признакам, программная среда Excel.

Принято решение провести статистическое регулирование технологического процесса изготовления втулки. За показатель качества выбран наружный диаметр втулки, равный 44 мм, и его качество точности с допуском на размер, в соответствии с конструкторской документацией h9. Строить будем в работе контрольную $\bar{X} - S$ – карту и проводить по ней статистический анализ процесса. В качестве контрольного средства применена координатно-измерительная машина.

Результаты замеров действительных диаметров представлены на рисунке 1. Расчеты проводились в программной среде Excel по известным эмпирическим формулам расчетов параметров $\bar{X} - S$ – карты. Результаты расчетов представлены на рисунке 1.

№ выборки	Результаты контроля				Карта средних значений								Карта СКО			
	Хср	Хср ср	Кн	Кв	Тн	Тв	S	Scp	Кн	Кв						
1	43,931	43,93	43,94	43,988	43,986	43,9665	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,029479	0,025278	0,003676	0,041	
2	43,978	43,98	43,982	44	43,92	43,972	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,030364	0,025278	0,003676	0,041	
3	44,001	43,956	43,96	43,989	43,989	43,979	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,019837	0,025278	0,003676	0,041	
4	43,91	43,986	43,996	43,985	43,932	43,9618	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,038291	0,025278	0,003676	0,041	
5	43,944	43,979	43,989	43,978	43,988	43,9756	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,018366	0,025278	0,003676	0,041	
6	43,94	43,945	43,946	43,986	43,999	43,9632	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,027234	0,025278	0,003676	0,041	
7	43,978	43,98	43,96	43,98	43,96	43,9716	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,010621	0,025278	0,003676	0,041	
8	43,999	43,975	43,997	43,941	43,971	43,9766	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,023554	0,025278	0,003676	0,041	
9	43,998	43,942	43,988	43,912	43,951	43,9582	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,035074	0,025278	0,003676	0,041	
10	43,998	43,963	43,944	43,928	43,932	43,953	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,028601	0,025278	0,003676	0,041	
11	44	43,956	43,978	43,989	43,995	43,9836	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,017473	0,025278	0,003676	0,041	
12	43,921	43,956	43,962	43,942	43,987	43,9536	43,96789	43,95	43,987	43,94	44	0,02444	0,025278	0,003676	0,041	

Рис. 1. Результаты расчетов для построения контрольных карт Шухарта в программной среде Excel

В соответствии с расчетами построены контрольные карты, одна из которых, \bar{X} –карта, представлена на рисунке 2.

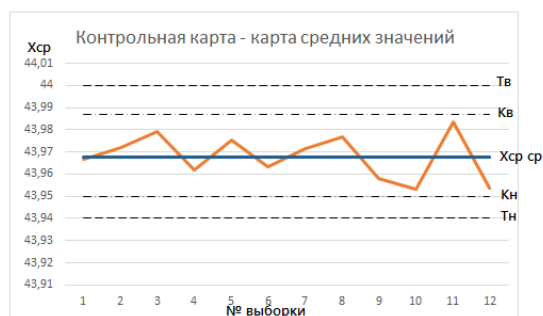


Рис. 2. \bar{X} –карта рассматриваемых результатов технологической операции

Анализ полученных результатов расчетов и наглядного представления данных в виде контрольной карты Шухарта говорит о том, что рассеяние диаметра втулки приемлемо, и по рассеянию процесс стабилен, поскольку на s-карте нет показаний разлаженности процесса. Однако, в десятой и одиннадцатой выборках наблюдается разброс от средней линии нескольких результатов, но является допустимым, так как они находятся в установленных пределах допуска. Видимо, в течение процесса изменилось математическое ожидание диаметра. Следует уточнить параметры по предлагаемой методике и провести управляющее воздействие на процесс.

Контрольные карты Шухарта позволяют как по качественным, так и по количественным характеристикам технологического процесса наглядно представить результаты контроля качества и применить управленческое решение в конкретном направлении уменьшения возникающих несоответствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ставышенко А. С. Показатели качества процесса физико-технической обработки поверхности деталей из нержавеющей стали / А. С. Ставышенко. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2008. - №3 (70). – С. 45-47.

2. Ставышенко А. С. Повышение качества поверхности деталей из нержавеющей сталей способом электрохимического полирования в режиме нестационарного электролиза / А. С. Ставышенко. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. – 2009. - № 3 (70). – С. 78-81.

3. Геометрические параметры и модель разрушений режущего лезвия инструмента / А. А. Силич, М. Х. Утешев, Р. Ю. Некрасов [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2012. – № 2. – С. 108-113.

4. Физические процессы на режущих поверхностях инструментов из сверхтвердых материалов / В. А. Белозёров, А. А. Силич, М. Х. Утешев, А. Н. Коротков. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2012. – № 3. – С. 91-93.

5. Повышение межремонтного ресурса лопаток турбин на основе исследования их напряженно-деформированного состояния / В. М. Костив, Т. Е. Помигалова, А. Н. Джабаев, А. С. Штин. – Текст : непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – №11 – С. 218-225.

6. Механика разрушения и прочность сменных режущих пластин из твердых сплавов: учебное пособие / Е. В. Артамонов, Т. Е. Помигалова, А. М. Тверяков, М. Х. Утешев. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 148 с. – Текст : непосредственный.

7. Некрасов Р. Ю. Автоматизированная коррекция управляющих программ для станков с ЧПУ по трансформируемой САД-модели мало- жесткой заготовки в рамках технической подготовки производства / Р. Ю. Некрасов, Ю. А. Темпель. – Текст : непосредственный // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2021. – №1(56). – С. 33-38.

УДК 621

ПРИМЕНЕНИЕ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН В МАШИНОСТРОЕНИИ

Темпель Ю. А., канд. техн. наук, доцент, tempelja@tyuiu.ru

Батраков Д. А., обучающийся, batrdima@mail.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Для контрольных операций на машиностроительных операциях все чаще применяются особо точные контрольные средства и техника. Особенно их применение актуально в авиационном и космическом машиностроении. В связи с этим тема является актуальной. В статье представлены результаты работы по изучению особенностей координатно-измерительных машин и принцип работы.

Ключевые слова: технологическая операция, точность, металлообработка, автоматизация работ, надежность.

Предприятия машиностроительного производства внедряют все чаще измерительные машины и средства повышенной точности. Связано это с тем, что предъявляются все более высокие требования к деталям и изделиям машиностроения, которые проконтролировать с использованием механических средств представляет затруднения.

В связи с выше сказанным цель работы заключается в изучении и исследовании особенностей применения координатно-измерительных машин.

Классификация координатно-измерительных машин по основным классификационным признакам представлена на рисунке 1.

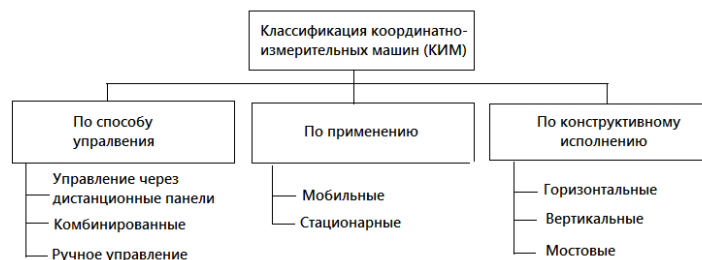


Рис. 1. Схема классификации координатно-измерительных машин

Чаще всего в машиностроительном производстве применяют комбинированные КИМ, которые позволяют реализовать как механическое, так и электронного управления. По применению в серийном производстве используют стационарные КИМ, которые устанавливаются в конвейерном производстве под конкретный вид и форму измерительного объекта.

Авторы [1,2,3,4,5,6] рассматривают КИМ, как актуальное решение для повышения производительности и точности контроля сложных поверхностей; измерения основных параметров и автоматизации контроля.

Принцип работы на координатно-измерительных машинах предполагает в основном два этапа: первый – заключается в определении координатной модели / схеме; второй – в считывании информации геометрических параметров исследуемого объекта.

На рисунке 2, как пример показаны результаты замеров действительных наружных диаметров втулки, рассматриваемой в работах [7]. Измерения проводились в лаборатории ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» в рамках работы [7] на координатно-измерительной машине в 5 сечениях по длине детали, которые представлены на рисунке 2.

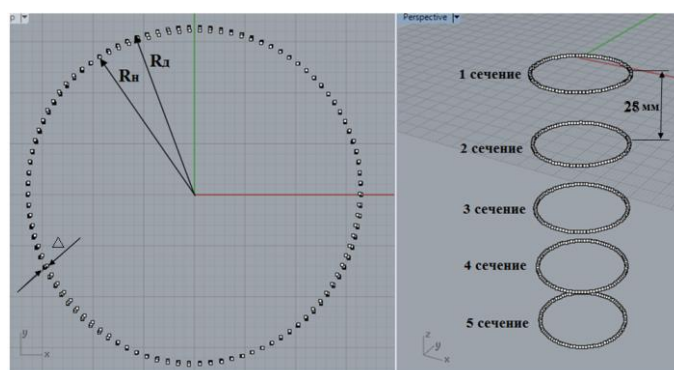


Рис. 2. Результаты измерений после обработки партии деталей по предлагаемой:
 R_n – номинальный радиус детали; R_d – действительный радиус детали;
 Δ - величина отклонения действительного диаметра детали от номинального

Результаты действительных диаметров детали после обработки заготовки и обработки после измерений на КИМ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты замеров действительного диаметра детали

Цех автоматный	Оборудование: Токарный центр SMTCL CAK50135; Токарный станок с ЧПУ TRENDS-520 система Simens-840; Токарный станок с ЧПУ MASTURN 1500 система Heidenhain; Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GS-3600 система FANUK-0i			Контролируемая операция – точение	Контролируемый параметр – Ø44h9
Объем контроля N=60	Объем выборки n=5		Средство контроля – координатно-измерительная машина		
№ выборки	Результаты контроля, мм				
1	43,931	43,93	43,94	43,988	43,986
2	43,978	43,98	43,982	44	43,92
3	44,001	43,956	43,96	43,989	43,989
4	43,91	43,986	43,996	43,985	43,932
5	43,944	43,979	43,989	43,978	43,988
6	43,94	43,945	43,946	43,986	43,999
7	43,978	43,98	43,96	43,98	43,96
8	43,999	43,975	43,997	43,941	43,971
9	43,998	43,942	43,988	43,912	43,951
10	43,998	43,963	43,944	43,928	43,932
11	44	43,956	43,978	43,989	43,995
12	43,921	43,956	43,962	43,942	43,987

Таким образом, по результатам измерений получены значения по окружности в 100 точках в пяти сечениях по длине детали, которые были преобразованы в действительный диаметр контролируемой детали, что позволяет далее проводить анализ, используя инструменты контроля и управления качеством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров О. В. Анализ основных факторов при контроле сложных поверхностей на координатно-измерительных машинах / О. В. Захаров, Ф. В. Гречников, А. А. Королев. – Текст : непосредственный // Вестник научных конференций. – 2016. – № 9(13). – С. 77-79.

2. Тильтаев Н. С. Методика измерений геометрических характеристик шестерни насоса на координатно-измерительной машине / Н. С. Тильтаев, А. В. Тигнибидин. – Текст : непосредственный // Метрология, стандартизация и управление качеством: материалы II Всероссийской научно-технической конференции. – Омск, 2012. – С. 62-63.

3. Плиско О. П. Измерение зубчатых колес и резьбовых деталей на координатно-измерительной машине / О. П. Плиско, В. А. Попова, Е. В. Николаева. – Текст : непосредственный // Стандартизация, метрология и управление качеством: материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Омск, 2015. – С. 133-135.

4. Демин Ф. И. Использование координатно-измерительной машины для контроля сложно-конструкционных деталей / Ф. И. Демин, Е. В. Афанасьева. – Текст : непосредственный // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: труды международной научно-технической конференции. – Самара, 2003. – С. 222-225.

5. Гречников Ф. В. Направления повышения производительности и точности контроля сложных поверхностей на координатно-измерительных машинах / Ф. В. Гречников, О. В. Захаров, А. А. Королев. – Текст : непосредственный // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта: труды XVI-ой международной молодежной конференции. – Владивосток, 2016. – С. 223-225.

6. Кувалдина А. А. Измерения резьбовых деталей, зубчатых колес и шестерен на координатно-измерительных машинах / А. А. Кувалдина, Н. Е. Пимнева, Е. В. Николаева. – Текст : непосредственный // Метрология, стандартизация и управление качеством: материалы II Всероссийской научно-технической конференции. – Омск, 2017. – С. 32-33.

7. Некрасов Р. Ю. Автоматизированная коррекция управляющих программ для станков с ЧПУ по трансформируемой САД-модели маложесткой заготовки в рамках технической подготовки производства / Р. Ю. Некрасов, Ю. А. Темпель. – Текст : непосредственный // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2021. – № 1 (56). – С. 33-38.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ИОНИЗАТОР ВОЗДУХА «ИОН22»

Федосеев Э. В., бакалавр, eduard.fedoseev@list.ru
Лебедев С. Ю., ст. преподаватель, lebedevsj1@tyuiu.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. На протяжении многих лет водители и автолюбители замечают интересную вещь, что до грозы или во время дождя их автотранспортное средство едет намного лучше, а расход топлива остается прежним. Оказывается, что такой положительный результат на ДВС воздействует озоновый воздух, который образуется в это время. Данная тема является актуальной, так как из окружающего воздуха можно повысить мощность двигателя при таком же расходе топлива. Превращая воздух в озон, происходит увеличение коэффициента полезного действия. Целью статьи является разработка устройства, которое будет ионизировать воздух во впускном коллекторе. Задача статьи заключается в анализе существующих видов ионизаторов и способов его изобретения.

Ключевые слова: ионизатор, устройство, двигатель внутреннего сгорания, озон, ионизированная лампа.

Рассмотрим принцип действия и предназначение использования озонатора и ионизатора. 1) Ионизатор — устройство, которое разделяет молекулы воздуха на положительные и отрицательные аэроионы. 2) Озонатор — устройство, создающее высокие концентрации озона в помещении, например, для дезинфекции. Зная принципы и различия этих двух устройств. Будет использоваться ионизатор.

Перед грозой воздух насыщается отрицательными ионами, так как происходит разряжение воздуха и образование озона (трёхатомная молекула O₃ аллотропная модификация кислорода).

Ионизация может служить неплохим средством для увеличения мощности двигателя автомобиля.

Новейшая разработка будет состоять из блока розжига лампы и самой лампы. (рис.1, 2). Чтобы избежать потери и нагрузки на генератор, воспользуемся отдельным блоком розжига лампы (рис.3). Необходимые характеристики блока розжига для его функционирования без нагрузки на двигатель и генератор: напряжение от 8 до 16 вольт, сила потребляемого тока от 3 до 6 ампер. Среднее потребление энергии составит около 35 – 55 Ватт.

Если не будет хватать мощности генератора для зарядки аккумулятора, можно поставить более мощный генератор, или увеличить мощность имеющегося генератора с помощью регулируемого диодного моста, или установить электролитический конденсатор, позволяющий увеличить мощность в 1,5 раза. Ионизатор не понижает КПД двигателя, так как он не создаёт дополнительных нагрузок на ДВС.

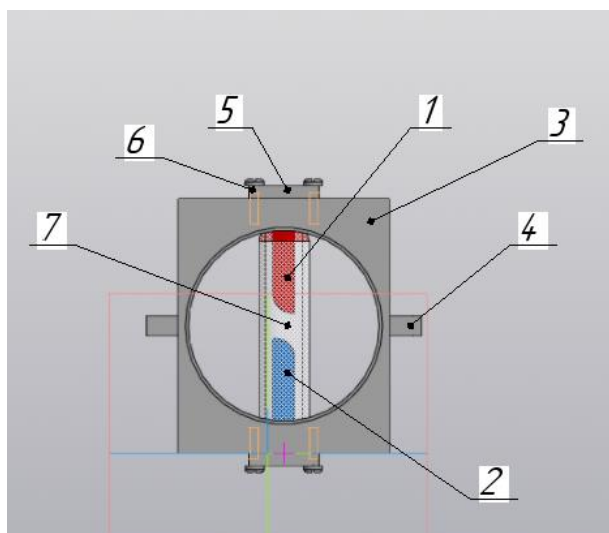


Рис. 1. "ИОН22" 1 – Анод (+); 2 – Катод (-); 3 – Корпус устройства; 4 – Уши крепления; 5 – Крышка лампы; 6 – Винты крепления; 7 – Ионизационная лампа.

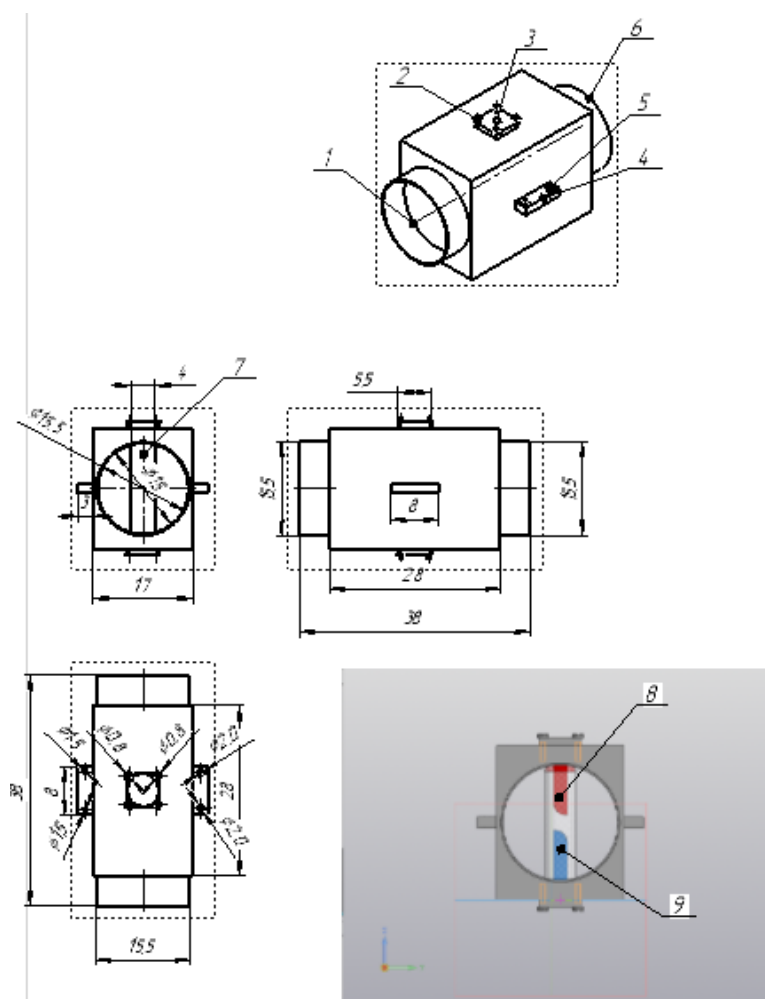


Рис. 2. Чертеж ионизатора "ИОН22". 1 - впускной патрубок, 2 - винт, 3 - крышка лампы ионизатора, 4 - крепление, 5 - отверстие крепления, 6 - выпускной патрубок, 7 - стеклянная лампа, 8 - анод, 9 – катод



Рис. 3. Блок розжига лампы ионизатора

Известно, что озон происходит от яркого света. Возьмем стеклянную колбу, поместим в неё два конца анод и катод с разрывом между ними, чтобы образовалась искра. Воздух, проходя через искру, будет разряжаться и превращаться в озон. При разработке данной системы воспользуемся бортовым компьютером автомобиля, чтобы провести качественное исследование.

Датчик будет работать по такому принципу: при открытии дроссельной заслонки будет больше поступать напряжения на лампу и будет происходить озонизация большого потока воздуха. Теперь мы сталкиваемся с такой проблемой, что чем более активен воздух, тем полнее происходит сгорание топливной смеси, а значит увеличивается мощность ДВС. При этом возрастает незначительно температура двигателя, для этого мы будем устанавливать вместо одного вентилятора для охлаждения жидкости - два.

Данное устройство имеет компактную установку, а также продлевает работу двигателя автомобиля, свечей, инжектора, катализатора и зондов, которые всегда будут оставаться в идеальном состоянии. Ионизатор работает от 12v, поэтому нет необходимости в дополнительном оборудовании. Ионизатор оказывает положительное влияние на двигатель: увеличение мощности двигателя; уменьшение расхода топлива от 10% до 50%; возможность перехода на топливо с более низким октановым числом; увеличение моторесурсов двигателя, срока службы катализаторов, срока службы свечей внутреннего сгорания, срока службы дизельных форсунок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Озон. Озоновый щит Земли и его изменения / Э. Л. Александров, Ю. А. Израэль, И. Л. Кароль, А. Х. Хриган. – Санкт-Петербург : Гидрометиздат, 1992. - 278 с. – Текст : непосредственный.

2. Тихомиров А. Н. Карбюраторы "Озон". Устройство, регулировка, ремонт / А. Н. Тихомиров. – Москва : Колесо, 2015. - 830 с. – Текст : непосредственный.

3. Теория и практика получения и применения озона / В. В. Лунин, В. Г. Самойлович, С. Н. Ткаченко, И. С. Ткаченко. – Москва : Издательство Московского университета, 2016. - 416 с. - Текст : непосредственный.

УДК 629.02, 629.08

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ЗИМНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Хуснетдинов Ш. С.¹, канд. техн. наук, зав. лабораторией,
sshusnetdinov@kpfu.ru

Батталов Д. И.², вед. специалист по испытаниям, oootestlab16@gmail.com

¹г. Набережные Челны, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета

²г. Набережные Челны, ООО «Испытательная лаборатория – 16»

Аннотация. В докладе изучены вопросы, возникающие при организации мероприятий подготовки и содержания автомобилей в условиях низких температур атмосферного воздуха. Проведён анализ методов тепловой подготовки подвижного состава в условиях открытых стоянок. Предложены мероприятия по уменьшению потерь энергии при проведении подогрева силового агрегата и узлов шасси автомобиля.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, тепловая подготовка, энергетические затраты, подогрев

Повышение работоспособности и безотказности автомобильных узлов является важной народнохозяйственной задачей, которую необходимо решать для условий применения техники в различных регионах, в том числе с умеренно-холодным, арктическим и субарктическим климатом. Грузовые автомобили отечественного производства должны быть приспособлены к эксплуатации в широком диапазоне природно-климатических условий [1]. При этом ряд агрегатов и систем автомобиля размещены так, что необходимо учитывать воздействие внешней среды [2]. Непосредственный контакт с холодным атмосферным воздухом, особенно при хранении автомобилей в условиях открытых стоянок, приводит к выравниванию температур, что препятствует нормальному началу эксплуатации.

Подготовка техники к зимней работе рассматривалась и ранее как один из важных аспектов обеспечения эффективной эксплуатации [3, 4]. Применение различных методов тепловой подготовки силового агрегата детально изучено в ряде научных трудов [5, 6]. Однако нормальное состояние двигателя, обеспеченное соответствующим тепловым режимом дета-

лей и моторного масла, ещё не является фактором, гарантирующим минимальные потери на сопротивление движению и низкий уровень отказов и неисправностей агрегатов и систем автомобиля в целом. Необходимо минимизировать негативное влияние окружающей среды на узлы ходовой части. Известны научные работы, в которых оценивается работоспособность трансмиссий автомобилей в сложных условиях [7-9]. Установлены причины отказов и неисправностей, возникающих при эксплуатации трансмиссий в зимнее время года.

В настоящее время можно утверждать, что предпусковая подготовка агрегатов трансмиссии является необходимостью, если механизмы и смазочные материалы имеют начальную отрицательную температуру, так как разогрев во время движения не способствует поддержанию работоспособности. Значительные потери энергии на раскручивание валов и зубчатых колёс приводят к увеличению расхода топлива, ускорению износа по причине низкого смазочного эффекта загустевшего масла. Кроме того, происходит изменение размеров деталей в той степени, которая может быть достаточна для нарушения установленных зазоров и натягов соединений [10, 11]. Наиболее существенным представляется изменение предварительного натяга подшипников главной передачи, так как от него зависит жесткость узла – одно из условий постоянства пятна контакта зубьев шестерён [12].

Применение внешних источников тепла при подготовке автомобиля к старту оправдывается в случаях, когда парк подвижного состава достаточно велик и организация постов тепловой подготовки окупает себя. Поэтому необходимо рассматривать возможность применения бортовых устройств и систем подогрева, обладающих известной автономностью. В качестве таких устройств могут применяться теплоэлектронагреватели, размещаемые внутри узлов – для разогрева и поддержания оптимальной температуры трансмиссионного масла. Известны конструкторские решения, касающиеся применения тепловой энергии отработавших газов.

Перечисленные методы тепловой подготовки имеют определённые преимущества и недостатки, поэтому выбор типа устройства должен осуществляться на основании изучения рабочих процессов узлов трансмиссии. Необходимо обеспечить надлежащий уровень подогрева в зависимости от внешних воздействий, определяемых температурой, давлением и скоростью атмосферного воздуха. При этом следует учитывать расход энергии, потребляемой устройством. Рациональный выбор устройства тепловой подготовки позволит повысить эффективность работы трансмиссии и уменьшит вероятность отказов в сложных дорожных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. КАМАЗ 5360, 5460, 6460, 6520. Руководство по эксплуатации / Под общ. ред. Васина В. В. – Набережные Челны : ОАО «КАМАЗ», 2003. – 375 с. - Текст: непосредственный.

2. Агрегаты трансмиссии автомобилей КамАЗ. Устройство, эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт от КамАЗа 5320 до КамАЗа 6520. / Под общ ред. В. А. Ильченко. – Набережные Челны : ОАО КАМАЗ, 2008. – 820 с. – Текст: непосредственный.

3. Бакуревич Ю. Л. Эксплуатация автомобилей на Севере / Ю. Л. Бакуревич, С. С. Толкачев, Ф. Н. Шевелев. – Москва : Транспорт, 1973. – 180 с. – Текст: непосредственный.

4. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Е. С. Кузнецова. – Москва : Наука, 2001. – 535 с. – Текст: непосредственный.

5. Калимуллин Р. Ф. Определение рациональных условий использования средств предпусковой тепловой подготовки автомобильного двигателя / Р. Ф. Калимуллин, А. В. Казаков. – Текст: непосредственный // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 10. – С. 82–89.

6. Анисимов И. А. Повышение эффективности использования автомобилей в низкотемпературных условиях эксплуатации / И. А. Анисимов, А. Г. Белов. – Текст: непосредственный // Экологическая безопасность регионов России и риск от техногенных аварий и катастроф : материалы Всероссийского семинара. – Пенза, 2004. – С. 86-88.

7. Барыкин А. Ю. Эффективность работы узлов трансмиссии грузового автомобиля в условиях холодного климата / А. Ю. Барыкин, В. В. Лянденбургский, Р. Х. Тахавиев // Грузовик. – 2018. - № 8. – С. 7-10.

8. Барыкин А. Ю. Оценка затрат энергии в процессе зимней эксплуатации ведущего моста грузового автомобиля / А. Ю. Барыкин, Р. Х. Тахавиев. – Текст: непосредственный // Энергосбережение. Наука и образование: сборник докладов Международной конференции. - Набережные Челны, 2017. – С. 52-57.

9. Антонец Д. А. Надежность подшипников качения трансмиссий и ходовых частей тракторов в зонах холодного климата / Д. А. Антонец. – Текст: непосредственный // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 45. – С. 75-78.

10. Барыкин А. Ю. Исследование нагруженности ведущих мостов грузового автомобиля КАМАЗ / А. Ю. Барыкин, Р. Х. Тахавиев, С. В. Горбачев. – Текст: непосредственный // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 3. – С. 111-118.

11. Барыкин А. Ю. Оценка технического состояния ведущего моста в период эксплуатации / А. Ю. Барыкин, Р. Х. Тахавиев. – Текст: непосредственный // Совершенствование автотранспортных систем и сервисных технологий : Сборник научных трудов по материалам XIV Международной научно-технической конференции. – Саратов, 2018. – С. 28-33.

12. Оценка надёжности деталей ведущего моста автомобиля в условиях низких температур / А. Ю. Барыкин, В. В. Лянденбургский, Р. Х. Тахавиев, А. Д. Самигуллин // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 1 (76). – С. 17-23.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ УЗЛОВ ЗА СЧЁТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКТОРСКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Хуснетдинов Ш. С., канд. техн. наук, зав. лабораторией,
sshusnetdinov@kpfu.ru

Аюкин З. А., канд. техн. наук, доцент
г. Набережные Челны, Набережночелнинский институт Казанского феде-
рального университета

Аннотация. В работе предложен подход к организации текущего ремонта подвижного состава автомобильного транспорта. Рассмотрены основные причины отказов и неисправностей узлов и систем автомобиля в различных дорожных условиях. Показана необходимость обеспечения контроля остаточного ресурса деталей.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, текущий ремонт, отказ деталей, остаточный ресурс, условия эксплуатации

Эффективность транспортного производства в значительной степени зависит от своевременного проведения мероприятий по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобильных узлов и систем [1]. Выявление неисправностей и их устранение способствует повышению уровня безотказности, уменьшает затраты времени и средств. Это связано как с ограничением ремонтных воздействий, так и с повышением производительности перевозок [2].

Тем не менее, необходимость выполнения текущего ремонта сохраняется при проведении технического обслуживания в нормативные сроки [1]. Это связано с нестабильностью ряда эксплуатационных показателей, определяющих надёжность деталей, узлов и систем автомобиля, влияние водителя, дороги и окружающей среды. Изменение интенсивности износа и условий сопряжения деталей является сложным показателем, зависимым от системы параметров. Достоверное определение весоности параметров износа и применение встроенной системы диагностирования позволяют установить вероятную величину остаточного ресурса [3, 4, 5].

Как показывают исследования, проведённые в работах [5, 6], отказы деталей трансмиссии и систем шасси могут быть вызваны одновременным воздействием различных нагрузок, как внешних, так и внутренних. Необходимо решить задачу оценки весоности отдельных параметров воздействия для последующего определения вероятности отказа. Наиболее важными параметрами рабочих процессов узлов шасси являются передаваемые от двигателя крутящие моменты, реактивные нагрузки от опорной по-

верхности, температура и скорость атмосферного воздуха. Особенно важно учитывать перечисленные параметры при эксплуатации в условиях жаркого лета или холодной зимы, так как в этих случаях ухудшаются условия смазки, нагруженность узлов резко возрастает. Достоверная оценка остаточного ресурса позволит ограничить уровень ремонтных воздействий и уменьшить затраты энергии и ресурсов на техническую эксплуатацию подвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Е. С. Кузнецова. – Москва : Наука, 2001. – 535 с. – Текст: непосредственный.
2. Барыкин А. Ю. Влияние эксплуатационных свойств автомобиля на эффективность грузовых перевозок / А. Ю. Барыкин. – Текст непосредственный // Организация и безопасность дорожного движения : Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Тюмень, 2016. – С. 36-39.
3. Диагностирование и оперативный контроль остаточного ресурса узлов и агрегатов автомобиля / И. В. Макарова, А. Т. Кулаков, Э. М. Мухаметдинов [и др.]. – Текст непосредственный // Транспорт: наука, техника, управление. – 2018. – № 2. – С. 54-60.
4. Исследование взаимосвязи эксплуатационных параметров и ресурса автомобильного двигателя / А. Ю. Барыкин, Д. И. Нуретдинов, А. М. Фролов, С. М. Кучев. – Текст непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья, 2019. – № 3. – С. 43-45.
5. Лянденбургский В. В. Макетный образец встроенной системы диагностирования трансмиссии автомобиля / В. В. Лянденбургский, Ю. В. Родионов, И. Е. Долганов. – Текст непосредственный // Автотранспортное предприятие. – 2016. – № 2. – С. 43-47.
6. Studying the Effects of Mechanical Loads and Environmental Conditions on the Drive-Axle Performance / A. Yu. Barykin, M. M. Mukhametdinov, R. Kh. Tachaviyev, A. D. Samigullin. – Direct text // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - V. 570. – Article №012010.
7. Пути повышения безотказности узлов трансмиссии грузового автомобиля в зимний период эксплуатации / А. Ю. Барыкин, М. М. Мухаметдинов, Р. Х. Тахавиев, Ш. С. Хуснетдинов. – Текст непосредственный // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень, 2019. – С. 261-265.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОКРЫТИЙ В ПРОЦЕССЕ АЛИТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННОГО НИКЕЛЯ

Чаугарова Л. З., аспирант, chaugarovalz@tyuiu.ru

Ковенский И. М., д-р. техн. наук, профессор, kovenskijim@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Работа направлена на изучение интерметаллидных фаз в структуре диффузионных покрытий, формируемых в процессе алитирования электроосажденного никеля.

Ключевые слова: никель, алюминий, диффузионная зона, фазы, интерметаллидные соединения, структура Гейслера.

Первоначально на подложку из конструкционной стали Ст3 проводилось гальваническое осаждение никеля. Состав электролита приведен в таблице 1.

Таблица 1

Состав электролита и режимы гальванического никелирования

Параметр	Значение параметра для электролита
Содержание компонента:	
NiSO ₄ ·7H ₂ O	240-340 г/л
NiCl ₂ ·6H ₂ O	30-60 г/л
H ₃ BO ₃	30-40 г/л
Температура	40-60 °С
Плотность тока	2-7 А/дм ²
Скорость осаждения	25-85 мкм/ч

После никелирования образцы подвергали термической обработке - отжигу при температуре 275°С, время выдержки 2 ч 15 минут, охлаждение с печью. В дальнейшем проводилась химико-термическая обработка - алитирование методом диффузионного насыщения из газовых сред. Образец загружался в печь с температурой 930°С, время выдержки 1 ч 40 минут.

Определение фазового состава покрытия проводилось на рентгеновском дифрактометре ДРОН-7. Для расшифровки фазового состава были использованы данные из базы Inorganic Crystal Structure Database (ICSD).

В результате исследований фазового состава образцов обнаружены интерметаллидные соединения AlNi₃ и AlFe₂Ni. На Рис. 1 представлена дифрактограмма исследованного образца, фазовый состав которого приведен в таблице 2.

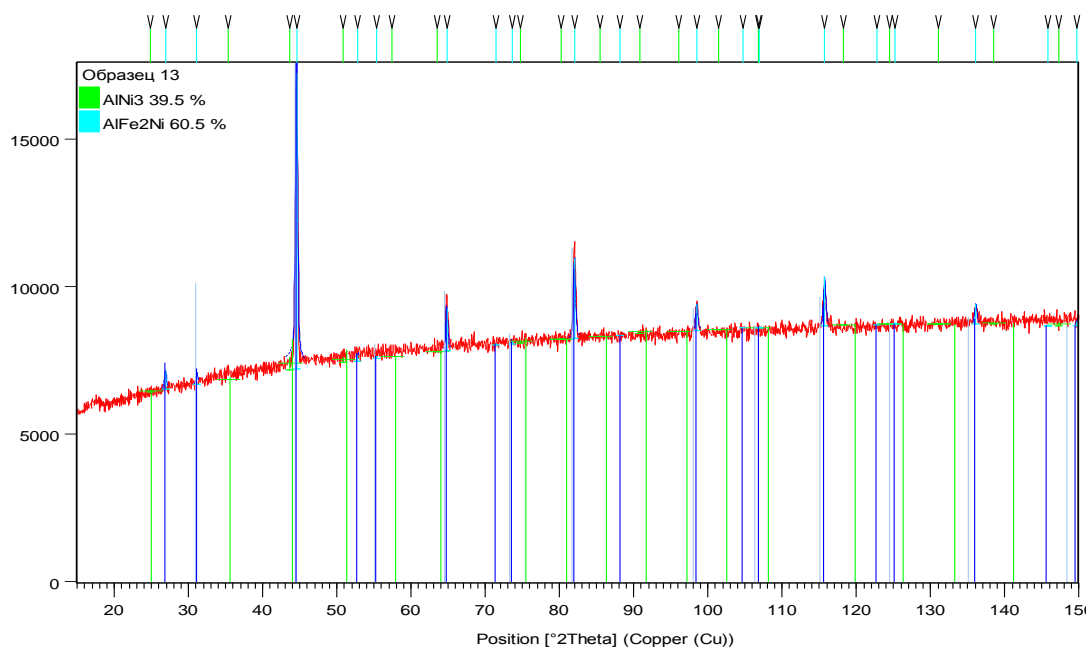


Рис. 1. Дифрактограмма исследуемого образца, подложка СтЗ + гальваническое никелирование+ алитирование

Таблица 2

Рентгенометрические данные для обнаруженных фаз

Состав	Пространственная группа	Параметры элементарной ячейки, Å
AlNi ₃ – 39,5%	Pm̄3m	3,56
AlFe ₂ Ni – 60,5%	Fm̄3m	5,74

Полученное соединение AlFe₂Ni относится к классу соединений, известных как сплавы Гейслера и определяемых как тройные интерметаллидные соединения, являющиеся ферромагнетиками с общей формулой X₂MeZ (интерметаллидные соединения, где X, Me – переходные металлы, Z – s, p элемент) [1].

По данным рентгенофазового анализа соединение AlFe₂Ni кристаллизуется в кубической пространственной группе Fm̄3m, вид кристаллического строения указан на Рис. 2. Согласно базе данных [2] Fe связано в объемно-центрированной кубической геометрии с четырьмя эквивалентными атомами Ni и четырьмя эквивалентными атомами Al. Все длины связи Fe–Ni равны 2,48 Å. Все длины связи Fe–Al равны 2,48 Å. Ni связан в объемно-центрированной кубической геометрии с восемью эквивалентными атомами Fe и шестью эквивалентными атомами Al. Все длины связей Ni–Al равны 2,87 Å. Al связан в объемно-центрированной кубической геометрии с восемью эквивалентными атомами Fe и шестью эквивалентными атомами Ni.

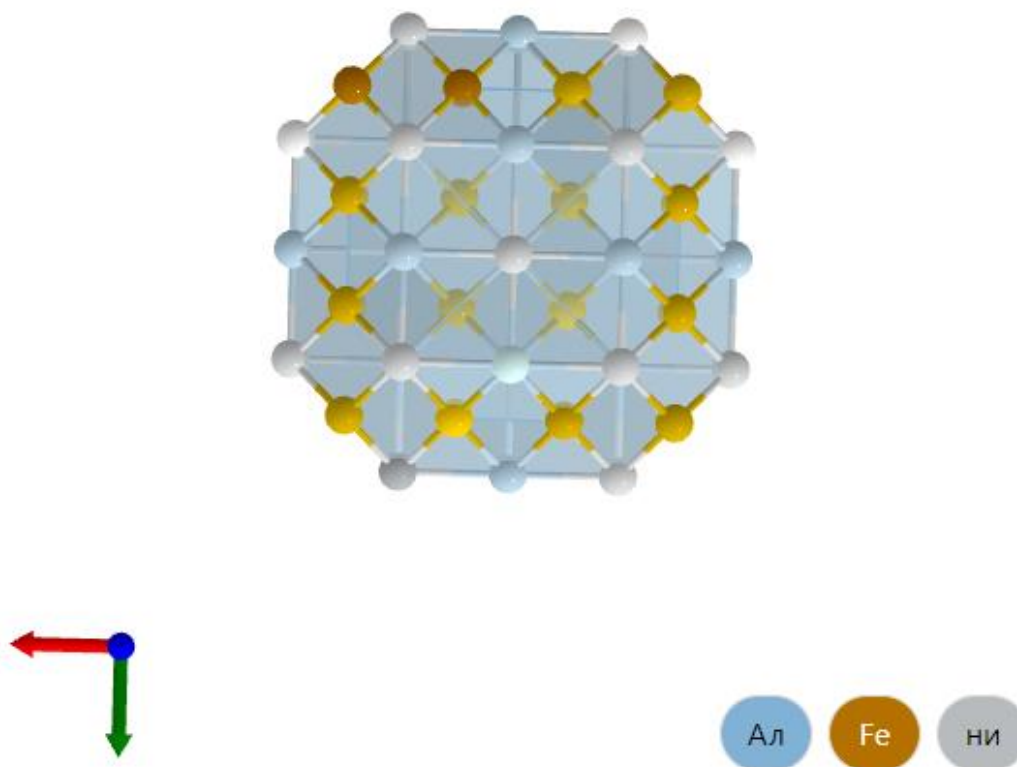


Рис. 2. Кристаллическая структура соединения AlFe_2Ni

Согласно источнику [1] AlFe_2Ni является соединением, используемым для постоянных магнитов и представляет дальнейший интерес для исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шредер Е. И. Оптические свойства сплавов Гейслера Fe_2NiAl , Fe_2MnAl / Е. И. Шредер, А. Д. Свяжин, К. А. Фомина. – Текст : непосредственный // Физика металлов и металловедение. – 2012. – Т. 113, № 2. – С. 155-161.
2. The Materials Project : site. – URL : <https://materialsproject.org/> (date of the application 15.10.2022). – Text : electronic.
3. Оптические и электрические свойства сплавов Гейслера на основе железа / Е. И. Шредер, Н. И. Коуров, В. П. Дякина [и др.]. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12. – С. 449-452.

УДК 553.9; 662.8.053; 620.91

**ОБОГАЩЕНИЕ УГОЛЬНОЙ МЕЛОЧИ ПУТЕМ
БРИКЕТИРОВАНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРИРОДНОГО
СВЯЗУЮЩЕГО КОМПОНЕНТА**

Батухтин С. Г., канд. техн. наук, доцент, batuhtin1@mail.ru

Кобылкин М. В., канд. техн. наук, доцент, mikhail.kobylkin@yandex.ru

Риккер Ю. О., ст. преподаватель, yrikker@mail.ru

Рудой В. И., магистрант, valera_rud_99@mail.ru

г. Чита, Забайкальский государственный университет

Аннотация. Предметом работы является брикетирование угольной мелочи с применением естественного связующего вещества – лигнина. Тема работы – обогащение угольного топлива. Цель работы – изучение и обобщение имеющихся научных наработок по тематике для их дальнейшего использования. В работе применены научные методы дедукции, абдукции и анализа имеющихся исследований. Приведен обзор потенциальной возможности превращения отходов угольной добычи совместно с отходами деревопереработки в пригодное для сжигания топливо. В результате работы описаны основные преимущества данного вида брикетов, а именно: снижение выбросов загрязняющих веществ от совместного сжигания древесины и угля; возможность вводить в состав брикета модификаторы горения, позволяющие менять теплофизические характеристики горения; возможность изготовления различных форм топлива для разных видов его подачи. Указаны основные недостатки данных брикетов. Сделан вывод об актуальности данного метода обогащения.

Ключевые слова: обогащение, брикетирование, угольные брикеты, топливо, снижение вредных выбросов, рациональное использование ресурсов

Угольный отсев образуется, во-первых, во время добычи угля, а во-вторых, при его сортировке. Для непосредственного сжигания данная фракция непригодна. Поэтому имеет смысл применить технологию обогащения при помощи брикетирования с добавлением связующего компонента [1].

В качестве связующего элемента возможно применение смолы – лигнина. Для его естественного получения и в целях снижения содержания негорючего балласта в брикетах в качестве источника лигнина может выступать древесная стружка и прочие отходы деревоперерабатывающих производств. Этим так же решается проблема переработки и утилизации отходов лесопереработки [2]. Получение топливных брикетов с добавлением древесины описано в работах [3-6].

Возможность применения технологии вторичной переработки древесных отходов, а также использованной бумаги и картона, относящихся к 5 классу опасности описана авторами в работе [3]. Данные исследования подтверждают возможность применения лигнина из отходов древесины в качестве связующего компонента.

Смешение древесины и угольных отходов в качестве компонентов брикета описано в работе [4]. Кроме этого, авторы отмечают влияние температуры, влажности и фракции компонентов брикетирования на механическую прочность брикета. Так же воздействие этих параметров изучали авторы в работе [5]. С повышением давления и температуры брикетирования возрастает механическая прочность, однако минимально необходимый запас прочности брикет получает и без дополнительного нагрева. Кроме этого, авторы в [5] отмечают превышение тепловыделения от сгорания топлива над подводимой теплотой при изготовлении. Таким образом, обосновывается возможность применения брикетов в качестве топлива.

Получаемые брикеты топлива можно применять в различных топочных устройствах, таких как отопительные и промышленные котельные, а также в индивидуальных источниках теплоснабжения. Кроме применения для сжигания в регионе производства, данное топливо как энергоноситель можно экспортировать в различные части страны, а также за рубеж [7].

Необходимо отметить так же и тот факт, что при совместном сжигании угля и древесины наблюдается снижение ряда вредных выбросов по сравнению с раздельным сжиганием компонентов [8]. Это свойство так же является достоинством брикетов из угля и древесины, и особенно актуально для регионов со сложной экологической обстановкой.

Кроме этого, при применении древесного лигнина в качестве связывающего компонента, возможно введение в брикет различных модификаторов горения [9]. Такая возможность позволяет брикетировать топливо с требуемыми теплофизическими параметрами. Например, заданной температурой воспламенения или длительностью горения. Так же возможно внедрение компонентов, влияющих на выделяемые вещества при горении, например, адсорбентов, которые могут поглощать токсичные компоненты продуктов сгорания.

Так как при создании брикета применяются мелкие фракции исходных компонентов, то форма создаваемого брикета может быть разнообразной. Различные формы топлива позволят применять его как в котельных агрегатах с ручной подачей топлива, так и в котлах с автоматической подачей (типа шнековой). Это так же можно отнести к достоинствам получаемого брикета.

К недостаткам данных брикетов можно отнести то, что возникает необходимость сбора и доставки одного либо другого компонента к месту изготовления брикетов. Кроме этого недостатком по сравнению с угольным топливом является снижение теплоты сгорания, ввиду добавки менее калорийной древесины, а также различных негорючих модификаторов в массу брикета. Так же к минусам можно отнести необходимость дополнительных технических манипуляций для создания брикета, таких как создание линий изготовления, налаживание логистики и линий сбыта, наем рабочей силы, что скажется на итоговой стоимости готового продукта. Однако последнее можно рассматривать как положительный момент с социальной точки зрения, так как создаются дополнительные рабочие места.

В заключении можно сделать вывод о том, что вышеописанный вариант обогащения угольной мелочи является актуальным как с точки зрения понижения концентраций загрязняющих веществ – продуктов сжигания топлива, так и более полного и рационального использования всего добытого ресурса. Добавление различных модификаторов в состав брикета позволяет модифицировать его практически под любые необходимые параметры работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманов Е. С. Теплотворная способность обогащенных топливных брикетов, полученных из мелочи Экибастузского угля / Е. С. Абдрахманов, П. О. Быков, А. В. Богомолов. – Текст: непосредственный // Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – 2017. – №1. – С. 9–13.

2. Сердитова Н. Е. Эколого-экономический анализ устойчивого лесопользования и развития предприятий целлюлозно-бумажной промышленности / Н. Е. Сердитова, М. Л. Осетрова. – Текст: непосредственный // Вестник Тверского государственного университета. Серия География и геоэкология. – 2016. – № 1. – С. 12–17.

3. Кирпичникова И. М. Древесные отходы как возобновляемый источник для получения тепловой и электрической энергии / И. М. Кирпичникова, Н. С. Филь. – Текст: непосредственный // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. – 2012. – №16 (275) – С. 18–21.

4. Физические характеристики брикетов, полученных из сланцевой мелочи и древесных опилок / М. Ю. Назаренко, Н. К. Кондрашева, С. Н. Салтыкова, В. Ю. Бажин. – Текст: непосредственный // Известия ТПУ. – 2016. – №3. – С. 67–74.

5. Табакаев Р. Б. Оценка тепловых энергозатрат в технологии получения твёрдого композитного топлива из низкосортного сырья / Р. Б. Табакаев, А. В. Казаков. – Текст: непосредственный // Известия ТПУ. – 2016. – №7. – С. 110–117.

6. Хрусталёв Б. М. Твёрдое топливо из углеводородсодержащих, древесных и сельскохозяйственных отходов для локальных систем теплоснабжения / Б. М. Хрусталёв, А. Н. Пехота. – Текст: непосредственный // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2017. – № 2. – С. 147–158.

7. Ванин М. В. Проблемы оценки эффективности производства и использования топливных гранул / М. В. Ванин. – Текст: непосредственный // Лесотехнический журнал. – 2017. – №4 (28) – С. 226–234.

8. Янковский С. А. Особенности физико-химических превращений смесевых топлив на основе типичных каменных углей и древесины при нагреве / С. А. Янковский, Г. В. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Химия твёрдого топлива. – 2019. – № 1. – С. 26–33.

9. Демченко В. Г. Способ повышения экологических и тепловых характеристик отопительных котлов / В. Г. Демченко, О. В. Дуняк, Д. В. Козак. – Текст: непосредственный // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 8. – С. 23–25.

УДК 621.577

УПРАВЛЯЕМЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ КАК БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ

Беловодский Е. В, ст. преподаватель, belovodevg@yandex.ru

Шахова А. В., бакалавр, shakhova-2003@inbox.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Статья знакомит с исследованиями в области управляемого термоядерного синтеза как процесса синтеза более тяжёлых атомных ядер из лёгких с целью получения тепловой энергии, которая носит управляемый характер. Рассматриваются основные преимущества термоядерного синтеза. Раскрываются примеры установок, позволяющих осуществить синтез в земных условиях. Особое внимание уделено проблемам осуществления данной задачи. Делается вывод, что это рациональный способ получения энергии, который необходим в ближайшем будущем.

Ключевые слова: термоядерный синтез, атом, ядро, энергетика, стелларатор.

Значимость темы определяется тем, что электроэнергетика является основой жизнедеятельности человечества. Огромную важность приобретает проблема истощения запасов её основных источников. К примеру, нефть исчерпается примерно через 40 лет, газ - максимум через 80, запасов угля может хватить приблизительно на 400 лет. Использование органического топлива в качестве основного может привести к экологической катастрофе. В связи с этим предлагается такой метод, при котором электроэнергию получают из вещества, количество которого на Земле неограниченное количество. Термоядерная энергетика использует дейтерий и тритий, но в объемах в тысячи раз меньших, чем в атомной энергетике. Она основана на столкновении ядер водорода, а водород - самое распространенное вещество во Вселенной. В этой области перед людьми стоит важнейшая задача создания управляемого термоядерного синтеза.

Достижению этой задачи препятствуют несколько основных проблем:

1. Нагревание газа до очень высокой температуры.
2. Необходимость контролирования количества реагирующих ядер в течение достаточно долгого времени.

3. Количество выделяемой энергии должно быть больше, чем было затрачено для нагревания и ограничения плотности газа.

4. Накопление этой энергии и преобразование её в электричество

То есть, предстоит научиться возбуждать цепные термоядерные процессы в небольших и безопасных количествах. Только тогда колоссальная выделяющаяся энергия станет доступна контролю, регулированию и техническому освоению. Однако в настоящее время на практическом уровне осуществляются только неконтролируемые реакции (взрыв).

Управляемый термоядерный синтез может использовать различные типы термоядерных реакций. Они зависят от вида применяемого топлива:

К основным преимуществам применения термоядерного синтеза относят:

1. Запасы топлива (водорода) являются практически неисчерпаемыми.
2. Отсутствие продуктов сгорания
3. Незначительное количество радиоактивных отходов с коротким периодом полураспада
4. Более экологически чистое производство электроэнергии
5. Выделение огромного количества энергии

Управляемая термоядерная реакция создаёт надежду на преодоление грядущего энергетического кризиса. В земных условиях синтез пытаются осуществить в различных установках.

Примером одной из такой установки служит токамак. Токамак-тороидальная камера с магнитными катушками. Высокая температура в этом устройстве достигается за счет плазмы. Для создания магнитного поля внутри токамака по всей длине камеры намотаны катушки. Перед запуском этой установки из неё откачивают воздух и заполняют смесью дейтерия и трития. Затем, создаётся вихревое электрическое поле, поддерживающее плазму внутри камеры и разогревая её до огромной температуры. Так как ток в индукторе не может увеличиваться бесконечно, время существования плазмы в стабильном состоянии сводится к нескольким секундам. Именно поэтому, мы пока не можем использовать токамаки в качестве источника промышленного получения энергии.

Также, осуществление синтеза можно осуществить в стеллараторах. Стелларатор – замкнутая магнитная ловушка для удержания высокотемпературной плазмы. Отличие от токамака заключается в том, что магнитное поле создаётся внешними катушками, что позволяет использовать его в непрерывном режиме. Но, данным реакторам не присуща внутренняя безопасность, термоядерные реакции могут войти в неконтролируемый режим нарастания мощности.

К одному из способов решения этой проблемы относят холодный ядерный синтез. Это предполагаемая возможность осуществления ядерной реакции синтеза в химических системах без значительного нагрева рабочего

вещества. Но, предположение о возможности применения этого метода до сих пор не нашло подтверждение и является предметом активного изучения.

Таким образом, можно сделать вывод: термоядерный синтез – рациональный, способ получения энергии, по количеству получаемого тепла несравнимый с природными источниками, используемыми человеком в настоящий момент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беловодский Е. А. Альтернативные источники энергии, как способ снабжения производственных предприятий / Е. А. Беловодский, С. А. Жингалов. – Текст : непосредственный // Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья : фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология : сборник материалов международной конференции. - Белгород, 2022. - С. 10-13.

2. Ефремова С. А. Реакции управляемого термоядерного синтеза. Устройство токамака / С. А. Ефремова, А. Н. Зацепина. – Текст : непосредственный // Студенческий форум. - 2011. - №17-1 (153). - С. 89-92.

3. Кудряшов А. Д. Синтез и гамма – излучение радиоактивных ядер при вспышках новых звезд / А. Д. Кудряшов. – Текст : непосредственный // Научные труды Института астрономии РАН. - 2019. - Т. 3. - С. 205-211.

УДК 621.565.93/.95

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ ПРИ ПОМОЩИ ТУРБУЛИЗИРУЮЩИХ ВСТАВОК

Богунова А. А., ст. преподаватель, bogunovaaa@tyuiu.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В статье рассматривается вопрос повышения эффективности теплообмена в теплообменных аппаратах за счет применения турбулизирующих вставок. Для изучения данного вопроса была создана уникальная экспериментальная установка с кожухотрубным теплообменным аппаратом, конструкторские особенности которой описаны в статье. Авторами проведен ряд экспериментальных исследований с применением турбулизаторов и без них. В статье представлено описание экспериментальной установки и представлена принципиальная схема. Произведен расчет коэффициентов теплопередачи и выполнен сравнительный анализ этих характеристик. Сделаны выводы об эффективности применения турбулизирующих вставок в теплообменных аппаратах.

Ключевые слова: энергоэффективность, интенсификация теплообмена, теплообменные аппараты, турбулизирующие вставки, экспериментальная установка, коэффициент теплопроводности.

Задача исследования состоит в определении коэффициентов теплопередачи, полученных при установке различных видов турбулизирующих вставок и сравнении их с коэффициентом, полученном при расчетах для гладкой трубы.

Проведены исследования и получены расчетные данные для теплообменного аппарата со следующими видами вставок: без вставки (гладкая труба), со спиралевидной турбулизирующей вставкой, с турбулизирующей вставкой в виде пластины с лепестками. Спиралевидная вставка изготовлена из медной проволоки толщиной 2 мм, с диаметром витка 13 мм и шагом между витками 26 мм. Пластинчатая вставка с лепестками изготовлена в виде продольной пластины шириной 13 мм, толщиной 1 мм, с отогнутыми по всей длине пластины лепестками, которые составляют угол 10° с пластиной турбулизатора.

Определение коэффициента теплопередачи для гладкой трубы произведено исходя из методики расчета коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи для кожухотрубных теплообменников типа «труба в трубе» [1], [3]. Для произведения расчета были взяты следующие начальные данные: G_1, G_2 – расходы теплоносителей греющего и нагреваемого соответственно ($\text{м}^3/\text{с}$), $t_{1\text{вх}}, t_{1\text{вых}}$ – температура на входе и на выходе для греющего теплоносителя ($^{\circ}\text{C}$), $t_{2\text{вх}}, t_{2\text{вых}}$ – температура нагреваемого теплоносителя на входе и на выходе ($^{\circ}\text{C}$). Физические параметры и свойства теплоносителя, которые необходимы для расчетов, определены по справочным данным при средней температуре теплоносителей.

Полученные при расчетах результаты представлены в Табл.1.

Таблица 1

Значения коэффициента теплопередачи

Тип вставки	Расход греющего теплоносителя, $\text{м}^3 / \text{ч}$		
	0,19-0,18	0,17-0,16	0,15-0,14
Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$			
Гладкая труба	550	540	515
Турбулизатор - спираль	735	685	635
Лепестковый турбулизатор	675	650	615

Исходя из полученных расчетных данных отметим, что коэффициент теплопередачи увеличивается с возрастанием расхода нагревающего теплоносителя и при этом дает повышение на 20% в результате использования турбулизирующей спиралевидной вставки, и около 18% при лепестковом турбулизаторе. Как следствие, можно отметить положительный эффект в виде сокращения площади поверхности теплообмена, что приведет к уменьшению затрат на материалы при изготовлении теплообменника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаченко В. П. Теплопередача / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – Москва : Энергия, 1975. – 217 с. – Текст: непосредственный.
2. Кущев Л. А. Современные способы интенсификации работы кожухотрубных теплообменных аппаратов систем теплоснабжения / Л. А. Кущев, Н. Ю. Никулин, Ю. Г. Овсянников, А. И. Алифанова. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. - 2018. - Том 8, № 2. – С. 130-140.
3. Михеев М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – Москва : Бастет, 2010. – 344 с. – Текст: непосредственный.
4. Черняев Л. А. Экспериментальное исследование влияния турбулизации жидкости на параметры теплообменника / Л. А. Черняев, Т. А. Гаврилов. – Текст: непосредственный // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. - 2014. – № 8. – С. 82-85.

УДК 622.7

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ТЯЖЁЛОСРЕДНЫХ СЕПАРАТОРАХ КОРЫТНОГО ТИПА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА

Бураков И. А.¹, канд. техн. наук, доцент, burakovia@mpei.ru

Бураков А. Ю.², канд. геол.-минерал. наук, генеральный директор, andburakov@mail.ru

Никитина И. С.¹, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, nikitinais@mpei.ru

Аунг Х. Н.¹, аспирант, aungtoonaing53@gmail.com

Йе В. А.¹, аспирант, aungaung64560@gmail.com

Аунг К. М.¹, аспирант, kophyo2132@gmail.com

¹г. Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ»

²г. Москва, ООО «АкваАналитика»

Аннотация. Рассмотрена возможность применения новой тяжелой среды в гравитационных сепараторах корытного типа с целью обогащения энергетических углей. В качестве тяжелой среды в рамках работы рассматривались подземные природные хлоридные натриевые рассолы, водные растворы бишофита ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) марок «А» и «Б» и сточные воды Na-катионитных фильтров, собранных в процессе регенерации и отмывки. Процесс определения зольности исходных и обогащённых углей проводился согласно ГОСТ 55661-2013. На основании полученных экспериментальных данных рассчитаны технологические показатели процессов обогащения. Оценены показатели эффективности

процессов обогащения с применением новой тяжёлой среды. Даны рекомендации о возможности использования рассмотренных сред в сепараторах корытного типа.

Ключевые слова. Обогащение углей, сточные воды Na-катионитных фильтров, подземные природные хлоридные натриевые рассолы, бишофит, тяжёлая среда.

В настоящее время в промышленности в гравитационных тяжело-средних сепараторах для обогащения углей в качестве тяжёлой среды применяют магнетитовую и водопесочную суспензии [1, 2]. Имеются существенные недостатки применения указанных выше сред, а именно: высокие эксплуатационные расходы, сложность подготовки суспензии, требование постоянной гомогенизации, необходимость постоянного обновления в процессе эксплуатации, для поддержания рабочих параметров, и наличие непрерывного уноса частиц-утяжелителей (магнетита и песка) в концентрат [3]. Для решения всех (либо части) перечисленных выше проблем необходимо в качестве тяжёлой среды использовать вещества, разрыв меж фазами в которых отсутствует. В качестве однофазных тяжёлых сред коллективом авторов предложено использовать высокоминерализованные водные растворы природного и техногенного происхождения. Основными условиями эксплуатации высокоминерализованных водных растворов в качестве тяжёлых сред является их повышенная плотность и обеспечение эффективности обогащения. В экспериментальной работе авторами были рассмотрены следующие однофазные среды: природные подземные хлоридные натриевые рассолы (их плотность варьируется от 1160 – 1200 кг/м³); водные растворы бишофита ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) (плотностью 1200 – 1300 кг/м³ в зависимости от марки «А» или «Б»); сточные воды Na-катионитных фильтров, собранные в процессе регенерации и отмывки (их плотность варьируется от 1040 до 1165 кг/м³).

Задачей экспериментальной работы являлось, для ряда углей, определить значения эффективности обогащения энергетических углей, при использовании в качестве тяжёлой среды перечисленных выше однофазных водных растворов. В качестве обогащаемых сред коллективом авторов были выбраны угли, в процессе работы, обозначаемые следующим образом: Тип 1, бурый (зольность на рабочую массу 8,59%); Тип 2, каменный (зольность 13,84%); Тип 3, бурый (зольность 23,75%); Тип 4, бурый (зольность 19,2 %), Тип 5, каменный (зольностью 25,5%). В рамках экспериментальной работы угли проходили подготовительные процессы: дробление, грохочение, измельчение и (или) классификацию. В качестве исходного размера для обогащаемой среды рассматривались следующие группы размеров частиц угля: менее 0,25 мм; 1 – 2 мм, 2 – 3,25 мм; 3,25 – 5,5 мм; 5,5 – 10 мм. Далее подготовленный уголь помещали в лабораторную ванну, имитирующую рабочую зону корытного сепаратора с налитой туда тяжёлой средой нового типа (высокоминерализованные водные растворы). После проведения процесса обогащения из рабочей зоны удалялся отдельно кон-

центрат (всплывшая часть угля) отдельно отходы (утонувшая часть угля). Концентрат и отходы подвергали вспомогательным процессам обогащения: промывке (угли промывались водой с общей жесткостью 3 мг-экв/дм³) и осушке. После этого согласно ГОСТ 55661-2013 в концентрате обогащённого угля и отходах определялась зольность. Далее по формулам (1) и (2), согласно указанному порядку, определялись технологические показатели обогащения: извлечение концентрата и эффективность обогащения.

Извлечение концентрата (ε , %) обогащённого угля – показатель, обозначающий, часть массы извлекаемого компонента, содержащегося в исходном угле, перешедшего в концентрат [2].

$$\varepsilon_k = \gamma_k * \frac{\beta}{\alpha} \quad (1)$$

Для формулы (1) γ_k – количество получаемого концентрата (в %); α – (в %) количество ценной горючей породы в исходном угле $\alpha = 100 - A_{И}^d$; $A_{И}^d$ – зольность исходного угля (%); β – (в %) количество ценной горючей породы в концентрате обогащённого угля $\beta = 100 - A_k^d$ [2].

Эффективность обогащения (η , %) угля при разделении его на два продукта (концентрат и отходы) [2]:

$$\eta = \frac{\varepsilon - \gamma_k}{100 - \alpha} * 100\% \quad (2)$$

Результаты экспериментальной работы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические показатели процессов обогащения для новых тяжёлых сред

Тип угля	Тип тяжёлой среды	Размер исходного угля	Зольность концентрата на рабочую массу, %	Эффективность обогащения, %
Тип 1 бурый	бишофит	до 10 мм	3,00 - 6,00	7,69 - 56,08
Тип 2 каменный	бишофит		5,00 - 9,60	10,00 - 63,36
Тип 4 бурый	бишофит		4,00 - 10,00	0,00 - 4,16
Тип 1 бурый	хлоридные натриевые рассолы		3,13 - 7,23	25,19 - 44,54
Тип 2 каменный			3,10 - 4,51	29,96 - 35,78
Тип 5 каменный			6,00 - 7,60	43,10 - 47,80
Тип 1 бурый	сточные воды Накат. фильтра		4,95 - 5,94	25,45 - 33,10
Тип 2 каменный			5,00 - 7,00	5,19 - 36,48
Тип 3 бурый			4,00 - 10,00	37,74 - 66,45

По результатам из табл. 1 можно сделать следующие выводы, представленные ниже.

Применение рассмотренных тяжёлых сред нового типа в корытных сепараторах возможно, однако рекомендации по применению складываются из предварительных лабораторных анализов, проведённых для конкретного угля конкретной новой тяжёлой среды.

Эффективности обогащения варьируются от неэффективных (процессы с эффективностью менее 25% [2]) до эффективных процессов (эффективность более 50% [2]). Уголь Тип 4 бурый не подвергается обогащению рассмотренной новой тяжёлой средой (бишофит) (0,00 – 4,16%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ходаков Г. С. Водугольные суспензии в энергетике / Г. С. Ходаков. – Текст : непосредственный // Теплоэнергетика – 2007. - № 1 - С. 35-45.
2. Авдохин В. М. Обогащение углей : учебник для вузов / В. М. Авдохин. – Москва : Горная книга, 2012. - 424 с. – Текст : непосредственный.
3. Шохин В. Н. Гравитационные методы обогащения : учебник для вузов / В. Н. Шохин, А. Г. Лопатин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Недра, 1993. – 350 с. – Текст : непосредственный.

УДК 665.725

РОЛЬ РОССИИ НА МИРОВОМ РЫНКЕ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Бурганов Р. А., д-р экон. наук, профессор, burganov-r@mail.ru

Аскарова Д. Н., бакалавр, dina.askarova.2003@mail.ru

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: В последнее время сжиженный природный газ (СПГ) актуален, так как занимает все большее место в структуре мировой торговли энергоносителями. Целью работы является исследование основных тенденций и перспектив развития мирового и российского рынка сжиженного природного газа. В статье представлен анализ развития рынка СПГ на мировом уровне и роли России в ней. Теоретико-методологическими базами исследования являются документы, опубликованные на официальных сайтах Российской Федерации и законодательные материалы. Результатом данного исследования является определение основных характеристик, важности развития экспорта сжиженного газа и влияния СПГ на будущее мировой газовой промышленности. Приведены условия, реализация которых необходима для развития роли России на мировом рынке сжиженного газа.

Ключевые слова: экспорт, рынок энергоносителей, сжиженный природный газ, газовая промышленность, транспортировка СПГ.

Сжиженный природный газ (СПГ) в последнее время занимает все больше места в мировой торговле энергоносителями, ее роль в мировой

экономике становится заметнее. Развитие мирового рынка СПГ характеризуется разрастанием сети экспортеров и импортеров, увеличением его роли в удовлетворении спроса многих стран в энергетике, постоянным совершенствованием технологии производства и транспортировки на всех стадиях, повышением мощностей по сжижению и регазификации.

Одним из важнейших преимуществ технологии СПГ является возможность подключить к рынку новых участников, находящихся далеко от потребителей. Это приводит к расширению географии поставок. Большие расходы при строительстве терминалов для СПГ, газозовов и возможность срыва поставок являются одними из немногих недостатков.

Возможность трансатлантических поставок газа в сжиженном виде может коренным образом поменять состояние газовой промышленности всего мира. В отрасли все более уверенными игроками становятся страны, которые раньше в силу своей отдаленности от крупнейших рынков сбыта, не могли поставлять трубопроводный газ. Теперь у них появляется возможность экспортировать СПГ (см. Таблица 1). На рынке появляются новые продавцы и потенциальные клиенты, в результате глобальное предложение растет, что приводит к резкому обострению конкуренции. [1].

Таблица 1

Экспорт Российской Федерации сжиженного природного газа по годам [2]

Годы	Сжиженный природный газ		В % к соответствующему периоду предыдущего года	
	Количество, млн. куб. м	Стоимость, млн. долларов	Количество	Стоимость
2009	8,4	835,8	х	х
2010	24	2986,7	286,3	357,3
2011	22,8	3854,5	95,0	129,1
2012	21,4	4679,1	93,8	121,4
2013	26,3	5511,0	122,9	117,8
2014	20,5	5243,5	77,8	95,1
2015	21,4	4546,1	104,4	86,7
2016	24,2	2899,8	113,1	63,8
2017	24,4	3173,8	100,9	109,6
2018	36,7	5286,0	150,4	166,6
2019	65,4	7920,0	178,0	149,8
2020	68,3	6745,8	104,5	85,2
2021	66,1	7320,3	96,7	108,5

Исходя из данных таблицы, мы можем сказать, что Россия заинтересована в развитии мирового рынка сжиженного газа и своего участия в ней. РФ постепенно увеличивало долю экспорта, особенно с начала периода пандемии. Это новая, перспективная ниша в газовой сфере для России и хорошая возможность выйти на передовую в мировой газо-

вой экономике. Для развития отрасли сжиженного газа создаются и осуществляются все больше проектов.

"Сахалин-2" и "Ямал СПГ" – крупнейшие заводы России, обеспечивающие растущую роль России на мировом рынке. Первым заводом по производству СПГ стал "Сахалин-2" в 2009 году. «Сахалин-2» является проектом «Газпрома». [3,4]

Российский трубопроводный газ может столкнуться с серьезной конкуренцией, если объем экспорта-импорта СПГ будет увеличиваться, особенно, если цены будут снижаться.

Но трубопроводный газ не должен противопоставляться сжиженному природному газу и наоборот. СПГ и трубопроводный газ не должны быть конкурентами на внешних рынках. Они являются видами российских ресурсов, которые дополняют друг друга и еще одним способом монетизации газового потенциала России. [5]

Рынок сжиженного природного газа относительно новая сфера развития для России. Однако страна активно развивает эту отрасль: утверждаются планы мероприятий по реализации долгосрочной программы развития СПГ, создаются новые проекты и контролируется их реализация. Нужно отметить необходимость более внимательного подхода к обеспечению надежных и гибких поставок газа в будущем. Дополнительные инвестиции также необходимы для увеличения предложения и удовлетворения спроса на СПГ. У рынка сжиженного природного газа есть все шансы оставаться надежным и гибким источником энергии на многие годы вперед. Важно успеть занять данную нишу и предлагать свой товар по конкурентоспособным ценам, тогда появится возможность ускоренными темпами увеличивать производство СПГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шелл : Нефтегазовая компания : сайт. – URL : <https://www.shell.com> (дата обращения: 11.10.2022). – Текст : электронный.

2. Федеральная служба государственной статистики. – Текст : электронный // Официальный интернет-портал статистической информации : официальный сайт. – 1999. - URL : <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения : 12.10.2022)

3. Газпром : Энергетическая компания : сайт. – URL : <https://www.gazprom.ru> (дата обращения: 17.10.2022). – Текст : электронный.

4. Новатэк : Газовая компания : сайт. – URL : <https://www.novatek.ru> (дата обращения: 17.10.2022). – Текст : электронный.

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 16 марта 2021 года. № 640-р. – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации : официальный сайт. – 2005. - URL : www.pravo.gov.ru (дата обращения : 19.10.2022)

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОЧЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В МЕТАНТАНКАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МИНИ-ТЭС

Васина А. Ю., бакалавр, anzhyan@yandex.ru

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. Большое количество биологических отходов на фермах создает проблему их утилизации, а для транспортировки требуются значительные финансовые вложения, поэтому поиск решений, позволяющих наиболее рационально утилизировать отходы, а также обеспечить энергоэффективность решения остается актуальной задачей. В статье предложено внедрение частотного пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора (ПИД-регулятор) для поддержания необходимой температуры в установке, приведена принципиальная схема Мини-ТЭС с автоматизированной системой поддержания температуры.

Ключевые слова: метан, биогазовая установка, ПИД-регулятор, система автоматического управления.

Одним из наиболее эффективных методов решения проблемы переработки является внедрение мини-ТЭС, перерабатывающей животные отходы в биогаз, а остатки утилизирующей в виде чистых биологических удобрений [1]. В биогазовых системах, представленных на рынке, процесс поддержания брожения при температуре 40-50 °С является круглосуточным, а значит энергозатратным. Так как при круглосуточной подаче энергии на поддержание температуры брожения в ферментерах, появляются большие расходы несоизмерные с нуждами в потребляемом тепле, необходимо решение, способное повысить экономичность использования установки. Решением данной проблемы может послужить внедрение автоматизированной системы поддержания температуры брожения в метантанках, для регулировки подачи тепла.

Для управления биогазовой установкой предложено использование пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора, позволяющего автоматизировать протекающие процессы в биогазовой установке [2]. Принципиальная схема Мини-ТЭС с автоматизированной системой поддержания температуры представлена на рисунке.

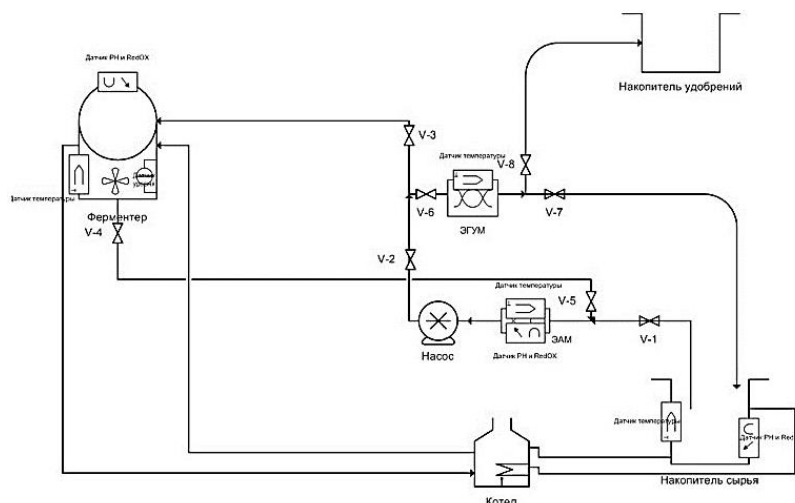


Рис. 1. Принципиальная схема Мини ТЭС с автоматизированной системой поддержания температуры.

При снижении температуры брожения автоматизированная система регулирования тепла будет подавать сигнал на подогрев до необходимого градуса. Управление процессом осуществляет контроллер АСУ. Контроллер связан с БПТ (блок поддержания температуры), для получения данных об температурных изменениях внутри процесса. Включение нагрева при этом производится только при остывании субстрата, что также позволит сэкономить на содержании биогазовой установки.

Такой вид экономии энергии на содержание биогазовых установок очень удобен, затраты на постоянный подогрев снижаются, вместе с тем остается выгода с утилизации отходов и получение качественного удобрения [3]. Использование данного подхода в перспективе может позволить значительно снизить затраты на энергию для утилизации биомассы, сэкономить электроэнергию за счет получения экологически чистых удобрений от биомассы, а также повысить производительность всей биогазовой установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальность применения биогазовых установок в России и за рубежом / И. Х. Гайфуллин, И. И. Кашапов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12, №. 2. – С. 71-74.
2. Соснина Е. Н. Автоматизированная информационная база данных по энергоустановкам на возобновляемых источниках энергии / Е. Н. Соснина, Д. А. Филатов. – Текст: непосредственный // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. - 2014. - № 1. - С. 194-199.

3. Осмонов О. М. Расчет биоэнергетической установки : методические указания / О. М. Осмонов. – Москва : Изд-во ФГБНУ «Росинформгротех», 2017. - 68 с. – Текст : непосредственный.

УДК 697

ГАЗОВЫЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Выродов Д. К., бакалавр, dmitry-vyrodov@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: целью данной статьи является знакомство читателя с таким видом строительных изделий, как газовые полиэтиленовые трубы, а также выделить их характеристики, используемые при строительстве сетей газопроводов и доставки газа потребителям.

Ключевые слова: полимерные изделия, полиэтиленовые трубы, ПНД, газопроводы.

Введение. Газоснабжение – форма сбережения энергии, состоящая в том, чтобы обеспечить потребителя газом с помощью газопроводов и иных способов транспортировки, в том числе действия, направленные на создание фонда известных месторождения газа. Для создания газопровода значительное время монтировались трубы из свинца и стали. В конце прошлого столетия в сфере строительства свершилась значимая модернизация: появились полимерные материалы, из которых стали производить пластиковые трубы, в их числе и газовые. Газовые полиэтиленовые трубы – полиэтиленовые изделия, создающиеся с помощью постоянной экструзии из полиэтилена низкого давления (ПНД), и предназначены для сборки и монтажа распределительных сетей газопроводов – доставки газа абонентам [1].



Рис. 1. Гранулы полиэтилена низкого давления

Основная часть. Особенности ПНД труб связаны с характерными чертами материала изготовления. Они прочны, устойчивы к перепадам температур внешней среды, химически малоактивные, достаточно легкие и выдерживают значительное давление. Общие технические характеристики полиэтиленовых труб имеют следующие показатели:

- низкая способность проводить тепло;
- малая текучесть – 15 – 30 МПА;
- при растяжении прочность составляет между 100-170 кгс/м²;
- плотность 0,94-0,95 г/см³;
- сравнительно большая пропускная способность;
- материал труб гибкий и весьма эластичный;
- рабочий температурный диапазон находится в пределах от -20 – 60 °С;
- температура плавления материала до 135 °С;
- при соблюдении правил технической эксплуатации, срок службы может достигать 50 лет [2].

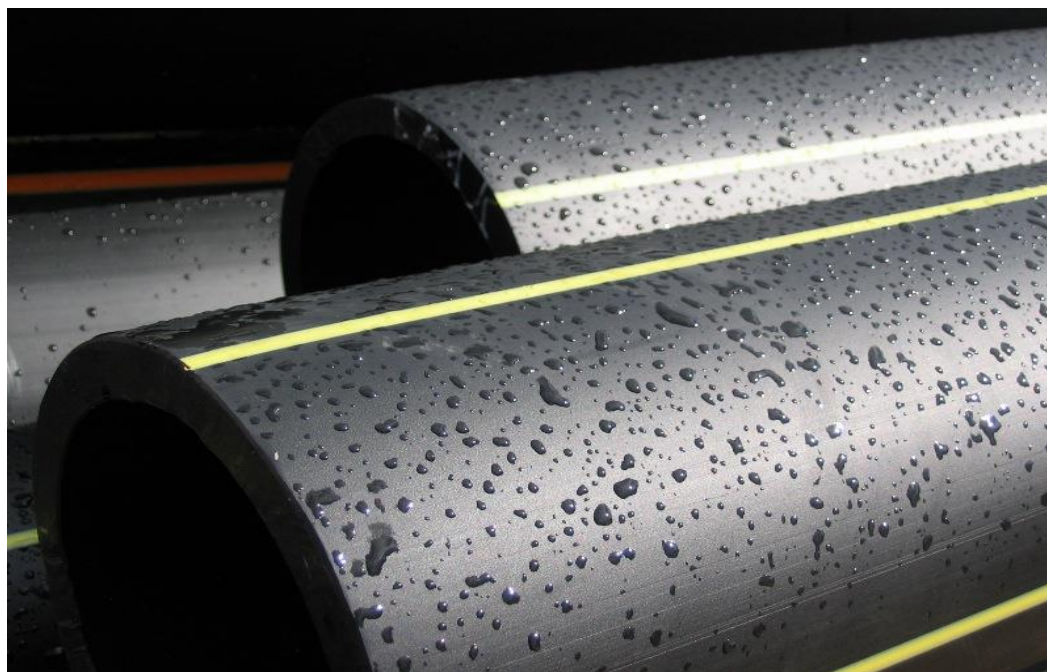


Рис. 2. ПНД трубы для газа

Данные трубы разделяются на типы в зависимости от стандартного размерного отношения диаметров к толщине стенок труб (SDR). Чем меньше значение этого отношения, тем больше толщина стенок трубы и, следовательно, трубопровод, сделанный из таких труб, может выдерживать большое давление. На данный момент используют следующие типы:

- SDR 17,6 - ПЭ80 PN 0,30 Мпа/ ПЭ100 PN 0,60 Мпа;
- SDR 17 - ПЭ80 PN 0,30 Мпа/ ПЭ100 PN 0,60 Мпа;
- SDR 13,6 - ПЭ80 PN 0,60 Мпа/ ПЭ100 PN 0,60 Мпа;

- SDR 11 - ПЭ80 PN 0,60 Мпа/ ПЭ100 PN 0,60 Мпа;
- SDR 9 - ПЭ80 PN 1,00 Мпа/ ПЭ100 PN 0,60 Мпа [3-4].

Имея большое количество технических преимуществ данного вида труб и трубопроводов, не стоит забывать и о недостатках полиэтиленовых труб низкого давления, а именно: малый разброс рабочих температур; горючесть материала изготовления трубы; ограничения по глубине заложения; не подходят для использования в сейсмически активных районах; если коммуникация ведется под инженерным сооружением, трубы необходимо помещать в стеклянные футляры, что значительно усложняет монтаж и увеличивает цену монтажа.

Газовые ПНД трубы применяются для доставки сырьевого или топливного видов горючего газа в таких сферах, как:

- малое жилищное строительство – при газификации отдельных сооружений и поселков;
- капитальное строительство – при подключении газопровода для новых домов, офисных зданий и учреждений;
- промышленность – с целью обеспечения газом хозяйственных и производственных зданий;
- сельское хозяйство – для организации отопления животноводческих и растениеводческих объектов;
- прокладка магистралей особого назначения;
- замена изношенных частей магистральных газопроводов;
- транспортировка сильно активных химических жидкостей [5-6].

Вывод. Из всего вышеперечисленного о характеристиках полиэтиленовых труб низкого давления для транспортировки газа, можно сделать вывод, что данный вид труб является достаточно эффективным конструкторским решением в области газоснабжения, однако проектировщику нужно хорошо понимать, как и где применять подобное строительное изделие, обладающее и своими, довольно значительными минусами в плане стойкости к высоким температурам и достаточно низкого рабочего давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пластпродукт: полиэтиленовые трубы для газопровода : сайт. – URL : <https://plastdv.ru/stati/poliehtilenovye-truby-dlya-gazoprovoda-osobennosti-i-preimushchestva/> (дата обращения: 28.10.2022). – Текст : электронный.
2. Трубополимер: производство полиэтиленовых труб : сайт. – URL : <http://pnd-truby.ru/polietilenovye-truby/> (дата обращения: 28.10.2022). – Текст : электронный.
3. Стройчик: строительство и ремонт : сайт. – URL : <https://stroychik.ru/strojmaterialy-i-tehnologii/polietilenovye-truby/> (дата обращения: 28.10.2022). – Текст : электронный.
4. Шурайц А. Л. Газопроводы из полимерных материалов: Пособие по проектированию, строительству и эксплуатации / А. Л. Шурайц,

В. Ю. Каргин, Ю. Н. Вольнов. – Саратов: издательство «Журнал «Волга – XXI век», 2007. - 612 с. – Текст : непосредственный.

5. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов : РД 03-614-03 : утв. постановлением Госстроя России 26.11.2003 : введ. в действие с 27.11.2003. - Москва : ЭНАС, 2013. – 179 с. – Текст : непосредственный.

6. ГОСТ 18599-2001. Трубы напорные из полиэтилена. Общее положение : настоящий стандарт соответствует международным стандартам : издание официальное : утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 23 марта 2002 г. N 112-ст : введен впервые : дата введения 2003-01-01 / разработан МТК 241 "Пленки, трубы, фитинги, листы и другие изделия из пластмасс". – Минск : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 21 с. – Текст : непосредственный.

УДК 697.1

СОЕДИНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ГАЗА

Выродов Д. К., бакалавр, dmitry-vyrodov@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: для данной статьи поставлена задача, которой является раскрытие темы способов соединения полиэтиленовых труб, использующихся для проектирования и строительства газопроводов и газораспределительных систем, а также обозначить особенности этих соединений.

Ключевые слова: полиэтиленовые трубы, фитинги, сварка, монтаж труб ПНД.

Введение. Газораспределительная система – это спроектированный и построенный промышленный комплекс, предназначенный для транспортировки природного газа посредством труб от магистрального газопровода до отдельных потребителей, а в отдельности газопровод – сооружение, используемое для доставки газа, находящегося под избыточным давлением, абоненту с помощью трубопровода. В данный момент времени, некоторая часть трубопроводов производится из полиэтилена низкого давления, сокращенное название – трубы ПНД. Трубы ПНД – это новейший вид труб, которые изготавливаются из полиэтилена низкого давления (отсюда сокращение ПНД), созданного посредством промышленного метода полимеризации этилена при низком давлении. Полиэтиленовые трубы для газа имеют множество преимуществ для мон-

тажа и одним из таких преимуществ, являются методы крепления труб для газа из полиэтилена низкого давления [1-3].

Основная часть. Полиэтиленовые трубы для газопроводных сетей применяются только для газопроводов, транспортирующих горючий газ, расположенных под землей, потому что полиэтилен характерен тем, что при достаточном нагреве изменяет свои свойства и начинается процесс плавления. Также это качество используют для производства неразъемных соединений труб, конкретно, для сварки.



Рис. 1. Внутреннее устройство пункта редуцирования газа №17 в городе Белгород, как вид газораспределительной системы

Имеется два способа сварки таких труб:

- стыковой, без употребления в монтаж фитингов и иных фасонных элементов:

- электромuffтовый, с использованием электрорезисторных фитингов.

Первый метод используют в промышленных сферах, для сварки труб с большим диаметром. Второй метод применяют для проектирования и монтажа бытовых ответвлений газопровода от центральных сетей. Для обоих методов характерны следующие этапы подготовки к сварке: 1) подбор и проверка инструмента сварки и самого материала для монтажа; 2) определение параметров сварки; 3) подготовка рабочего места; 4) закрепление и отцентровка труб; 5) зачистка торцов.

При использовании метода сварки «встык» соединения образуются за счет оплавления торцов, прижатых к друг другу труб, а само плавление происходит благодаря инструментам с дисковым рабочим элементом. Хороший шов невозможно разрушить применением малых усилий и не требует последующей герметизации. Сам порядок работ проходит следующим образом:

- установка редуцирующих вкладышей;
- расположение труб в центраторе;
- торцевание стыковых участков;

- зачистка рабочего места и проверка соосности;
- использование нагревательного аппарата;
- осадка шва при наращивании давления;
- маркировка получившегося шва;
- уборка оборудования, которым пользовались во время сварки.

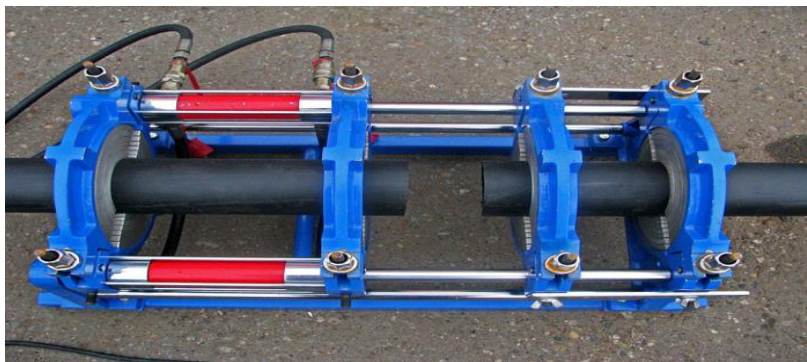


Рис. 2. Инструменты для сварки «встык»

Электромуфтовый способ отличается тем, что требует дополнительных монтажных элементов – переходников, отводов, тройников, муфт. На обратной стороне фитингов прикрепляется спираль, которая греется от поступающего тока и плавит полиэтилен. В итоге фитинги сплавляются с трубой, образуя неразъемное соединение. Для данной процедуры нужно учесть временной промежуток сварки, охлаждение и напряжение тока. Этапы монтажа, следующие:

- проверка инструментов подготовка материалов;
- обрезание труб для соединения;
- подбор электрорезисторной муфты;
- разметка участков трубы под зачистку;
- торцевание стыковых участков;
- обезжиривание мест соединения труб и муфты;
- установка муфты в рабочее положение;
- сама сварка [4].



Рис. 3. Электромуфтовая сварка полиэтиленовых труб

Также не стоит забывать о крайне редко применяемом способе резьбных соединений при устройстве газопровода, который как раз из-за минимального применения не выделяют в основные методы, как сварку в «встык» или электромuffтовый.



Рис. 4. Соединение газовых труб с помощью фитингов

В следствии использования резьбовых деталей создается прочное, но нестабильное соединение, которое, достаточно часто, усиливают места соединений фитингов с помощью дополнительных болтов и гаечных соединений, что значительно удорожает монтаж газопровода и газораспределительных систем в целом, однако упрощает сам процесс монтажа для рабочих [5].

Вывод. В заключении, можно сделать вывод, что полиэтиленовые трубы для газа обладают достаточно простыми методами соединения и весьма надёжными, но как и все виды строительных работ предъявляют к монтажникам высокие профессиональные требования, что касается сварки труб. Есть и более простой, но менее надёжный и дорогой метод. В итоге у потребителя и проектировщика труб ПНД для газа есть достаточно вариантов, подходящих для большей части задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные нормы и правила Российской Федерации : РД 34.21.122-87 : утв. приказом Министерства регионального развития Рос. Федерации 27.12.2002 : ввод. в действие с 01.07.2003. – Москва : ГУП ЦПП, 2003 – 39 с. – Текст : непосредственный.

2. Газораспределительные системы : РД 03-606-03 : утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации 03.12.2016 : ввод. в действие с 04.06.2017. – Москва : Госстрой, 2004 – 70 с. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ 18599-2001. Трубы напорные из полиэтилена. Общее положение : настоящий стандарт соответствует международным стандартам : издание официальное : утвержден и введен в действие постановлением

Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 23 марта 2002 г. N 112-ст : введен впервые : дата введения 2003-01-01 / разработан МТК 241 "Пленки, трубы, фитинги, листы и другие изделия из пластмасс". – Минск : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 21 с. – Текст : непосредственный.

4. Совет инженера: интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обеспечения : сайт. – URL: <https://sovet-ingenera.com/gaz/mount/polietilenovye-truby-dlya-gazoprovoda-tipu-i-spetsifika-prokladki-truboprovodov-iz-polietilena.html#i-6/> (дата обращения: 09.11.2022). – Текст : электронный.

5. Полипластик: запсиб : сайт. – URL: <http://zapsib.org/production/polietilenovye-truby-gaz/polietilenovye-truby-dlya-gazoprovod.html/> (дата обращения: 10.11.2022). – Текст : электронный.

УДК 620.92

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

Давлетбаев К. А., бакалавр, davletbaev200208@gmail.com
Абросимова С. А., ст. преподаватель, abrosimovasa@tyuiu.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Важной задачей при создании теплообменных аппаратов является повышение эффективности теплообмена. Приведена схема и описание экспериментальной установки с комбинированным теплообменником, состоящим из спиралевидного медного турбулизатора для одного контура теплоносителя и вставок из пористого алюминия для другого контура. Представлены результаты экспериментов. Получены выводы о эффективности экспериментального теплообменника.

Ключевые слова: экспериментальная установка, комбинированный теплообменник.

Одной из главных задач при проектировании теплообменных аппаратов является повышение интенсификации теплообмена. Для увеличения интенсивности теплообмена в кожухотрубных теплообменных аппаратах используют различные турбулизаторы или вставки из пористых материалов.

На кафедре промышленной теплоэнергетики Тюменского индустриального университета при поддержке ООО «ПК «МЖК-Строй»» был разработан экспериментальный стенд для проведения исследований эффективности комбинированных теплообменных аппаратов.

Принципиальная схема экспериментальной установки представлена на Рис.1. Установка состоит из системы подачи двух теплоносителей – воды и воздуха, которые поступают в каждый из двух теплообменников.

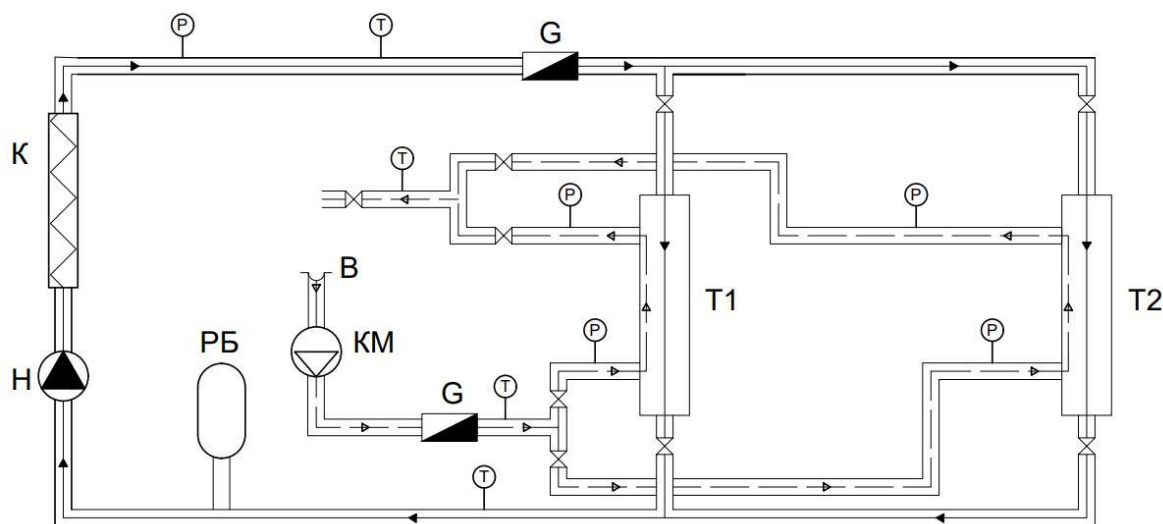


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки: Н – насос, К – котел, G – расходомер, P – датчик давления, T – датчик температуры, KM – компрессор, T1 – первый теплообменник, T2 – экспериментальный теплообменник с турбулизатором и вставками из пористого алюминия, B – воздухозаборник, РБ – расширительный бак

Первый теплообменник является простейшим кожухотрубным теплообменником, внутри которого находится медная трубка диаметром 30 мм, по которой течет вода. Противотоком между трубкой и кожухом движется воздух.

Второй теплообменник (экспериментальный), представляет собой кожухотрубный теплообменник, внутри которого расположена медная трубка диаметром 30 мм, к внутренним стенкам которой прикреплен спиралевидный турбулизатор из медной проволоки. По медной трубке течет теплоноситель – вода. На трубку нанизано пять цилиндров из пористого алюминия высотой 50 мм и диаметром 50 мм. Цилиндры отстоят друг от друга на расстоянии 20 мм. Между трубкой и кожухом через пористый материал поступает противотоком второй теплоноситель – воздух.

Первый теплоноситель – вода циркулирует по замкнутому контуру при помощи насоса. При помощи задвижек можно регулировать подачу воды в каждый теплообменник. При помощи котла может задаваться различная температура воды.

Второй теплоноситель – воздух поступает из воздухозаборника в компрессор, проходит противотоком через теплообменник, и выходит в атмосферу. Кранами регулируется подача воздуха в каждый теплообменник.

При помощи датчиков фиксируется температура и давление каждого теплоносителя, а также вычисляется расход теплоносителей.

На установке была проведена серия экспериментов. Для каждого теплообменника проводились замеры температуры, давления, расхода каждого теплоносителя. На Рис.2 и Рис.3 представлены результаты экспериментов.

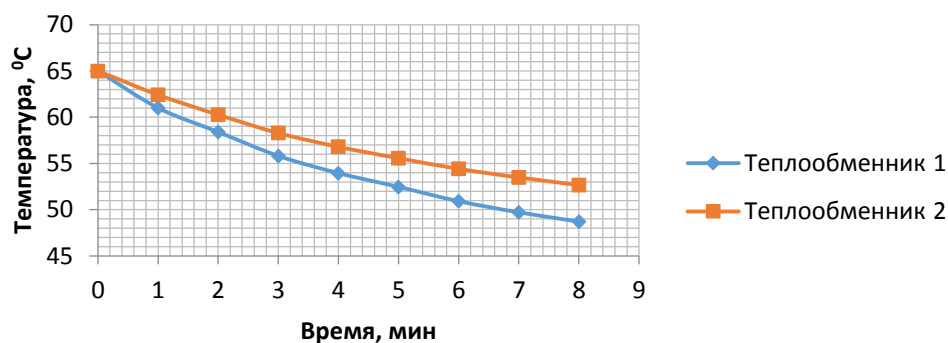


Рис. 2. График охлаждения воды на первом режиме насоса

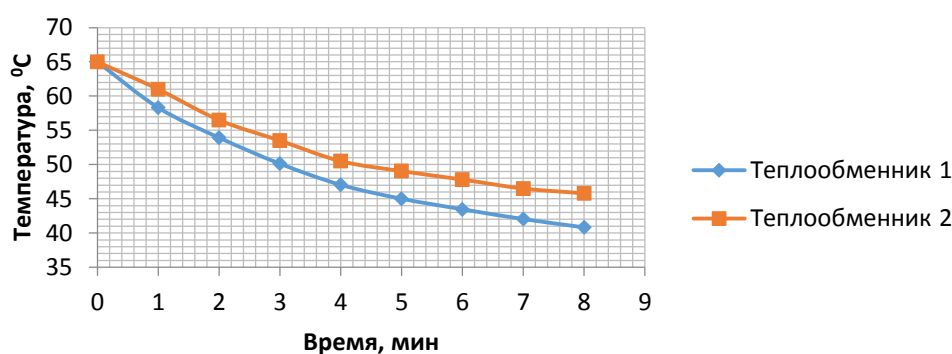


Рис. 3. График охлаждения воды на третьем режиме насоса

По результатам экспериментов и расчетов теплообменник с пористыми вставками и турбулизатором эффективнее, чем теплообменник без вставок и турбулизатора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горшенин А. С. Методы интенсификации теплообмена : учебное пособие / А. С. Горшенин. – Самара : СамГТУ, 2009. – 82 с. – Текст : непосредственный.
2. Ибрагимов У. Х. Экспериментальное исследование коэффициента теплоотдачи в трубках теплообменника при применении локальных турбулизаторов / У. Х. Ибрагимов, С. М. Шомуратова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2014. – № 4 (63). – С. 178-179.
3. Кущев Л. А. Современные способы интенсификации работы кожухотрубных теплообменных аппаратов систем теплоснабжения / Л. А. Кущев, Н. Ю. Никулин, Ю. Г. Овсянников, А. И. Алифанова. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2018. – Том 8, № 2. – С. 130-140.

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРА СЕПАРАТОРА ДЛЯ АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ НА БАЗЕ ГАЗОВОГО ГЕНЕРАТОРА С ДВИГАТЕЛЕМ СТИРЛИНГА

Дмитриев А. В., д-р техн. наук, доцент, tot_kgeu@mail.ru

Уткин М. О., аспирант, 209maks@mail.ru

Россамахина Н. С., магистрант

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. В данной работе, представленной коллективом авторов, рассматривается концепция применения гравитационного фильтра-сепаратора автономного источника питания на базе газового генератора с двигателем Стирлинга с целью электроснабжения объектов, не подключенных к единой энергосети.

Ключевые слова: солнечная и ветровая энергетика, газовые генераторы на базе двигателя Стирлинга, утилизация компонентов возобновляемых источников энергии, автономные энергетические комплексы.

Развитие топливно-энергетического комплекса Российской Федерации требует задействование все новых и новых производственных площадей и добыча нефти и газа из отдаленных от линий электропередач месторождений. В связи с этим остро стоит проблема электроснабжения объектов при отсутствии гарантированного питания от ЛЭП или полного отсутствия подключения к электрической сети. В данном случае находят широкое применение возобновляемые источники энергии, а именно солнечная и ветровая энергетика [1, 2].

Автономные энергетические комплексы на базе возобновляемых источников энергии способны не только обеспечивать электроснабжение потребителей, будь то крановый узел, месторождение (куст) или вышка связи, но и аккумулировать электроэнергию. Аккумуляция электроэнергии позволяет автономным источникам питания выдавать заданную мощность не только при номинальной нагрузке, но и запитывать кратковременно силовую нагрузку – исполнительную арматуру, клапана, оборудование периодического использования, оборудования пуско-наладочных или ремонтных работ. Однако, питание от возобновляемых источников энергии может быть ограничено климатическими особенностями региона или же потребностью в питании большого количества устройств. Требование питать больше, чем возможно, приводит к серьезному удорожанию подобных проектов приводя к установке 5-10 типовых энергетических комплексов для 1-го объекта. Поэтому возможность питание объекта от газовых генераторов остается актуальной на сегодняшний день.

В большинстве случаев для питания потребителей на рынке предлагается использовать солнечные панели и ветрогенераторы в качестве основных источников энергии [3,4].

В нашем же случае, при применении газового генератора на базе двигателя Стирлинга, необходимо применение дополнительного оборудования для отбора и сепарации газа – гравитационного фильтра-сепаратора. В проведенном исследовании проводится расчет гравитационного фильтра-сепаратора, построение электронной цифровой трехмерной модели, моделирования поведения вихрей в разработанной конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возобновляемые источники энергии в изолированных населенных пунктах Российской Арктики / В. Х. Бердин, А. О. Кокорин, Г. М. Юлкин, М. А. Юлкин. – Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. – 80 с. – Текст : непосредственный.

2. Лукутин Б. В. Возобновляемые источники электроэнергии : учебное пособие / Б. В. Лукутин. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 187 с. – Текст : непосредственный.

3. Дмитриев А. В. Исследование работы термоэлектрического преобразователя в системе охлаждения энергетического оборудования. Известия высших учебных заведений / А. В. Дмитриев, И. И. Валиев, О. С. Дмитриева. – Текст : непосредственный // Проблемы энергетики. – 2015. - №3. – С. 60-63.

4. iXBT Live: Солнечные панели или ветрогенераторы: что выбрать для домашней электростанции : сайт. – URL : <https://www.ixbt.com/live/topcompile/solar.html> (дата обращения: 07.11.2022). – Текст : электронный

УДК 62-681

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Закк Е. Е., магистрант, liza_2k@mail.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Актуальность темы в том, что современное производство теплоэлектростанций в значительной мере влияет на состояние окружающей природной среды в глобальных масштабах и следует сокращать количество выбросов в окружающую среду. Цель: изучить влияние теплоэлектростанций на окружающую среду. Методы: использование и совершенствование очистных устройств, рациональное замещение теплоэлек-

тростанций. Изучив виды загрязнений от деятельности теплоэлектростанций, можно сделать вывод, что для соблюдения экологических требований, в первую очередь следует проводить учет экологических показателей при выборе оборудования, а также использовать новые технологии преобразования топлива.

Ключевые слова: теплоэлектростанция, топливо, выбросы, окружающая среда.

Нынешняя энергетика причиняет значительный ущерб окружающей среде, ухудшая при этом условия жизни людей. Источник энергетике – это всевозможные типы электростанций. Методы выработки электрической энергии на теплоэлектростанциях связаны с огромным количеством выбросов в окружающую среду.

Теплоэлектростанции работают на сравнительно недорогом органическом топливе таком как, уголь и мазут. Топлива, которое обладает высоким качеством, не хватает и поэтому множество станций работают на топливе с низким качеством. При сгорании такого топлива в атмосферный воздух вместе с дымом поступает огромное количество вредоносных веществ. На теплоэлектростанциях формируются продукты сгорания, в которых находятся: оксид азота, летучая зола, частицы несгоревшего топлива в виде пыли. Продукты горения, поступающие в атмосферу, приводят к появлению кислотных дождей и повышают парниковый эффект [1].

Для снижения объема выбросов и совершенствования качества сжигаемого топлива нужно не только модернизировать установки, но и повысить эффективность демонтажа и реконструкцию старого оборудования.

Также значимым природоохранным мероприятием является улучшение качества применяемого топлива. В отношении охраны воздушного бассейна преобладание имеют те виды топлива, которые включают в себя минимум вредных примесей, в первую очередь азота, золы и серы [2].

Преимущественно чистым органическим топливом является природный газ. При его сжигании не выделяются твердые частицы и почти не присутствуют выбросы сернистых соединений.

Факторы, которые связаны с энергетикой, заставляют задуматься о привлечении альтернативных источников энергии [3]. К ним относятся:

1. Применение и усовершенствование ветродвигателей в районах с интенсивными ветрами;
2. Применение энергии морских течений, приливов и отливов;
3. Применение солнечной энергии.

Для очистки от загрязнения выбросов теплоэлектростанций применяются сухие и мокрые золоуловители. Неоднократно для достижения наибольшего эффекта используют несколько способов. Для мокрой очистки газа на теплоэлектростанциях чаще используют скрубберы Вентури (Рис. 1).

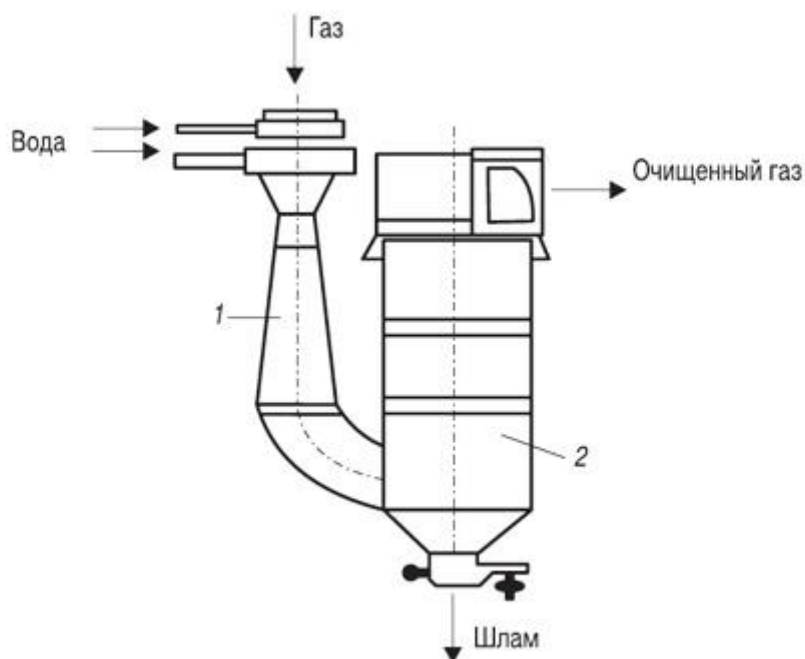


Рис. 1. Скруббер Вентури

Степень очистки скруббера Вентури достигает до 96 %. Чем меньше расходуется воды при очистке, тем меньше образуется шлама, и, следовательно, будет меньше затрат на его утилизацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции / В. Я. Рыжкин. – Москва : Энергопромиздат, 1987. - 328 с. - Текст : непосредственный.
2. Голицын А. Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды : учебник / А. Н. Голицын. - Москва : Оникс, 2007. - 336 с. - Текст : непосредственный.
3. Магадеев В. Ш. Снижение токсичности дымовых газов тепловых электростанций / В. Ш. Магадеев. - Москва : Энергопромиздат, 2009. - 182 с. - Текст : непосредственный.

МЕТОДИКА СВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ФАКТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ГТУ

Зиновьева А. С., аспирант, lucky-istorik@yandex.ru

Ледуховский Г. В., д-р техн. наук, профессор, gvled@mail.ru

г. Иваново, Ивановский государственный энергетический университет
им. В.И. Ленина

Аннотация. Методика сведения материального и энергетического балансов применительно к ГТУ нормативными документами не регламентирована. Цель исследования состоит в разработке методики сведения балансов по ГТУ в рамках концепции решения некорректных задач на основе регуляризации Тихонова, позволяющей получить аналитическое решение. Разработанная методика апробирована при проведении практических расчетов на основе данных АСУ ТП газотурбинной установки GTX-100.

Ключевые слова: газотурбинная установка, тепловая экономичность оборудования, материальный баланс, энергетический баланс, метод регуляризации.

Согласно требованиям нормативных документов [1], расчету фактических (а затем и номинальных) значений показателей тепловой экономичности агрегатов и установок ТЭС должно предшествовать сведение материальных и энергетических балансов. При этом требования к сведению балансов по газотурбинным установкам (ГТУ) не определены.

Балансы ГТУ в общем случае не сводятся ввиду метрологического несовершенства приборов учета или их неисправности:

$$B_{КС}^И + G_{1к}^И - G_{2т}^И = \Delta G; \quad (1)$$

$$Q_{КС}^И + Q_{1к}^И - Q_{2т}^И - Q_5 - Q_{эм} - N_{ГТУ}^И = \Delta E, \quad (2)$$

где $B_{КС}$, $G_{1к}$ и $G_{2т}$ – расходы соответственно топлива в камеру сгорания, воздуха на входе в компрессор и продуктов сгорания на выходе из турбины, кг/с; $Q_{КС}$ – тепловая мощность, подведенная к камере сгорания, МВт; $Q_{1к}$ – тепловая мощность, подведенная с потоком воздуха к компрессору ГТУ, МВт; $Q_{2т}$ – тепловая мощность потока продуктов сгорания на выходе из ГТУ, МВт; Q_5 – мощность тепловых потерь от наружного охлаждения элементов ГТУ, МВт; $Q_{эм}$ – мощность электромеханических потерь ГТУ, МВт; $N_{ГТУ}$ – электрическая мощность ГТУ, МВт; индекс «и» указывает на измеренное значение показателя, т.е. результат прямого или косвенного измерения; ΔG – невязка материального баланса, кг/с; ΔE – невязка энергетического баланса, МВт.

Составляющие Q_5 и $Q_{эм}$ определяются по результатам экспертной оценки [2]. Прочие составляющие Q_i уравнения (2) связаны со слагаемыми уравнения (1):

$$Q_{КС}^И = B_{КС}^И (h_{топл}^И + Q_H^P); \quad (3)$$

$$Q_{1к}^И = G_{1к}^И h_{1к}^И; \quad (4)$$

$$Q_{2m}^И = G_{2m}^И h_{2m}^И, \quad (5)$$

где $h_{топл}^И$, $h_{1к}^И$, $h_{2т}^И$ – энтальпия соответственно топлива, поступающего в камеру сгорания ГТУ, воздуха на входе в компрессор, продуктов сгорания за турбиной, МДж/кг; Q_H^P – низшая удельная теплота сгорания на рабочую массу топлива, поступающего в камеру сгорания ГТУ, МДж/кг.

При сведении балансов (1) и (2) измеренные значения показателей должны быть скорректированы так, чтобы ΔG , ΔE были равны нулю.

Предлагается проведение процедуры сведения балансов (1) и (2) на основе концепции регуляризации Тихонова [3, 4], которая позволяет исходную некорректную задачу свести к виду

$$A\mathbf{Y} + \sigma = \mathbf{B}, \quad (6)$$

а затем, при скалярной постановке [3], к задаче минимизации функции

$$F(\mathbf{Y}, \lambda) = |A\mathbf{Y} - \mathbf{B}|^2 + \lambda |\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_0|^2 \Rightarrow \min, \quad (7)$$

где \mathbf{Y} , \mathbf{Y}_0 – искомое регуляризованное решение и его априорная оценка; \mathbf{A} , \mathbf{B} – известные операторы модели системы; σ – числовой параметр, характеризующий погрешность правой части уравнения; λ – малый положительный параметр регуляризации, который необходимо подобрать.

При минимизации функции $F_c(\mathbf{Y})$, получается регуляризованное решение $\mathbf{Y}(\lambda)$, зависящее от параметра λ . Первое слагаемое в (7) показывает суммарную невязку балансов $\Delta = |A\mathbf{Y}|$, а второе – модуль вектора отклонения полученного решения от исходного вектора $\Delta\mathbf{Y} = |\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_0|$.

Матричный оператор \mathbf{A} и искомое регуляризованное решение \mathbf{Y} с учетом (1)–(5) можно представить в виде

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 & 0 \\ h_{топл}^И + Q_H^P & h_{1к}^И & -h_{2т}^И & -\frac{1}{\eta_{5т}} \end{pmatrix}, \quad (8)$$

$$\mathbf{Y} = (B_{КС} \quad G_{1к} \quad G_{2т} \quad N_{ГТУ})^T, \quad (9)$$

где $\eta_{5т}$ характеризует тепловые потери от наружного охлаждения элементов ГТУ и электромеханические потери ГТУ и определяется согласно равенству:

$$Q_5 + Q_{эм} + N_{ГТУ} = \frac{N_{ГТУ}}{\eta_{5м}}.$$

Аналитическое решение задачи (7) может быть получено при её скалярной постановке (решение известно [4]) (при $\mathbf{B} = 0$)

$$\mathbf{Y} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A} + \lambda \mathbf{E})^{-1} \lambda \mathbf{Y}_0. \quad (10)$$

Предложенная методика апробирована при сведении балансов по ГТУ типа GTX-100. Результаты расчетов для одного из режимов (Рис. 1) показывают, что зависимость целевой функции от параметра регуляризации $F(\lambda)$ имеет выраженный минимум при значении $\lambda^*=0,95$, соответствующем решению оптимизационной задачи.

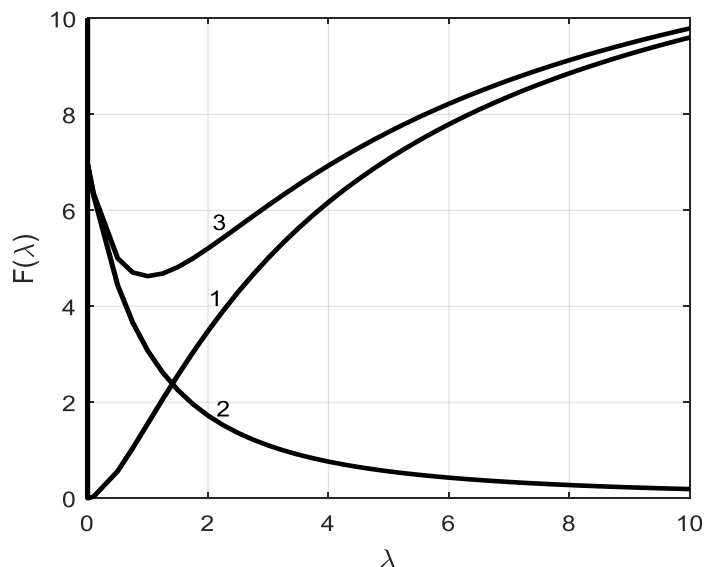


Рис. 1. Зависимость целевой функции оптимизации $F(\lambda)$ и её слагаемых от параметра регуляризации λ : 1 – первое слагаемое целевой функции оптимизации (сумма квадратов небалансов по массе и энергии); 2 – второе слагаемое целевой функции оптимизации (квадрат модуля вектора отклонений $\text{sum}(\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_0)^2$); 3 – целевая функция оптимизации

В перспективе, возможно обращение к различным параметрам регуляризации λ для различных технологических параметров в целях проведения более точного и детального анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по составлению отчета электростанции и акционерного общества энергетики и электрификации о тепловой экономичности оборудования : РД 34.08.552-95 : утв. Минэнерго России 24.11.1995 : введ. в действие с 01.02.1996. – Москва : СПО ОРГРЭС, 1995. – Текст : непосредственный.

2. Ледуховский Г. В. Расчет и нормирование показателей тепловой экономичности оборудования ТЭС / Г. В. Ледуховский, А. А. Пospelов. – Иваново: ИГЭУ, 2015. – 468 с. – Текст : непосредственный.

3. Тихонов А. Н. Методы решения некорректных задач / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – Москва : Наука, 1979. – 285 с. – Текст : непосредственный.

4. Тверской Ю. С. Автоматизация пылеугольных котлов электростанций / Ю. С. Тверской. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 472 с. – Текст : непосредственный.

УДК 681.515.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ АСУ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Ильина А. А.¹, магистрант, anjelka97@yandex.ru

Сафин М. А.², канд. техн. наук, доцент, safin.ma@kgeu.ru

Харчук С. И.¹, канд. физ.-мат. наук, доцент, sikharchuk@kai.ru

¹г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ

²г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. Работа является актуальной, в связи с тем, что управление частотой вращения является одной из важнейших задач эксплуатации газотурбинного двигателя. В данной статье, для решения основных проблем управления вращением ротора газовой турбины, в заданном пределе, с применением современных вычислительных средств, проведено моделирование автоматической системы управления (АСУ) в программе Matlab/Simulink. Полученная АСУ позволяет исследовать влияние входных параметров на выходные и моделировать разные режимы работы.

Ключевые слова: моделирование, газовая турбина, АСУ, частота вращения.

Газотурбинный двигатель предназначен для получения механической мощности на привод центробежного нагнетателя [1]. Двигатель состоит из: компрессора, камеры сгорания, турбины и свободной турбины.

В данной работе для анализа рассматривается линейная математическая модель газотурбинного двигателя (ГТД), полученная с использованием фактических данных и применения процедуры авторегрессии с экзогенным сигналом (ARX) Горбани и др. [2].

На Рис.1 представлен контур скорости линейной модели ARX.

Как видно из Рис.1, F (расход топлива) и Pd (потребляемая мощность) являются входными параметрами ГТД, а P (производимая мощность) и n (частота вращения ротора турбины) являются выходными данными. Измерение всех физических переменных выражается в системе на единицу PU (*per unit*). Здесь n также рассматривается как вход, так как он подается обратно в систему таким образом, что в зависимости от отклоне-

ния требуемого значения от реального значения скорости (сигнала ошибки) будет изменяться F , который является управляющим входом. Здесь Pd рассматривается как вход возмущения.

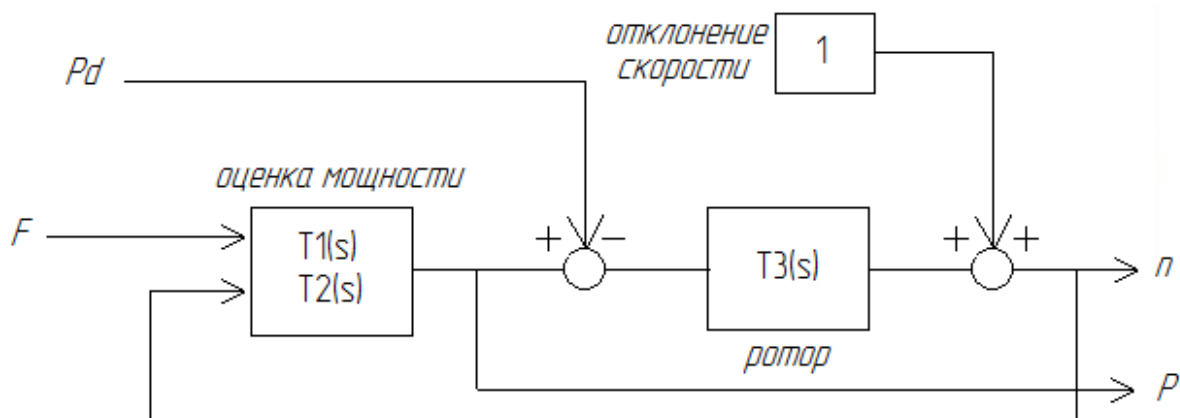


Рис.1. Контур скорости линейной модели ARX

Из Рис.1 видно, что система является сложной, включающей ряд передаточных функций ($T1(s)$, $T2(s)$, $T3(s)$). Модель имеет определенные внутренние ограничения на расход топлива и скорость турбины [2]. Из-за насыщения исполнительных механизмов подача топлива ограничена в диапазоне от $0.1935 \leq F \leq 1$, также ограничена скорость от $0.95 \leq n \leq 1.05$.

Для моделирования АСУ частотой вращения газовой турбины газотурбинного двигателя был использован ПИД-регулятор. Он действует на основе разницы между значениями измеренной переменной процесса и требуемой уставкой. Задача регулятора состоит в том, чтобы обеспечить выходной сигнал, необходимой для поддержания регулируемого параметра на заданном уровне [3]. Передаточная функция регулятора записывается в следующем виде:

$$u = P + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}}, \quad (1)$$

где P - пропорциональный коэффициент; I - интегральный коэффициент; D - дифференциальный коэффициент; N - коэффициент фильтрации.

Для моделирования АСУ была использована программа Matlab/Simulink. Структурная схема смоделированной АСУ представлена на Рис.2.

Модель АСУ позволяет получать различные промежуточные данные. На Рис.3 показаны графики: а - зависимости расхода топлива от времени, б - зависимости подаваемой мощности от времени. На Рис.4 показана график зависимости скорости вращения ротора от времени.

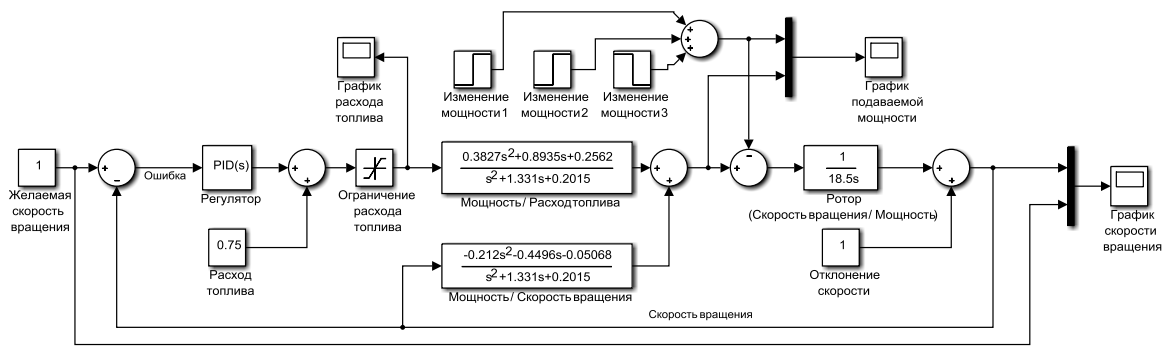


Рис.2. Структурная схема АСУ

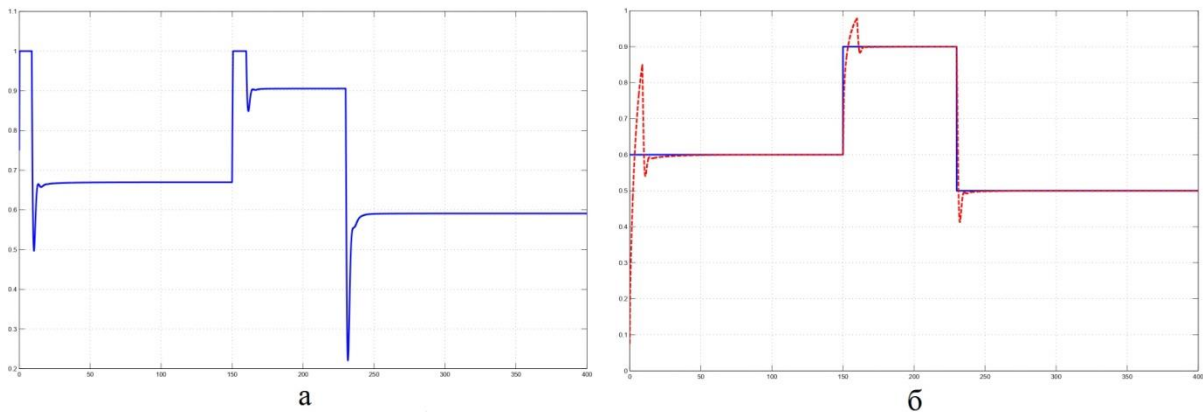


Рис.3. Графики: а - зависимости расхода топлива от времени, б - зависимости подаваемой мощности от времени

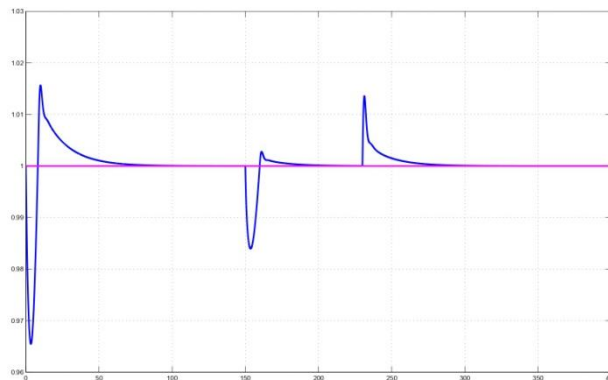


Рис.4. График зависимости скорости вращения ротора газовой турбины от времени

В результате была смоделирована АСУ частотой вращения ротора газовой турбины газотурбинного двигателя. В данной модели можно отслеживать не только скорость вращения, но и расход топлива в зависимости от нагрузки, задаваемой в виде мощности. В данной работе нагрузка

меняется ступенчато: на 150 с. от 0.6 *PU* до 0.9 *PU* и на 225 с. от 0.9 *PU* до 0.5 *PU*. Полученная АСУ позволяет исследовать влияние входных параметров на выходные и моделировать разные режимы работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стационарные газотурбинные установки : справочник / ред. Л. В. Арсеньев, В. Г. Тырышкин. – Ленинград : Машиностроение, 1989. – 543 с. – Текст : непосредственный.
2. Ghorbani H. Constrained model predictive control implementation for a heavy-duty gas turbine power plant / H. Ghorbani, A. Ghffari, M. Rahnama. – Direct text // WSEAS Trans System and Control. World Scientific and Engineering Academy and Society. – 2008. – Vol. 3, Is. 6. – P. 507-516.
3. ПИД-регулятор. Методика настройки : сайт. – URL : <https://electric-blogger.ru/promyshlennoe/pid-regulyator-metodika-nastrojki.html> (дата обращения: 16.11.2022). – Текст : электронный.
4. Астром К. Дж. ПИД-регуляторы : учебник / К. Дж. Астром, Т. Хагглунд. – Вашингтон : The Instrumentation, Systems and Automation Society, 1995. – 343 с. – Текст : непосредственный.

УДК 697.341

ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТА МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

Китаев Д. Н.¹, канд. техн. наук, доцент, dim.kit@rambler.ru

Кумаков Р. А.¹, ст. преподаватель, r.kum@yandex.ru

Ястребов Т.О.², преподаватель, t-yastrebov@mail.ru

¹г. Воронеж, Воронежский государственный технический университет

²г. Воронеж, Воронежский техникум строительных технологий

Аннотация. Важной задачей проектирования системы централизованного теплоснабжения является нахождение оптимальной конфигурации тепловых сетей. Решение такой задачи позволит получить энергоэффективную систему транспортировки тепловой энергии потребителю [1,2]. В современных условиях проектирования новых микрорайонов на площадях свободных от застройки возникает необходимость рассмотрения возможного места установки источника генерации теплоты [3,4]. Расположение котельной влияет на конфигурацию тепловой сети и ее материальную характеристику. В работе рассмотрено вариантное проектирование тепловой сети на основе нахождения минимума материальной характеристики, затрат мощности на транспортировку теплоносителя и капитальных вложений в строительство. Многокритериальный анализ позволил выявить оптимальное место установки котельной, обеспечивающее минимальную стоимость строительства и последующую энергоэффективную эксплуатацию.

Ключевые слова: система теплоснабжения, тепловые сети, котельная, материальная характеристика, мощность насоса

При проектировании системы теплоснабжения важным аспектом является поиск оптимального варианта тепловых сетей. Используются различные критерии, позволяющие проводить оценку проектов [5,6]. Современными исследователями преимущественно рассматривается вариативность трассировки тепловой сети, когда принимается несколько равноценных вариантов и на основе поиска минимума значений критериев, выбирается оптимальный. Место установки котельной обычно считается заданным, однако, на практике встречаются ситуации, при которых возможны несколько вариантов размещения источника теплоснабжения. При наличии возможности размещения в нескольких местах с выполнением всех требований, возникает необходимость выбора наиболее рационального варианта. Одним из наиболее распространенных критериев является материальная характеристика сети [5] от которой зависят капитальные вложения в строительство. Часто отысканием этого параметра ограничиваются и по его минимальному значению принимают окончательный вариант. При эксплуатации тепловых сетей важным показателем является расход электроэнергии на транспортировку теплоносителя, который зависит от напора и подачи насосов.

В качестве объекта исследования был выбран перспективный район строительства в г.Белгород. Жилой район состоит из восемнадцати зданий из которых девять являются многоквартирными жилыми домами высотой от 5 до 9 этажей, а остальные общественными. Расчетная тепловая нагрузка района составляет 15МВт.

В качестве источника теплоснабжения рассматривается газовая котельная. Система теплоснабжения принята двухтрубная, закрытая с независимым подключением потребителей. Проектный температурный график регулирования тепловой нагрузки 105/70[7]. Прокладка тепловой сети планируется подземная в непроходных каналах. Рассматриваемые варианты установки котельной и трассировка сети для первого варианта представлены на рис. 1. На рис. 1 потребители обозначены цифрами от 2 до 20, а номера вариантов *I – III*.

Для каждого варианта установки котельной и соответственной конфигурации тепловой сети были определены значения материальной характеристики сети M , капитальные вложения в текущем уровне цен C , значение напора H и мощности N сетевого насоса. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

По результатам расчетов можно сделать вывод, что минимальное значение всех рассмотренных критериев наблюдается во втором варианте, подразумевающим расположение котельной в центре жилого района.

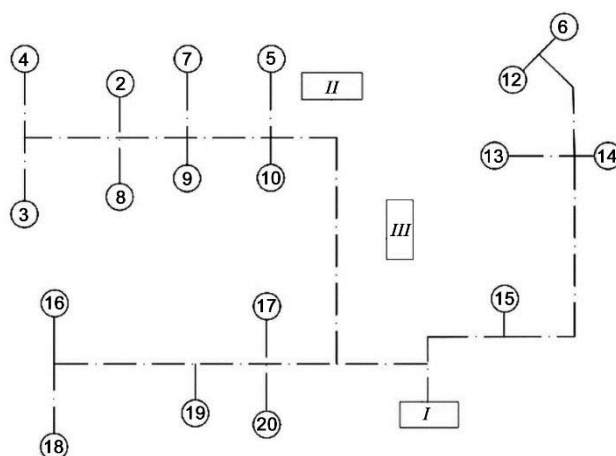


Рис. 1. Варианты установки котельной

Таблица 1
Технико-экономические показатели вариантов размещения котельной

Показатель	Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3
$M, м^2$	318,222	245,090	276,658
$C, млн.руб$	74,334	67,463	67,517
$H, м$	27,571	27,396	27,465
$N, кВт$	27,16	26,987	27,056

По результатам работы можно сделать следующие выводы. Рассмотрено три варианта размещения источника теплоты жилого района. На основе анализа вариантов размещения источника по критериям материальной характеристики сети, затрат мощности на перекачку насоса и капитальных вложений в строительство был определен наиболее оптимальный вариант расположения источника выработки энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелькумов В. Н. Выбор математической модели трасс тепловых сетей / В. Н. Мелькумов, И. С. Кузнецов, В. Н. Кобелев. - Текст: непосредственный // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2011. - № 2 (22). – С. 31-36.

2. Мелькумов В. Н. Задача поиска оптимальной структуры тепловых сетей / В. Н. Мелькумов, И. С. Кузнецов, В. Н. Кобелев. - Текст: непосредственный // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2011. - № 2 (22). – С. 37-42.

3. Семенов В. Н. Актуальные проблемы теплоснабжения муниципальных образований (на примере городского округа город Воронеж) / В. Н. Семенов, Д. Н. Китаев, А. С. Овсянников. - Текст: непосредственный //

Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2015. - №14. – С. 100-108.

4. Докучаева С. А. Выбор источника теплоснабжения для вновь построенных зданий по ул. дорожная Чкаловского района г. Екатеринбурга / С. А. Докучаева, Т. Б. Жиргалова. - Текст: непосредственный // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере : материалы Международной научно-технической конференции. – Челябинск, 2018. – Т.6. – С. 88-90.

5. Мелькумов В. Н. Критерии оптимальности и условия сравнения проектных решений систем теплоснабжения / В. Н. Мелькумов, К. А. Складов, С. Г. Тульская, А. А. Чуйкина. – Текст : непосредственный // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2017. - № 4 (48). – С. 29-37.

6. Каширин М. А. Выбор оптимальной трассы тепловых сетей предприятия / М. А. Каширин, Д. Н. Китаев. – Текст : непосредственный // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. - № 2 (11). – С. 9-12.

7. Влияние температурного графика тепловой сети на материальную характеристику / Е. А. Лобова, О. Ю. Ильин, А. Г. Ляхнович, Д. Е. Чебуланкин. - Текст: непосредственный // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2020. - № 1. – 198-203.

УДК 66.045.53

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ОРОШЕНИЯ НА ОХЛАЖДАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ГРАДИРНИ С РЕГУЛЯРНЫМИ НАСАДКАМИ

Лаптева Е. А., канд. техн. наук, доцент, grivka100@mail.ru

Власова М. А., магистрант, vlasovarita1999@gmail.com

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментального исследования влияния степени орошения на охлаждающую способность мини-градирни. В качестве интенсификатора тепло- и массообмена была установлена регулярная насадка – гофрированные трубы.

Ключевые слова. Мини-градирня, теплообмен, массообмен, охлаждение воды, степень орошения, регулярные насадки.

Для отведения низкопотенциального тепла в промышленности используют наиболее доступный хладагент – воду, а охлаждение самой оборотной воды осуществляется на градирнях [1].

Поверхность воды, требуемая для охлаждения путем контакта с воздухом, создается в градирнях в результате разбрызгивания воды соплами [2]. Самый важный узел градирни – это насадка. Тепло и массообменные свойства контактного устройства (насадки), наряду с аэродинамическими свойствами определяют, в основном, эффективность градирни [3].

Экспериментальные данные были получены на научно-исследовательском стенде градирня. При проведении эксперимента использовались регулярные насадки в виде гофрированных труб, которые устанавливаются на поддерживающей опорной решетке. Схема регулярной насадки из гофрированных труб представлена на Рис. 1.

Внутри цилиндрической колонны размещены 10 гофрированных труб, являющихся регулярной насадкой, высотой 1 м. Дискретная шероховатость поверхности труб выполняется в форме отдельных точечных выступов, расположенных поперечно к потоку вдоль периметра поперечного сечения канала, с использованием данных труб повышается интенсивность тепло – и массообмена.

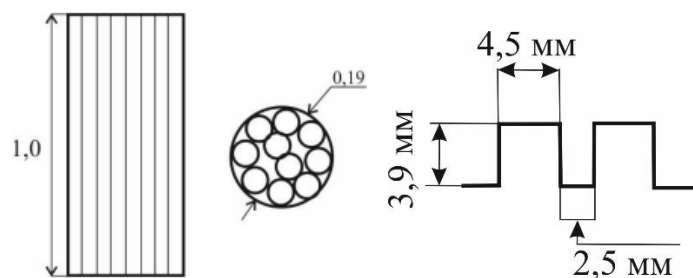


Рис. 1. Схема трубчатой регулярной насадки с дискретной шероховатостью в виде прямоугольных выступов

В процессе исследования изменяли параметры подаваемого воздуха, для анализа изменения расчетных параметров, эксперимент проводился при различных скоростях воздуха в колонне: 0,5-1,8 м/с. Рассчитывались такие параметры как эффективность по воде и по газу. Плотность орошения $q_{ж}$ устанавливали 5,3-19,4 м²/м³ч.

Эффективность по воде рассчитывается по выражению:

$$E_{ж} = \frac{t_{н} - t_{к}}{t_{н} - t_{м.т.н}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $t_{н}$ – температура воды на входе в градирню, °С; $t_{к}$ – температура воды на выходе из градирни, °С; $t_{м.т.н}$ – температура мокрого термометра на входе в градирню, °С.

Эффективность по газу:

$$E_{г} = \frac{I_{н} - I_{к}}{I_{н} - I_{гр.н}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где I_H – энтальпия воздуха на входе, Дж/кг. сух. возд.; I_K – энтальпия воздуха на выходе, Дж/кг. сух. возд.; $I_{гр.н}$ – энтальпия воздуха при температуре t_n на границе раздела фаз, Дж/кг.

Были получены графики зависимости показателей, которые представлены на Рис. 2-3.

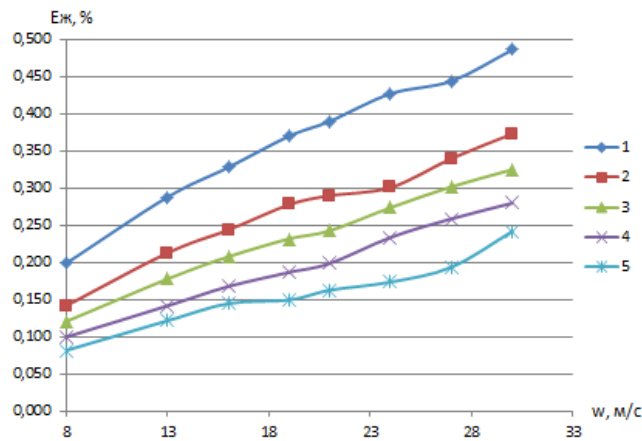


Рис. 2. График зависимости эффективности воды от скорости воздуха в колонне: 1 – плотность орошения $q_{ж} = 5,3 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, 2 - $q_{ж} = 8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, 3 - $q_{ж} = 12,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, 4 - $q_{ж} = 15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, 5 - $q_{ж} = 19,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$.

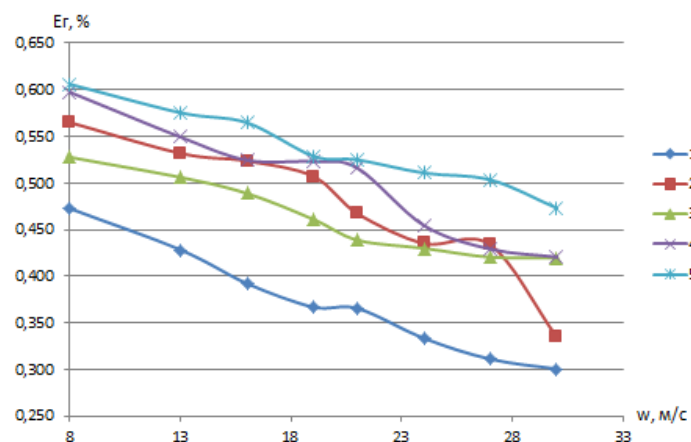


Рис. 3. График зависимости эффективности газа от скорости воздуха в колонне: 1 – плотность орошения $q_{ж} = 19,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, 2 - $q_{ж} = 15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, 3 - $q_{ж} = 12,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, 4 - $q_{ж} = 8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, 5 - $q_{ж} = 5,3 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$.

Исследования показали, что с увеличением скорости газа в колонне тепловая эффективность мини-градирни растет, а с увеличением плотности орошения – снижается. Наиболее эффективное охлаждение воды при плотности орошения $q_{ж} = 5,3 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$, а по газу - $q_{ж} = 19,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$. Использование регулярной гофрированной насадки приводит к интенсификации

фикации массоотдачи, увеличению площади контакта фаз, что способствует более эффективному процессу охлаждения.

Исследование выполнено в рамках научного проекта РНФ 18-79-101-36

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение эффективности тепломассообменных процессов в водооборотных циклах промышленных предприятий / С. П. Иванов, И. Г. Ибрагимов, К. Е. Бондарь, О. С. Иванов. – Текст: непосредственный // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2014. – № 12. – С. 31–34.

2. Пушнов А. С. Компоновка оросителя градирни с учетом неравномерности поля скоростей воздушного потока / А. С. Пушнов, А. С. Рябушенко. – Текст: непосредственный // Теплоэнергетика. – 2016. – №7. – С. 74-79.

3. Лаптева Е. А. Эффективность охлаждения оборотной жидкости в мини градирнях / Е. А. Лаптева, Г. К. Шагиева. – Текст: непосредственный // Вопросы технических наук в свете современных исследований. – 2017. - №3. – С. 84-90.

УДК 65.011.46

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ ГАЗОВОГО КОТЛА

Лёвин И. П., мастер произв. обучения, levin1510ivan@gmail.com

Виденеев А. О., обучающийся

Середа Д. А., обучающийся

Целищев А. Д., обучающийся

г. Муравленко, Муравленковский многопрофильный колледж

Аннотация. В настоящей статье рассматриваются вопросы, связанные с модернизацией и импортозамещением соответствующего оборудования системы управления газомазутных агрегатов тепловодоснабжения. Уникальность разработанной системы управления заключается в том, что она позволит заменить существующие громоздкие шкафы управления на компактный современный аналог, сократить трудозатраты на техническое обслуживание шкафа, перевести управление установкой газомазутного котла в автоматический режим.

Ключевые слова: модернизация, управление, агрегаты тепловодоснабжения, надежность

Любая котельная – сложная инженерная коммуникация, состоящая из большого количества элементов, и тесно связанная с другими системами теплоснабжения. Основными параметрами котельной является надежность автоматики технического контроля и управления, обеспечение стабильной работы и требований техники безопасности.

Актуальность работы обусловлена востребованностью газомазутных котельных как источника теплоснабжения. На сегодняшний день большое количество котельных оснащены устаревшими системами управления газомазутного котла, которые имеют дорогостоящие импортные комплектующие, что затрудняет их обслуживание и ремонт. Блоки управления, которые используются в настоящее время, морально и физически устарели, а также не имеют аналога иностранного производства, что представляет существенную проблему.

Разработка системы управления котловым водогрейным газовым агрегатом и замена устаревшей релейной схемы управления котловым агрегатом на новую систему управления позволит заменить существующие громоздкие шкафы управления на компактный современный аналог, сократить трудозатраты на техническое обслуживание шкафа, перевести управление установкой в автоматический режим.

Предложенная система управления котловым водогрейным газовым агрегатом спроектирована на базе программируемого логического реле.

Программируемое логическое реле является оборудованием класса микро и нано программируемых логических контроллеров. Оно может использоваться для управления и мониторинга состояния контролируемого оборудования в соответствии с заданным алгоритмом функционирования [1-3].

Уникальность разработанной системы управления заключается в том, что она позволит не только заменить существующие громоздкие шкафы управления на компактный современный аналог, сократить трудозатраты на техническое обслуживание шкафа, перевести управление установкой газомазутного котла в автоматический режим, но и осуществлять контроль, управление и мониторинг над таким оборудованием как:

- насосные станции;
- котельные и системы пароподготовки;
- дозаторы;
- системы водоснабжения, водоотведения и водоподготовки.

Разработанный блок управления и контроля работы газомазутного котла может использоваться в учебном и профессиональном циклах.

Предлагаемая схема системы управления состоит из программируемого реле, контроллера, блоков магнитных пускателей запуска основных важных узлов котла, световой индикации, блока переключателей позволяющий имитировать показания датчиков и запускать протекающие процессы работы, имитации запальника и основного факела (Рис.1).

Основным новшеством разработанного шкафа управления является программируемое реле, алгоритм работы которого позволяет выполнить следующие действия:

- проведение предпусковой вентиляции;
- включение установки;
- проверка состояния оборудования;

- запуск основного алгоритма работы котла;
- во время запуска основного пламени котла подтверждение основных датчиков работы газооборудования;
- розжиг горелки на заданном давлении;
- нагрузка котла по температуре воды на выходе котла;
- световую сигнализацию режимов работы котла;
- отключение котла при срабатывании любой из защит котла с обязательным проведением послеостановочной вентиляции.



Рис 1. Шкаф системы (слева) и разработанная установка управления газомазутного котла (справа)

Программа разработанной системы управления содержит аварийный режим и экстренную остановку, её можно использовать для диагностики и проверки отдельных узлов котлового оборудования, а также в целях модернизации действующего алгоритма под требуемые органы управления работы котла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ONI Разумная автоматика: Группа компаний ИЕК : сайт. – URL : <https://oni-system.com/produksiya/include/katalog-produktsii/interactive-plr/mobile/index.html#p=1> (дата обращения: 08.11.2022). – Текст: электронный.
2. ELEK.RU Электротехнический интернет портал : сайт. – URL : https://www.elec.ru/viewer?url=/files/2019/02/26/brochure_PLR_ONI_2018.pdf (дата обращения: 08.11.2022). – Текст: электронный.

3. Электросеть : сайт. – URL : <https://plastep.ru/programmirovanie-logicheskogo-rele-oni/> (дата обращения: 08.11.2022). – Текст: электронный.

УДК 658.5.012.1

СЖИГАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ТУРБИНАХ ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ

Марьин Г. Е.^{1,2}, ст. машинист энергоблоков цеха парогазовых установок,
ст. преподаватель, george64199@mail.ru

Осипов Б. М.², канд. техн. наук, профессор, obm0099@ya.ru

Шубина А. С.³, ст. преподаватель, alm.72@mail.ru

¹г. Казань, АО ТАТЭНЕРГО

²г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

³г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ

Аннотация. Газотурбинные установки работают на природном газе, но стремление к энергетической безопасности и снижению выбросов. Практическое тестирование турбины при работе на различных видах топлива проблематично это связано с разной теплотворной способностью и разной динамикой горения. Необходимость прогнозирования энергетических и экологических характеристик становится важной задачей при проектировании и эксплуатации газовой турбины. В данном исследовании рассматривается работа турбины GE 6FA на различных видах топлива (природный газ, водород, синтез-газ). Для исследований создана математическая модель турбины в АС ГРЭТ.

Ключевые слова: Газовая турбина, газотурбинная установка, энергетическая безопасность, альтернативные топлива.

Введение. Современные газотурбинные установки работают с низкими выбросами, это достигается применением технологий предварительного смещения. Технология предварительного смещения требует выполнения требований по обратной вспышке (устойчивость к обратному возгоранию), нестабильность горения, требований по выбросам NO_x, CO. Переход на альтернативные топлива требует более строгого выполнения, в связи с изменчивостью топлива. К альтернативным топливам можно отнести водород, синтез-газ после химических производств, синтез-газ полученный из угля, сжиженный природный газ [1].

Процесс обработки термодинамических данных. Работа характеризуется высокими температурами рабочего тела, необходимо учитывать явления диссоциации и рекомбинации при процессах сжатия, расширения и химических реакций компонентов рабочего тела [2,3]. При расчетах были

использована методика, разработанная коллективом авторов под руководством В.Е. Алемасова [4]. В качестве рабочего тела в проточной части газовой турбины могут использоваться как индивидуальные вещества, так и смеси нескольких веществ. Состав компонентов задается условной формулой $A_a B_b C_c \dots$ с молекулярной массой $\mu_k = 100$. $b_{ik} = 100g_i/\mu_i$. Так, для керосина, заданного массовыми долями углерода $g_C = 0.85$ и водорода $g_H = 0.15$, условная формула записывается в виде $C_{7,0768}H_{14,881}$. В таблице 1 представлены условные формулы топлива.

Таблица 1

Условные формулы топлива

Тип топлива	C	H	N	O	S	i, кДж/кг
Природный газ 1	6,129	24,094	0,12194	0,0564	-	-4559,38
Керосин	7,0768	14,6788	-	-	0,0135	-2825,13
Водород	-	99,21619	-	-	-	-3965,1

В качестве объекта исследований выбрана газотурбинная установка GE 6FA. Исходными данными для исследований выбраны: температура окружающего воздуха 288 К, давление 101,3 кПа, влажность 60%, мощность 77 МВт, температура уходящих газов 873 К, обороты 5235 об/мин. максимальную температуру необходимо ограничить в диапазоне 15730 К, так как работа проходит на оптовом рынке электроэнергии и в составе парогазового энергоблока [5]. На рис.1. представлена функциональная схема газовой турбины, где ВХУ - входное устройство, К- компрессор, КС- камера сгорания, Т - турбина, ВыХУ- выходное устройство.



Рис.1. Функциональная схема моделируемой газовой турбины

В программном комплексе АС ГРЭТ разработана математическая модель двигателя. АС ГРЭТ позволяет создавать всережимную модель газовой турбины. При создании математической модели проведена идентификация ГТУ, максимальное отклонение составило 1,1% от реально работающей ГТУ тепловой станции. На рис. 2. представлено изменение расхода топлива. Согласно полученным результатам наибольший расход достигается при работе на керосине, наименьший при работе на водородном топливе.

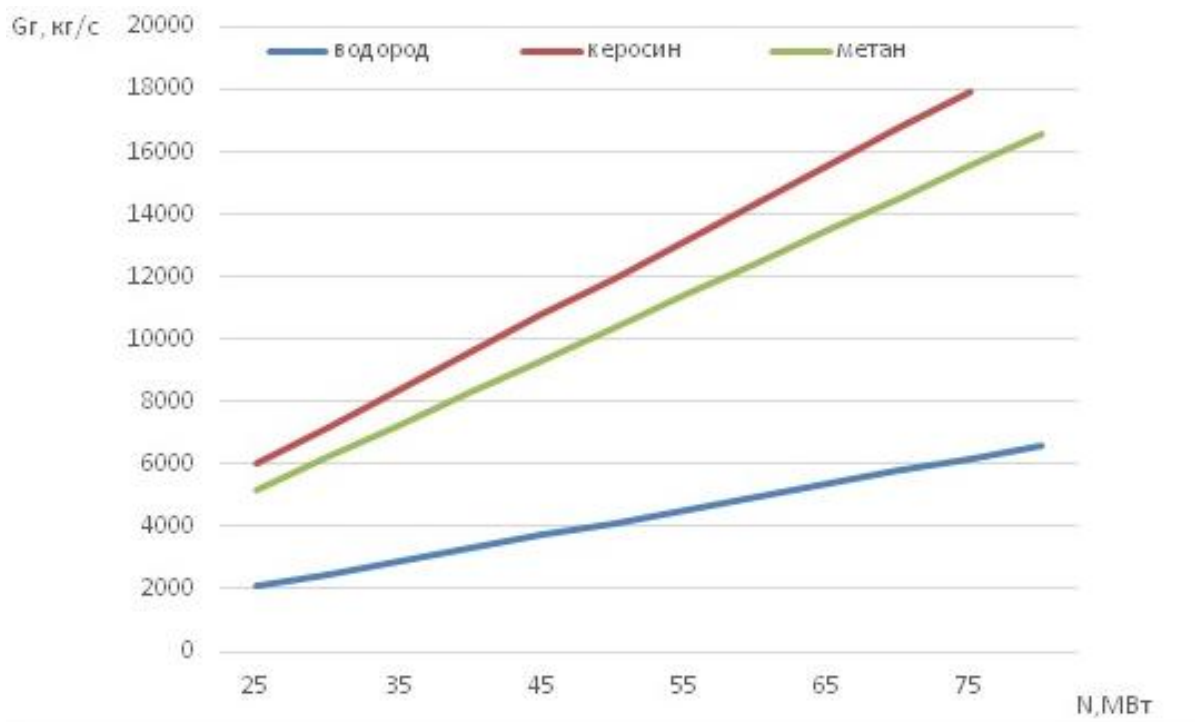


Рис. 2. Изменение расхода топлива

На рис. 3. представлено изменение расхода воздуха. При работе на газообразном топливе расход воздуха практически не изменятся, при использовании керосина происходит увеличение расхода воздуха на 11%.

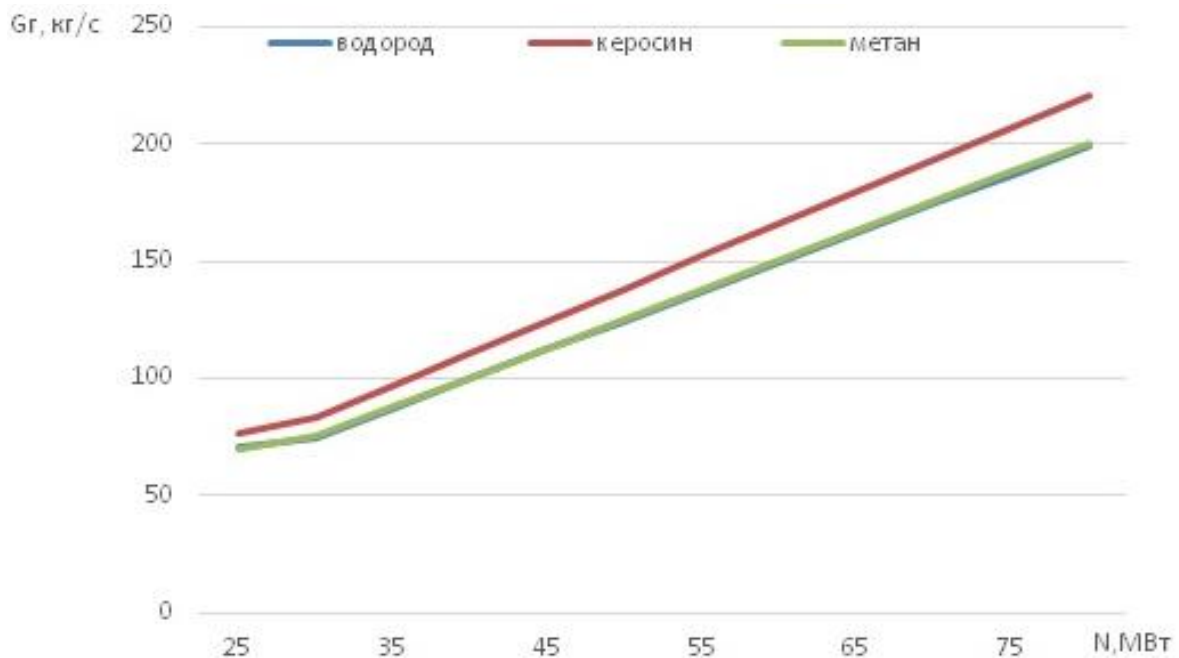


Рис. 3. Изменение расхода воздуха

Заключение. Важно отметить, что применение альтернативных топлив оказывает влияние на систему топливоподготовки. Увеличение расхода топлива требует замены дожимного компрессора и топливопроводов, а при работе на водородном топливе необходимо уменьшать диаметры топливопроводов. По мере увеличения интереса к альтернативным топливам рассматривается потребность во взаимозаменяемости этих видов топлива. В газовых турбинах малой мощности это будет наиболее актуально, так как расход газов меньше. В перспективе переход на альтернативные топлива потребуют перехода к высокоскоростным системам управления топливной системы, для мгновенного изменения подачи топлив в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марьин Г. Е. Критерии выбора составов топлив при их сжигании в газотурбинных установках с незначительными переделками топливной системы / Г. Е. Марьин, Б. М. Осипов. – Текст : непосредственный // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2020. – Т. 24, № 2(151). – С. 356-365.

2. Дрегалин А. Ф. Комплекс программ расчета радиационно-конвективного теплообмена в химически реагирующих газовых смесях / А. Ф. Дрегалин, А. С. Приданцев, А. Б. Шигапов. – Текст : непосредственный // РК СТ и ТТЗЭУ. – Киев, 1987. – С. 61-62.

3. Недоступ В. И. Термодинамические свойства газов при высоких температурах и давлениях / В. И. Недоступ, Е. П. Галькевич, Е. С. Каминский. – Киев : Наука, 1990. – 196 с. – Текст : непосредственный.

4. Теория ракетных двигателей: учебник для вузов / ред. В. П. Глушко. – Москва : Машиностроение, 1980. – 533 с. – Текст : непосредственный.

5. Особенности работы блока ПГУ-220 Казанской ТЭЦ-2 по заданному графику / Д. И. Менделеев, Ю. Я. Галицкий, Г. Е. Марьин, А. Ю. Федотов. – Текст : непосредственный // Электроэнергетика глазами молодежи - 2018 : материалы IX Междунар. молодежной научно-техн. конф. – Казань, 2018. – С. 307-310.

ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА НА ОСНОВЕ ОЧКОВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА

Мостовенко Л. В., канд. техн. наук, доцент, teploblv@mail.ru

Петрова М. О., бакалавр, petrovamarina2002@mail.ru

Новиков Н. С., бакалавр, nvniknow@yandex.ru

Архипов С. О., бакалавр, arhipov.yandex@gmail.com

Григоров И. Р., бакалавр, ilya25856@mail.ru

г. Нижневартовск, Нижневартовский государственный университет

Аннотация. В данной статье показано объединение цифровых двойников и VR-очков для создания наиболее комфортных условий изучения оборудования в отрасли энергетического сектора. Целью исследования является разработка проекта для повышения уровня знаний сотрудников на предприятии. Соединение цифрового двойника и VR-очков позволит изучить новое оборудование и процессы, происходящие в установках. Данный метод приемлем для организаций для последующей экономии средств на переквалификацию сотрудников. Данная разработка поможет повысить надежность работы оборудования на предприятии. Комплекс создается на основе SCADA-платформы и облачных технологий.

Ключевые слова: образование, цифровой двойник, виртуальная реальность, SCADA, облачное хранилище.

Целью данной статьи является разработка проектного решения по повышению надежности работы и энергоэффективности технологического оборудования на предприятиях, на основе технологий Индустрии 4.0[1-6], включая системы предиктивной диагностики, цифровых двойников и др. Основываясь на технологии Индустрии 4.0 можно задействовать цифровые двойники и очки виртуальной реальности для прохождения тройного комплекса упражнений. Актуальность заключается в том, чтобы сократить расходы на переквалификацию сотрудников по новому виду деятельности. Оригинальность решения заключается в многостадийной проработке багажа знаний обучающегося. Уникальность этой идеи заключается, в том, что такой метод рассчитан на сотрудников с любым уровнем подготовки. Новизна заключается в связке цифрового двойника и схемы, расположенной в левой руке обучающегося. Безусловно, особенным будет имитация частого выхода из строя наиболее уязвимого в контуре оборудования в третьей части комплекса упражнений.

Суть идеи, заключается в создании виртуального мира с производством и со всеми установками на нем, при таком изучении, можно по-

дробно понять отдельные моменты установок и рассмотреть схему выбранного объекта.

Тройной комплекс заданий (рис. 1) достаточно быстро помогает понять и визуализировать многие моменты и процессы, в отличие от тех же самых лекций и лабораторных работ в университете. В начале появляется тест, состоящий из 10 вопросов из 200, находящихся в программе. В теорию включены вопросы с разных сторон затрагивающие основы химии, теплообмена, и реакций в установках, включая вопросы по технике безопасности. Этот этап подготовки поможет быстро и достоверно понять сотруднику принцип работы многих установок и многих процессов, происходящих при работе на нем. Вторым этапом погружения представлены наглядные лабораторные работы по визуализации того, что происходит в аппаратах (пиролиз, испарение, сложные реакции). Третьим же этапом подготовки является симуляция работы энергетической установки. В одной руке у обучаемого в виртуальном пространстве карта-схема аппарата, перед ним – сам аппарат. При выборе голосом/указкой элемента аппарата, он подсвечивается в схеме. Предлагается возможность обучения пуску, останову, всем возможным аварийным случаям. Далее на этапе тестирования по пониманию работы 3D-модели выбирается один из возможных режимов работы и испытываемый обязан, перемещаясь в 3D-пространстве по цеху (не сходя тем временем с места; можно сидя) – крутит задвижки. Видит параметры на датчиках. На схеме в руке дублируются все параметры и начинает мигать датчик, значения на котором вышли за пределы уставок. Если за определенное время работа не исправляется, допуска к оборудованию у испытываемого нет.

Данный проект экономически выгоден, так как грамотно обученный персонал сможет минимизировать затраты компаний на аварийные происшествия и неграмотное распределение ресурсов. Цифровой двойник же, который на основе мощностей, например, CML-Bench™ поможет обучаемому на этапе обхода 3D установки просто менять параметры благодаря задвижкам и регуляторам частоты оборотов на нагнетательном оборудовании позволят понять на основе собранных данных, приведет ли этот случай к какой-либо аварии, или автоматика сама справится с подобной проблемой.

Персонал не будет нуждаться в дополнительном обучении, проводимом сторонними организациями (учебными центрами). Это затраты на проезд, оплату обучения, в некоторых случаях проживание и питание. Сроки обучения персонала сократятся в связи с тем, что всё будет происходить на месте, в организации.

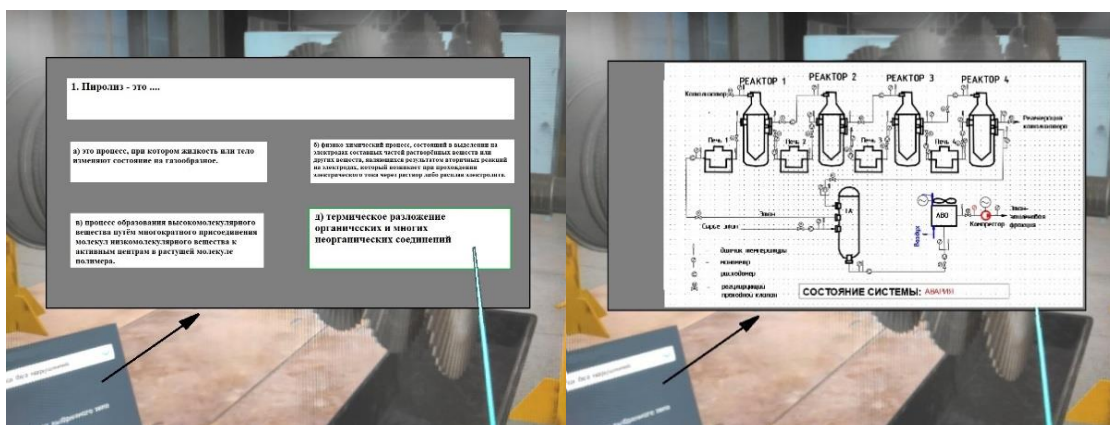


Рис. 1. Пример первого и третьего этапов обучения

Если брать в расчет все затраты на данное мероприятие, то примерная стоимость выйдет от 399 тыс. рублей: разработка программы в ProgramLab; стационарный компьютер, связанный с системой SCADA и очками виртуальной реальности; работа программистов на слияние всех программ.

Благодаря кроссплатформенному комплексу SCADA [7] для построения систем автоматизации, который работает на персональных компьютерах, а также на панели оператора и программируемых логических контроллерах все данные с цифровых двойников поступают в облачное хранилище компьютера, к которому имеет доступ VR-система, тем самым все данные со SCADA будут непосредственно преобразовываться в виртуальной реальности.

Подобный проект можно применять не только в рамках изучения любых аппаратов энергетического сектора, но и любых иных процессов модернизированного оборудования. Компании увеличат проходимость работниками VR-лабораторных, что сократит продолжительность перекалфикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабалдин Ю. Г. Разработка цифрового двойника станка с ЧПУ на основе методов машинного обучения / Ю. Г. Кабалдин, Д. А. Шатагин, М. С. Аносов, А. М. Кузьмишина. – Текст : электронный // Advanced Engineering Research. – 2019. – № 1. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tsifrovogo-dvoynika-stanka-s-chpu-na-osnove-metodov-mashinnogo-obucheniya> (дата обращения: 17.11.2022).

2. Зуев В. И. Цифровые двойники в системе адаптивного электронного обучения / В. И. Зуев. – Текст : непосредственный // Ученые записки ИСГЗ. - 2020. - №. 1. - С. 30-40.

3. Коваленко Н. А. Востребованность дистанционного обучения с помощью цифровых двойников / Н. А. Коваленко. – Текст : непосредственный // Студенческий вестник. - 2021. - № 46-7(191). - С. 80-82.

4. Бекенёв К. Д. Разработка цифровых двойников для обучения операторов технологического процесса / К. Д. Бекенёв. – Текст : непосредственный // Инновационное развитие наукоемких технологий и интеллектуальных систем : сборник статей III Международной научно-практической конференции. - Петрозаводск, 2020. - С. 11-16.

5. Коваленко Н. А. Использование цифровых двойников технологических установок при организации обучения / Н. А. Коваленко, И. В. Прахов, К. А. Крышко. – Текст : непосредственный // Студенческий вестник. - 2022. - № 13-7 (205). - С. 30-32.

6. Мостовенко Л. В. Анализ эффективности внедрения нейронных сетей на объектах промышленной теплоэнергетики / Л. В. Мостовенко, В. П. Белоглазов. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов. - 2022. - № 3. - С. 266-277.

7. Грачев В. В. Использование цифровых двойников при обучении оперативно-диспетчерского персонала автоматизированных промышленных комплексов / В. В. Грачев. – Текст : непосредственный // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. - 2021. - № 3. - С. 52-57.

УДК 613

РОЛЬ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ РФ

Мубаракшина Р. Р., бакалавр, ruzilya.mubarakshina.01@mail.ru

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. В данной работе представлена роль теплоэнергетики в экономике РФ. Развитие теплоэнергетической отрасли напрямую связано с другими действующими элементами страны, которые в целом составляют полноценное функционирование. Так целью нашей работы было проанализировать ее влияние на развитие всей страны. В работе были использованы такие методы, как сравнение, анализ, синтез. Результат работы – определение роли и значимости теплоэнергетической отрасли в РФ. Теплоэнергетическая отрасль занимает важную часть страны и с каждым годом старается совершенствоваться в своей сфере деятельности.

Ключевые слова: теплоэнергетика, предприятие, региональная экономика, эффективность, развитие.

Теплоэнергетическая отрасль – одна из важнейших отраслей в РФ. Ее развитие крайне необходима для общества, ведь она включает в себя всю теплоэнергетическую систему страны. Она занимается не только производством и снабжением тепловой энергией, преобразованием ее в другие виды энергии, но и создает все необходимые условия для полноценного

развития экономики. Как известно, потребность людей в энергии с каждым годом растет, что оказывает влияние на теплоэнергетическую отрасль. Повышенная потребность требует увеличения энергетических затрат, а также в последствии негативно влияет на экологическую составляющую государства. Данная глобальная проблема все еще актуальна и требует решений от многих теплоэнергетических компаний, которые непосредственно связаны с этой сферой деятельности. Все энергетики изучают существующую проблему и работают над усовершенствованием теплоэнергетических предприятий, оптимизируют многие установки, занимаются повышением надежности и эффективности работы тепловых электростанций.

Любое государство не смогло бы стабильно функционировать или существовать без теплоэнергетики. Подача тепла в дома и здания, работа промышленных предприятий – задача теплоэнергетической отрасли. Она непосредственно связана с людьми.

Рост развития теплоэнергетической отрасли характеризуется увеличением количественных и качественных показателей, внедрением новых технологий, способствующие решению проблемы ограниченности ресурсов, а также укреплением системы и структуры топливо-энергетического баланса.

Такие природные ресурсы, как нефть, газ и уголь занимают большую часть % от общих первичных энергоресурсов. Существующие запасы ископаемых в РФ пока способны удовлетворять текущие потребности национальной экономики и получать прибыль от продажи энергоносителей в зарубежные страны. Однако с каждым годом, потребляя большую часть энергии, запасы традиционных ресурсов уменьшаются и это может привести к появлению серьезных последствий, которые в дальнейшем повлияют на развитие экономики РФ. Наша страна не стоит на месте, она ищет решения, которые смогут предотвратить данное явление.

Использование современных инновационных технологий, возобновляемых источников энергии, а также расширение использования высокоэффективного производства тепловой энергии поспособствуют увеличению эффективности работы теплоэнергетической отрасли, что в свою очередь, положительно скажется на экономике РФ.

Таким образом, совершенствование теплоэнергетической отрасли влияет на развитие экономической составляющей страны. Ее роль с каждым годом увеличивается, что показывает актуальность данной темы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулова А. Ш. Роль теплоэнергетики в экономике России / А. Ш. Акулова, В. Ю. Фартушин. – Текст : непосредственный // Инновации. Наука. Образование. – 2020. – № 23. – С. 2036-2042.
2. Мадоян А. А. Ведущая роль журнала "Теплоэнергетика" в развитии энергетики страны / А. А. Мадоян. – Текст : непосредственный // Теплоэнергетика. – 2004. – № 1. – С. 15.

3. Литвиненко А. Е. Развитие теплоэнергетики в России / А. Е. Литвиненко. – Текст : непосредственный // Научно-исследовательский центр "Technical Innovations". – 2021. – № 8. – С. 233-238.

4. Сеницина Д. Г. Основные характеристики и роль теплоэнергетического комплекса в развитии территориальной хозяйственной системы / Д. Г. Сеницина. – Текст : непосредственный // Балтийский экономический журнал. – 2009. – № 2. – С. 124-134.

УДК 620.9:502.174

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ

Назаров В. Н., бакалавр, nazarovviktor131@gmail.com

Щетков И. И., бакалавр, imonlololo@mail.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В статье рассмотрен способ утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО) методом слоевого сжигания при помощи колосниковой решетки. Рассмотрены перспективы развития данной отрасли в рамках г. Тюмени и Тюменской области. Произведенная оценка возможности использования твердых бытовых и коммунальных отходов в качестве топлива для тепловых электростанций показывает, что данный метод может снизить затраты на покупку традиционных энергоресурсов.

Ключевые слова: Твердые коммунальные отходы, топливо, электроэнергия.

Во всем мире остро стоит проблема утилизации и переработки отходов человеческой жизнедеятельности. Современный человек, живущий в век потребления, давно привык к большому изобилию продукции, её широкому ассортименту. Однако мало кто задумывается о аналогичном разнообразии получаемых отходов. Универсальных способов утилизации отходов крайне мало, а эффективность существующих в настоящее время сомнительна. Сжигание отходов с целью получения тепловой энергии могло бы снизить количество складываемого мусора, который в значительной мере является источником загрязнения окружающей среды.

В европейских странах до 53% мусора отправляется на энергетическую переработку для получения тепловой энергии. При организации такой переработки мусора используются современные технологии для качественной сортировки отходов.

В мире, на данный момент, существует более двух тысяч установок по сжиганию твердых коммунальных отходов, имеющих мощности более 28 млрд. кВтч электроэнергии и примерно 70 млрд. кВтч тепловой энергии только в Европе.

На сегодняшний день различают следующие виды термической утилизации твердых коммунальных отходов: слоевое сжигание неподготовленных отходов, камерное сжигание отходов, подготовленных в виде гранулированного топлива и пиролиз. В свою очередь, основными технологиями слоевого сжигания ТКО можно назвать сжигание: на механической переталкивающей колосниковой решетке, в вихревом кипящем слое и в топке с неподвижным подом. [1]

Согласно данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования в среднем на жителя Тюменской области, не включая ХМАО и ЯНАО, приходится 1,5 тонны отходов в год. Итоговая сумма отходов составляет 2 380 900 тонн в год. [3]

В условиях Тюменской области, при наличии Тюменского Мусоросортировочного завода с заявленной мощностью 90 тонн/час, наиболее доступным к реализации является метод сжигания на механической переталкивающей колосниковой решетке. Схема представлена на рисунке 1.

Утилизационный завод работает по следующему принципу. Предварительно проверенные и отсортированные отходы из приемного бункера ТКО подаются на приемные воронки котлов при помощи двух мостовых грейферных кранов. После этого ТКО подаются питателем на колосниковую решетку, где происходит сгорание мусора в котле. Питатель и решетка приводятся в движения двумя гидроцилиндрами. Через щели в решетке происходит прогрев мусора и охлаждение решетки первичным воздухом до $+170^{\circ}\text{C}$, далее, при большем количестве вторичного воздуха из форсунок, происходит горение с температурой около 900°C . После чего горячие газы поступают в паровой котёл и выводятся через систему очистки. Шлак поступает в шлаковое отделение. [2]

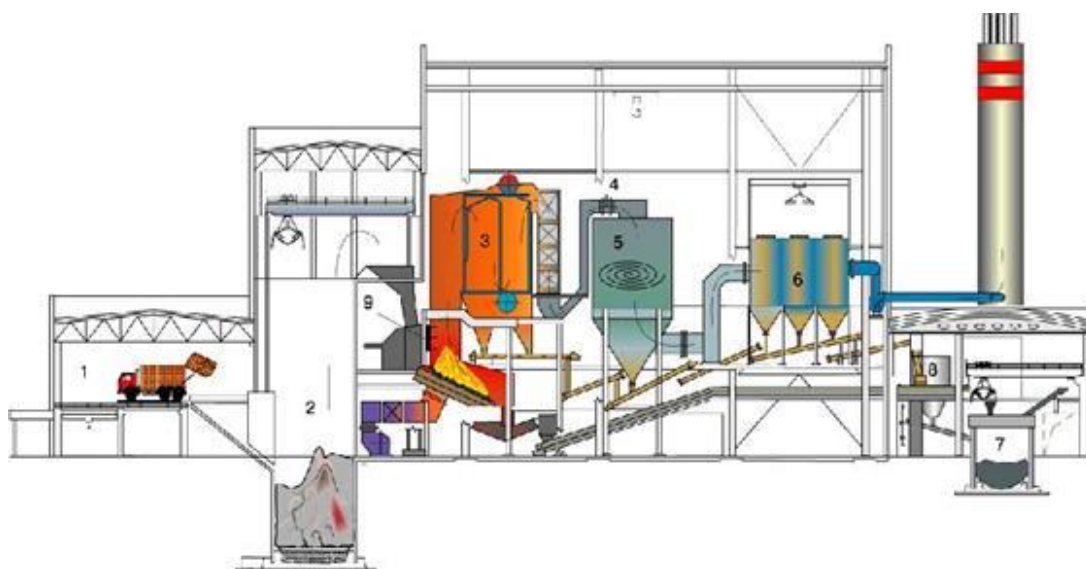


Рис. 1: Схема утилизационного завода. 1 – приемное отделение, 2 – бункер ТКО, 3 – котлоагрегат с колосниковой решеткой, 4,5,6 – агрегаты газоочистки, 7,8 – шлаковое отделение, 9 – загрузка ТКО на колосниковую решетку

До 78% всех ТКО допустимы к утилизации методом энергетической переработки. Например, с одного многоквартирного дома, который имеет 4 подъезда по 9 этажей, можно получить 0,38 Гкал в сутки от сжигаемого мусора, который производят жители. Норма отопления такого жилого помещения составляет 1,7424 Гкал/сутки. Следовательно, можно снизить затраты тепловой энергии, идущей на обогрев жилого здания.

Подводя итоги, можно сделать вывод: использование твердых коммунальных отходов в качестве топлива решает проблему складирования последних в больших количествах, а также благоприятно сказывается на потреблении тепла, что было рассмотрено на примере многоквартирного дома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опыт освоения сжигания твердых бытовых отходов на отечественных ТЭС / А. Н. Тугов, В. Ф. Москвичев, А. Н. Рябов [и др.]. – Текст : непосредственный // Теплоэнергетика. – 2006. – № 7. – С. 55-60.

2. РосТепло.ру - всё о теплоснабжении в России : сайт. – URL : https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2810. (дата обращения: 14.11.2022). – Текст : электронный

3. Росприроднадзор. Положение территориального органа : сайт. – URL : <https://rpn.gov.ru/regions/72/intro/> (дата обращения: 14.11.2022). – Текст : электронный.

УДК 622.691.4.07

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОПРОВОДОВ

Пазушкина О. В., канд. техн. наук, доцент, o.pazushkina@yandex.ru

Гордеев А. А., магистрант, gordeev@ulgaz.ru

г. Ульяновск, Ульяновский государственный технический университет

Аннотация. Сети газораспределения являются сложнейшими технологическими комплексами, к надежности и безопасности которых предъявляются повышенные требования, что обуславливает наиболее жесткие требования к обеспечению безаварийной работы на протяжении всего их жизненного цикла. В РФ промышленная безопасность данных объектов обеспечивается системным подходом к оценке технического состояния и прогнозированию остаточного ресурса газопроводов.

Ключевые слова: газопроводы стальные и полиэтиленовые, эксплуатация, техническое состояние.

Техническое диагностирование газопроводов до настоящего времени осуществлялось в соответствии с требованиями [1] и проводилось с целью

определения технического состояния газопровода и установления ресурса его дальнейшей эксплуатации на основании проведенной экспертизы.

Нормативный срок эксплуатации 40 лет для стальных наземных в обваловании, подземных, а также 50 лет для полиэтиленовых газопроводов после ввода их в эксплуатацию до проведения первого планового технического диагностирования был принят на основе действовавшей нормы амортизационных отчислений для газопроводов – 2,5 %.

В действующих нормах [2] продолжительность эксплуатации газопроводов устанавливается при проектировании, исходя из условия обеспечения безопасности объектов технического регулирования при прогнозируемых изменениях их характеристик и гарантий изготовителя.

Фактическое техническое состояние газопровода и срок достижения им предельного состояния зависит от значительного числа взаимосвязанных факторов: принятых при проектировании инженерных решений, качества выполнения строительно-монтажных работ, коррозионной агрессивности грунтов, эффективности электрохимической защиты, проведения мониторинга, текущих ремонтов.

В соответствии с утвержденным порядком в зависимости от технического состояния и с учетом требований нормативных документов продолжение эксплуатации газопровода может осуществляться на срок до прогнозируемого наступления предельного состояния (остаточный ресурс) или на определенный период в пределах остаточного ресурса.

В целях совершенствования контроля технического состояния газопроводов намечено внедрение требований национального стандарта [3], обеспечивающего переход от практики многократного диагностирования газопроводов после достижения ими срока эксплуатации к периодической оценке их технического состояния.

По результатам проведенных в АО «Гипрониигаз» исследований, разработана Методика [4], вносящая изменения в существующий порядок технического диагностирования газопроводов. Оценка технического состояния газопровода с расчетом величины риска и принятием решения о его допустимости введена в состав регламентных работ по мониторингу.

Оценка технического состояния должна проводиться, как правило, самой эксплуатационной организацией, которая должна устанавливать сроки и периодичность ее проведения, но не реже сроков, приведенных в [3]: для стальных подземных газопроводов – начиная с 30 лет после ввода в эксплуатацию, с периодичностью не реже одного раза в 5 лет; для стальных надземных и полиэтиленовых – начиная с 40 лет после ввода в эксплуатацию, с периодичностью не реже одного раза в 10 лет.

Исходными данными, необходимыми для проведения оценки технического состояния газопровода, являются: материалы эксплуатационной документации (результаты мониторинга технического состояния и результаты текущего ремонта и/или технического обслуживания) и материалы проектной и исполнительной документации.

Значение балльной оценки технического состояния газопровода $B_{ГП}$ определяют по формуле

$$B_{ГП} = \max(B_{ГПj}^{yч}), \quad (1)$$

где j - порядковый номер участка газопровода; $(B_{ГПj}^{yч})$ - балльная оценка j -го участка газопровода, определяемая по формулам (2) и (3):
 - если для оцениваемого участка газопровода значения факторов равны 0

$$B_{ГП} = \sum_{i=1}^n b_i, \quad (2)$$

где i - порядковый номер фактора; n - количество факторов, шт.; b_i - балл i -ого фактора, соответствующий фактическому состоянию для оцениваемого газопровода;
 - если критичность значения фактора равна 1, то

$$B_{ГП} = \max(b_i^m) + 0,1 * (\sum_{i=1}^n b_i - \sum_{i=1}^n b_i^m), \quad (3)$$

где b_i^m - балл, для которого критичность значения фактора равна 1.

В таблице 1 представлена оценка технического состояния.

При работоспособном состоянии газопровода его дальнейшую эксплуатацию продолжают до следующего планового (внепланового) проведения оценки технического состояния с проведением работ, предусмотренных при техническом обслуживании.

Таблица 1

Оценка технического состояния газопровода

Балльная оценка газопровода	Оценка технического состояния газопровода
$B_{ГП} < 5,5$	Работоспособное
$5,5 \leq B_{ГП} < 7,5$	Ограниченно работоспособное
$B_{ГП} \geq 7,5$	Предельное

При ограниченно работоспособном состоянии газопровода проводят комплекс работ по приведению его в работоспособное состояние, либо проведение работ по техническому диагностированию с целью установления предельного срока дальнейшей эксплуатации газопровода.

При предельном состоянии газопровода и наличии рисков критического отказа принимают меры по капитальному ремонту, реконструкции или выводу газопровода из эксплуатации.

Применение методики оценки позволяет повысить качество решений, направленных на обеспечение эксплуатационной надежности газопроводов, без увеличения соответствующих затрат и принятие своевре-

менных решений на проведение работ по капитальному ремонту (реконструкции) газопровода до перехода газопровода в предельное состояние.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления: ПБ 12-529-03: утвержден и введен в действие постановлением Госгортехнадзора России от 18 марта 2003 года N 9. – Санкт-Петербург : ДЕАН, 2008. – 192 с. – Текст: непосредственный.

2. Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления: утвержден и введен в действие постановлением Правительства РФ от 29 октября 2010 г. N 870 – Москва : ЦЕНТРМАГ, 2022. – 23 с.; – Текст: непосредственный.

3. ГОСТ Р 34741–2021. Системы газораспределительные. Требования к эксплуатации сетей газораспределения природного газа: межгосударственный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2021 г. № 1191-ст: введен впервые: дата введения 2022-06-01 / разработан АО «Гипрониигаз». – Москва: Российский институт стандартизации, 2021. – 110 с. – Текст: непосредственный.

4. Р ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 2.11 – 2020. Проектирование, строительство и эксплуатация объектов газораспределения и газопотребления. Методика оценки технического состояния стальных и полиэтиленовых газопроводов: утвержден и введен в действие Распоряжением ООО «Газпром межрегионгаз» - Управляющей организации АО «Газпром газораспределение» от 31 декабря 2020г. №81-Р/71 / разработан АО «Гипрониигаз». – Санкт-Петербург, 2020. – 41 с. – Текст: непосредственный.

УДК 621.187.12

СТУПЕНЧАТОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОДАЧИ ПАРА В АТМОСФЕРНЫЙ ДЕАЭРАТОР

Пазушкина О. В., канд. техн. наук, доцент, o.pazushkina@ulstu.ru

Морозов Д. С., магистрант, goodwin731@mail.ru

Золин М. В, аспирант, zolinm6@gmail.com

г. Ульяновск, Ульяновский государственный технический университет

Аннотация. В данной статье рассматривается вариант ступенчатого регулирования подачи пара в атмосферный деаэрактор, который помогает смягчить нагрузку на регулирующий клапан подачи пара на рабочий процесс. Метод внедрён в действующей котель-

ной. Наблюдения за работой системы после модернизации оборудования показывают эффективность предложенной схемы.

Ключевые слова: Понижающий редуктор пара, атмосферная деаэрация, регулятор пара на деаэратор.

Для генерации пара в котельных используются паровые котлы. В них вода используется специальным образом подготовленной, т.е. такая вода обладает определёнными качествами [2]. С этой целью применяют системы водоподготовки, включающие в себя следующие ступени: механическая очистка, умягчение, удаление агрессивных газов.

На последней стадии часто используют один из вариантов термической деаэрации – это атмосферная деаэрация [1], при которой греющим агентом выступает пар с котельной. Это широко применяемый способ дегазации воды, он очень удобен, т.к. пар берётся непосредственно с паровых котлов, находящихся в том же помещении, что и деаэраторы, поэтому нет затрат на транспортировку греющего агента. Также пар имеет высокую температуру и давление. Все эти характеристики способствуют удалению кислорода из питательной воды.

Но высокое давление имеет как указанную выше положительную сторону, так и рассмотренную ниже отрицательную сторону. Дело в том, что используемый пар в атмосферных деаэраторах имеет давление, значительно превышающее атмосферное (на 0,18-0,25 бар).

В то же время, выработка пара на производство часто идёт с очень высокими значениями давления – около 8-10 бар, значит для применения в атмосферном деаэраторе его надо предварительно значительно понизить. Для этого применяются регуляторы давления, работающие в автоматическом режиме.

Рассмотрим работу деаэратора на примере котельной производственного предприятия – пивоваренного завода АО АБИИБев-Эфес в г. Ульяновске. Пар, производимый котельной, используется для нужд производства, включающего в себя различных потребителей, например, пивоваренное производство, цех розлива. Отопление в корпусах реализовано с помощью индивидуальных тепловых пунктов, также использующих пар. Для выработки пара используют два паровых котла паропроизводительностью до 23 тонн пара в час каждый. Котлы могут работать как попеременно, так и совместно, поэтому для их подпитки применён деаэратор с большой производительностью – до 50 тонн в час деаэрированной воды. На процесс требуется существенное понижение давления. В результате эксплуатации оборудования была выявлена следующая проблема.

При работе деаэратора значительные колебания давления оказывали серьёзную нагрузку на регулятор, и через некоторое время он переставал выполнять собственные функции (происходил «срыв» регулятора). Восстановительные работы помогали, но периодически (не реже 1 раза в год) регулятор снова выходил из строя.

Чтобы нормализовать работу и исключить частый ремонт в труднодоступном месте, который всегда сопровождался остановкой производства, было предложено включить в схему паровой линии деаэратора понижающий редуктор пара.

Как было сказано выше, основной проблемой в работе установки оказалась слишком большая разница давления пара до и после регулятора. Если разбор питательной воды на котлы большой и подпитка деаэратора химически очищенной водой (ХОВ) также значительна, то регулятор максимально раскрыт, разница давлений минимальна. Но если подпитка отсутствует, или ХОВ поступает нерегулярно, частями, то клапан регулятора подвергается значительным нагрузкам, что и приводит к выходу его из строя.

Добавление понижающего редуктора между источником пара (котлом) и потребителем с низким рабочим давлением (деаэратор) позволило снизить давление после редуктора до 4 бар, что сразу уменьшило нагрузку на клапан регулятора, несколько приблизило давление к рабочему, исключило возможные перегрузки перед регулятором. Чтобы контролировать давление после редуктора в схему (рис. 1) добавлен манометр.

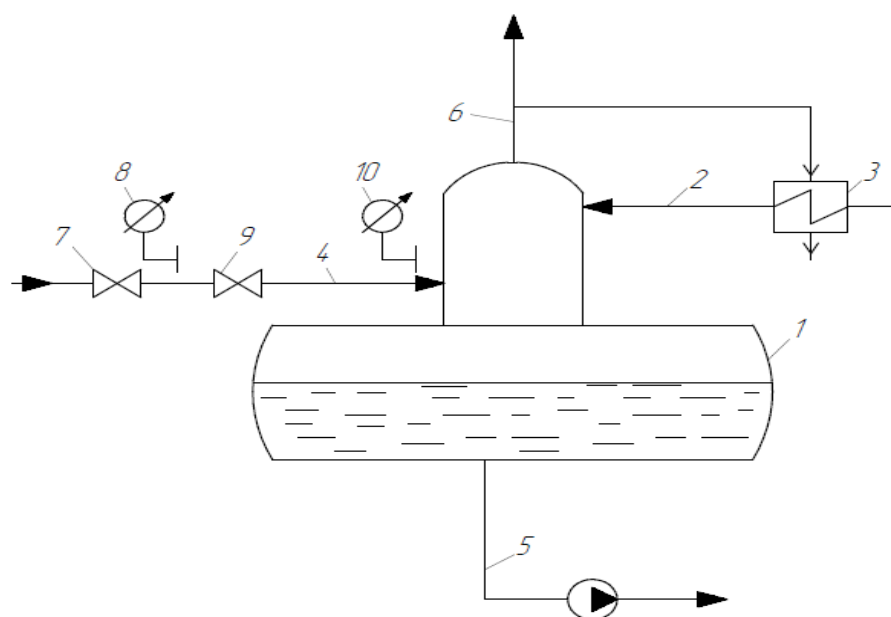


Рис. 1. Схема включения деаэрационной установки: 1 – атмосферный деаэратор; 2 – трубопровод химически очищенной воды (ХОВ); 3 – охладитель выпара (ОВА); 4 – трубопровод греющего агента; 5 – трубопровод отвода деаэрированной воды; 6 – трубопровод отвода выпара; 7 – понижающий редуктор; 8 – манометр; 9 – регулирующий клапан; 10 – манометр.

Вывод: предложенная модернизация позволяет исключить поломки регулятора пара атмосферного деаэратора, создавая более благоприятный режим работы данного устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарапов В. И. Термические деаэраторы / В. И. Шарапов, Д. В. Цюра. – Ульяновск : издательство УлГТУ, 2003. - 560 с. – Текст непосредственный.

2. Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов : РД 10-165-97 : утв. постановлением Госгортехнадзора России 08.12.97 : ввод в действие с 08.12.97. – Санкт-Петербург : АООТ «НПО ЦКТИ», 1997. – 28 с. – Текст : непосредственный.

3. Пат. по заявке 2021127666 Российская Федерация, МПК 7CO2/F1/20. Деаэрационная установка № 2021127666 : заявл. 20.09.2021 : опубл. 11.10.2022 / Золин М. В., Морозов Д. С., Пазушкина О. В. ; патенто-обладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ). – Текст : непосредственный.

УДК 330.34.014.2

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВИЗАЦИИ ТЭК РОССИИ

Пигилова Р. Н., преподаватель, rozapigilova@yandex.ru

Баранова А. М., бакалавр, gelya-mikhaylovna@mail.ru

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. Тема цифровой трансформации на сегодняшний день является одной из самых актуальных тем для экономики страны. Использование цифровых технологий в промышленных компаниях стало повсеместным. В настоящее время цифровизация охватывает практически все сферы рынка, а структура всемирных рынков меняется под влиянием инновационных внедрений. Цифровая трансформация помогает более гибко реагировать на актуальные потребности потребителей, добиваться рекордной эффективности производства и значительно снижать риски. Целью данной работы является выявления положительного влияния цифровизации на работу топливно-энергетического комплекса России. Методами исследования являются анализ, сравнительный анализ и моделирование. Результатом данной работы станет формулировка перспектив цифровизации российского ТЭК.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, топливно-энергетический комплекс, преимущества.

Важность стратегического планирования и организации цифровой трансформации, как в целом всего ТЭК, так и его отраслей, определяется ее ключевым значением для образования экономического потенциала страны, осуществления ее финансовой безопасности и определения основных параметров социально-экономического развития страны.

Стоит отметить, что постановка стратегических задач в области цифровизации топливно-энергетического комплекса на федеральном уровне основывается на документах системы государственного стратегического планирования, которые содержат преимущества, цели и обоснование значимых результатов отрасли в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Основные направления цифровой трансформации отражены не только в корпоративных стратегиях, но и в программах отдельных организаций. [1]

Правительство Российской Федерации рассчитывает, что к 2024 году доля российского программного обеспечения в государственных предприятиях, в том числе и в топливно-энергетическом комплексе, достигнет 70%. Ключевым фактором, влияющим на это, является восприятие владельцами бизнеса экономических последствий цифровизации: минимизация издержек бизнеса, технологических ошибок, аварий в процессе производства, а также возможность получения финансовых средств со стороны государства и увеличение заказов в случае активного использования отечественных информационных технологий.

Самыми действенными и экономичными технологиями являются BIM-технологии, которые необходимы для конструирования и создания современных объектов. [2]

Цифровые двойники поэтапно внедряются во все процессы ТЭК. Одним из преимуществ цифрового двойника является возможность создания единого цифрового пространства, в котором специалисты из центра принятия решений могут быстро взаимодействовать с полевыми работниками. Двойники также можно использовать для моделирования систем или объектов, к которым трудно получить доступ физически, например, глубокие подземные скважины или нефтеносные пласты. [3]

Цифровая трансформация в энергетической отрасли открывает возможности для получения новой нетарифной выручки. Вместе с цифровыми технологиями появляются такие возможности, как виртуальные электростанции, управление энергопотреблением, создание энергетического профиля потребителя, электротранспорт и инфраструктура для него, системы накопления энергии и управление ими.

Благодаря большим данным, надежности, достоверности, управляемости, скорости обработки данных и новым уровням аналитики, которые осуществляются путем цифровой трансформации, инженеры-энергетики в настоящее время могут увеличить эффективность процессов, устраняя убытки и снижая расходы. [4]

Цифровизация нефтегазовой отрасли, или по-другому цифровая трансформация, необходима для снижения затрат и увеличения эффективности в условиях растущей конкуренции. Большинство нефтегазовых компаний России разрабатывают цифровые стратегии и постепенно внедряют цифровые технологии, такие как цифровое месторождение, облачные технологии, большие данные, искусственный интеллект и дистанционный мониторинг. [5]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доржиева В. В. Цифровая трансформация топливно-энергетического комплекса России: приоритеты и целевые ориентиры развития / В. В. Доржиева. – Текст : непосредственный // Креативная экономика. - 2021. - Т. 15, №11. - С. 4079-4094.
2. Преимущества и риски цифровизации российского ТЭК. – Текст : электронный // Все об информационных технологиях и их применении : сайт. – 2022. – URL : <https://www.it-world.ru/news-company/projects/186524.html> (дата обращения: 07.11.2022).
3. Калмацкий М. Б. Цифровизация позволяет компаниям ТЭК экономить затраты / М. Б. Калмацкий. – Текст : непосредственный // Спецвыпуск : Энергетика. - 2022. - №8878. – С. 1-2.
4. Яровава Т. В. Особенности цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса / Т. В. Яровава, Н. Д. Елисеев. – Текст : непосредственный // Московский экономический журнал. - 2022. - № 6. - С. 1-11.
5. Баринава В. А. Роль цифровизации в глобальном энергетическом переходе и в российской энергетике / В. А. Баринава, А. А. Девятова, Д. Ю. Ломов. – Текст : непосредственный // Вестник международных организаций. - 2021. - Т. 16, № 4. - С. 126–145.

УДК 620.92

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Поляхов Д. А., бакалавр, polyakhov_2003@mail.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования водородного топлива. Рассмотрены особенности водорода, плюсы и минусы водородной энергетики, а также проблемы массового применения.

Перечислены способы получения водорода. Рассматриваются преимущества топливных элементов, особое внимание уделено высокотемпературным топливным элементам.

Ключевые слова: водород, водородная энергетика, топливный элемент

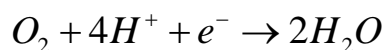
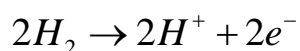
На сегодняшний день большая часть тепловой и электрической энергии вырабатывается за счёт сжигания топлива. Однако это влечёт за собой такие проблемы, как появление вредных выбросов в окружающую среду и относительно низкий КПД. В связи с этим возникает необходимость поиска иных способов получения энергии. Одним из таких способов может быть использование водорода.

Водород при нормальных условиях – это бесцветный газ без вкуса и запаха. Его получают по большей части из природного газа или синтези-

руют в лабораториях методом электролиза для получения очень высокой степени чистоты. Другим способом является выращивание его из биомассы. [1] Он требует особого хранения, так как при нормальных условиях находится в газообразном состоянии. Существуют различные способы его преобразования для хранения: сжижение, сжатие, смешивание с другими веществами. Поэтому, хранение водорода – одна из главных технологических проблем водородной энергетики.

Кроме того, если в автомобиле, работающем на бензине заменить топливо на водород, то при давлении 400 атмосфер 8 литров водорода эквивалентно 1 литру бензина. [1]

Наиболее же эффективным способом получения энергии из водорода является его разложение и ионизация:



Устройства, использующие эту реакцию в основе своей работы, называются топливными элементами. Работа в них поддерживается за счёт взаимодействия топлива и окислителя. Энергия этого взаимодействия напрямую переходит в электричество, а не в тепло и механическую энергию, как в традиционной энергетике. Топливом может являться газообразный водород, природный газ или любые жидкие углеводороды. [2]

Различают два типа топливных элементов: высокотемпературные и низкотемпературные. Последние требуют особого контроля, так как они способны работать лишь с хорошо очищенным водородом, а это требует дополнительных затрат энергии. Высокотемпературные же такой обработки не требуют, все преобразования происходят за счёт высоких температур.

Преимуществами топливных элементов являются их высокий КПД, почти не зависящий от коэффициента нагрузки, их бесшумная работа, а также высокая экологичность, так как главным побочным продуктом является вода.

Недостатками такой технологии являются её высокая себестоимость. Кроме того, необходимо предусмотреть способы хранения и транспортировки такого вида топлива. Хранение водорода обходится гораздо дороже его производства. Системы хранения должны выдерживать криогенные температуры, высокие давления, а также содержать активные элементы, которые бы взаимодействовали с водой или воздухом [3].

Следовательно, можно сделать вывод, что водород имеет широкие возможности применения в энергетике, но пока что он ограничен в массовом производстве и применении, а также во внедрении в инфраструктуру из-за своих свойств и специфичных способов получения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние водородной энергетики в России и в мире. – Текст : электронный. // Московский государственный институт международных отношений : официальный сайт. – 2022. – URL : https://mgimo.ru/files/120132/polyakova_vodorod.pdf (дата обращения : 12.11.2022).
2. Радченко Р. В. Водород в энергетике : учебное пособие / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 229 с. – Текст : непосредственный.
3. Топливные (водородные) элементы/ячейки : сайт. – URL : https://intech-gmbh.ru/energy_units/ (дата обращения : 13.11.2022) – Текст : электронный.

УДК 620.92

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ И ТЕМП ОХЛАЖДЕНИЯ В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ С ПОРИСТЫМ АЛЮМИНИЕМ

Поташкин Н. В., бакалавр, 1nikpot2000@mail.ru
Рыдалина Н. В., ст. преподаватель, rydalinanv@tyuiu.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация: В статье рассматривается возможность повысить эффективность работы теплообменных аппаратов, за счет использования пористых конструкций. Представлены результаты экспериментальной работы по измерению температуры и давления на входе и выходе из теплообменных аппаратов с пористыми конструкциями и без них. Наибольшую эффективность охлаждения имеют теплообменники с пористым алюминием. Кроме того, гидравлические сопротивления в них несколько выше, чем в теплообменнике без пористых вставок.

Ключевые слова: теплообменник, экспериментальная установка, пористые конструкции, гидравлические потери.

В настоящее время во многих отраслях промышленности используются теплообменные аппараты. Существуют различные способы повышения эффективности работы теплообменного аппарата. Одним из наиболее интересных и современных способов является использование пористых материалов в конструкции теплообменных аппаратов. Пористые вставки позволяют увеличить площадь поверхности теплообмена, соответственно повысить эффективность охлаждения или нагревания теплоносителя. [1]

Целью данной работы является оценка влияния гидравлического сопротивления теплообменных аппаратов с пористыми вставками из алюминия.

Эксперимент проводился на лабораторной установке кафедры промышленной теплоэнергетики. Лабораторная установка представляет собой стенд, на котором установлены четыре теплообменника – три с пористыми вставками и один без нее со следующими коэффициентами пористости: 0,49; 0,62; 0,47 соответственно. [2]

В системе по двум различным контурам циркулирует два теплоносителя – фреон и вода. В теплообменниках по медным трубкам течет вода, а навстречу ей через пористую поверхность проходит фреон. Циркулирование воды в системе осуществляется при помощи насоса. [3]

Стенд оснащен контрольно-измерительными приборами, которые позволяют фиксировать расход теплоносителей, температуру на входе и выходе из теплообменника, а также следить за давлением в контурах.

Изменение температуры воды в ходе эксперимента показано на рис. 1.

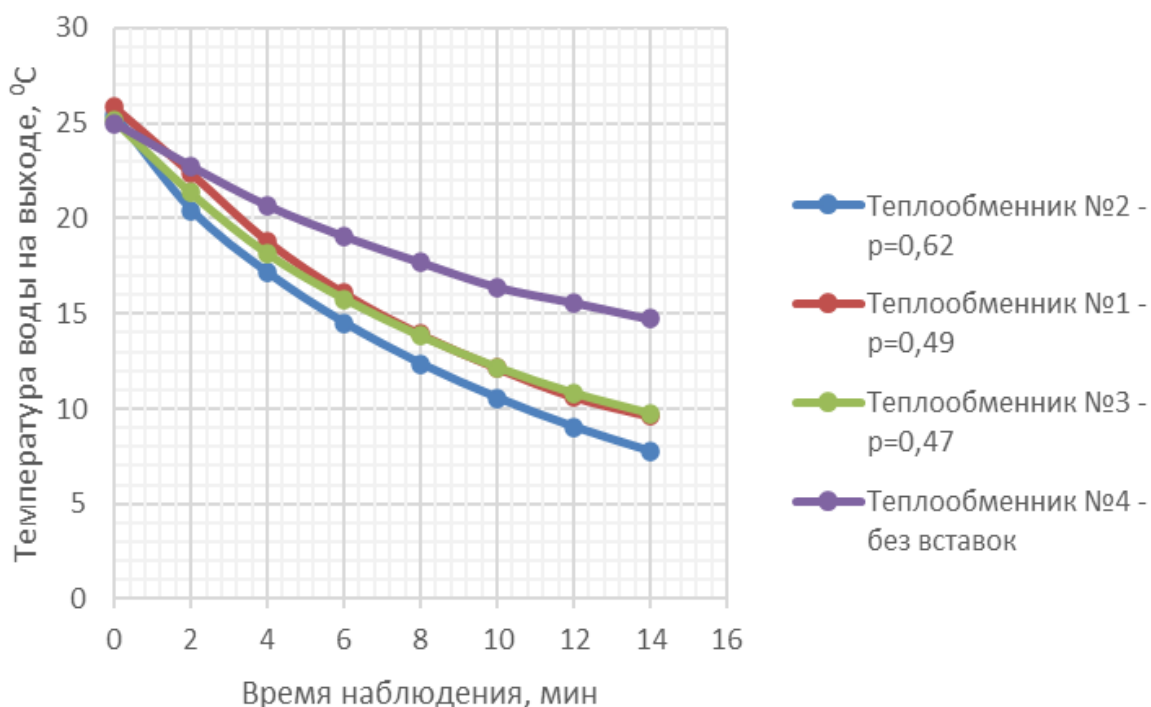


Рис. 1. Темп охлаждения воды

Кроме оценки скорости изменения температуры производилась оценка гидравлических сопротивлений при работе с каждым теплообменным аппаратом.

В рассматриваемой схеме холодильной установки манометр установлен перед дросселем, после которого установлен датчик температуры. По температуре фреона пользуясь h-p диаграммой фреона 404А, определяется давление на входе в теплообменный аппарат. Датчик давления на выходе установлен. В результате проводимых замеров получена следующая сравнительная таблица (табл.1)

Гидравлические потери

Тип теплообменника	Потери давления на первом режиме, бар	Потери давления на втором режиме, бар	Потери давления на третьем режиме, бар
Без пористой вставки, $k = 0$	3,9	4,29	4,27
С пористой вставкой, $k = 0,49$	4,65	4,91	5,57
С пористой вставкой, $k = 0,62$	4,87	5,65	5,76
С пористой вставкой, $k = 0,47$	4,41	5,49	5,16

Анализируя полученные данные, можно отметить, что теплообменный аппарат со вставками наибольшей пористости быстрее охлаждает воду и при этом имеет наибольшие гидравлические потери. Теплообменный аппарат без пористых вставок менее эффективен при охлаждении воды и гидравлические сопротивления в нем меньше, чем в аппаратах с пористыми вставками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобанов И. Е. Теория интенсифицированного теплообмена и эффективности его применения для перспективных компактных теплообменных аппаратов, применяемых в современном металлургическом производстве / И. Е. Лобанов, Л. М. Штейн. – Текст : непосредственный // Альманах современной науки и образования. – 2010. – № 3 (34). – С. 24–42.

2. Рыдалина Н. В. Анализ эффективности применения теплообменных аппаратов с пористыми вставками в системах теплогазоснабжения / Н. В. Рыдалина, О. А. Степанов. – Текст : электронный // Вестник евразийской науки. – 2021. – Т. 13, № 6. – URL : <https://esj.today/PDF/51SAVN621.pdf>. (дата обращения: 05.11.2022).

3. Davletbaev V. Experimental investigation of the heat exchange intensity / V. Davletbaev, N. Rydalina, E. Antonova. – Text : electronic // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 245. – URL : [10.1051/matecconf/201824507002](https://doi.org/10.1051/matecconf/201824507002) (date of the application 22.10.2022)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ И ФРАГМЕНТАЦИИ НА ДВУХФАЗНОЙ ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ГАЗ-ЖИДКОСТЬ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СЖИМАЕМОЙ АЭРОДИНАМИКИ

Пэнгюй Ч., магистрант, 907209880@qq.com

г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Аннотация. Проблемы взаимодействия двухфазных потоков при сжимаемых условиях давно являются ключевой темой исследований в вычислительной гидродинамике, а высокоточные алгоритмы для исследования таких проблем привлекают большое внимание во всем мире. В данной работе эта проблема решается с помощью алгоритма на основе давления в неструктурированной конечно-объемной сетке, сочетающего сжимаемую k - ϵ модель турбулентности с подходом функции объема жидкости (VOF), который может быть распространен на сжимаемые потоки.

Ключевые слова: Сжимаемое течение, газожидкостное двухфазное течение

1. Проектирование процесса анализа

В этом разделе взаимодействие скачка с каплей при $M=6$ моделируется в программе CFD. Установка для расчета показана на рисунке 1.

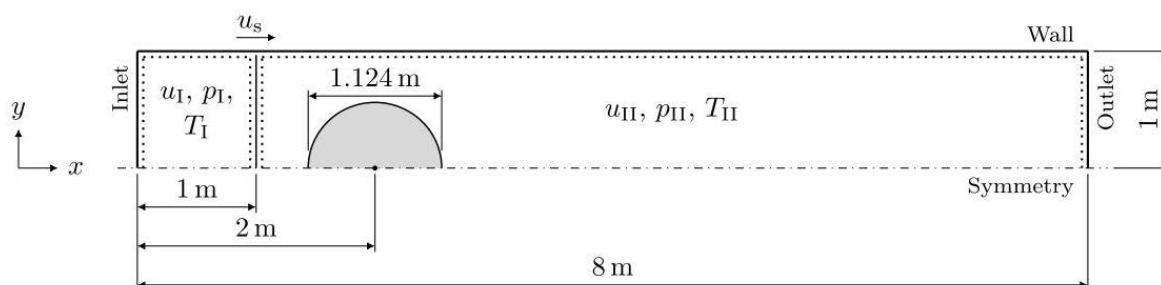


Рис. 1. Схема взаимодействия скачка с каплей для числа Маха $M = 6$

В данном используется неструктурированная сетка с преимущественно четырехугольной формой и разбиение сетки на 6853 ячейки.

Присвоение имени и типа каждой области модели подготавливает модель к физическим свойствам, граничным условиям и начальным условиям, которые задаются впоследствии. В этом CFD-программы применяется функция RATCH для наименования трех различных областей в соответствии с примером, а именно: область переднего фронта волны I, область заднего фронта волны II и область падения капель.

Послеволновая область I и предволновая область II инициализируются как

$$u_1 = 5.789 \text{ м/с}, P_1 = 42.388 \text{ Па}, T_1 = 2.794 \times 10^{-2} \text{ К}$$

$$u_2 = 0 \text{ м/с}, P_2 = 1.01325 \text{ Па}, T_2 = 3.518 \times 10^{-2} \text{ К}$$

Связь между давлением и скоростью решается с помощью алгоритма SIMPLE. Для пространственной дискретизации член диффузии использует квадратичную центральную разность, а член конвекции - формат MUSCL. [2,4]. Производные по времени дискретизируются с помощью первичного обратного дифференцирования в полностью неявном формате [1].

Применить временной шаг во всех расчетных областях

$$\Delta t = 4.2 \times 10^{-3} \text{ с}$$

Рассчитывается отдельно

$$t_1 = 0.08 \text{ с}, t_2 = 0.22 \text{ с}, t_3 = 0.34 \text{ с}, t_4 = 0.59 \text{ с}$$

Расчетные результаты показаны на рисунке 2

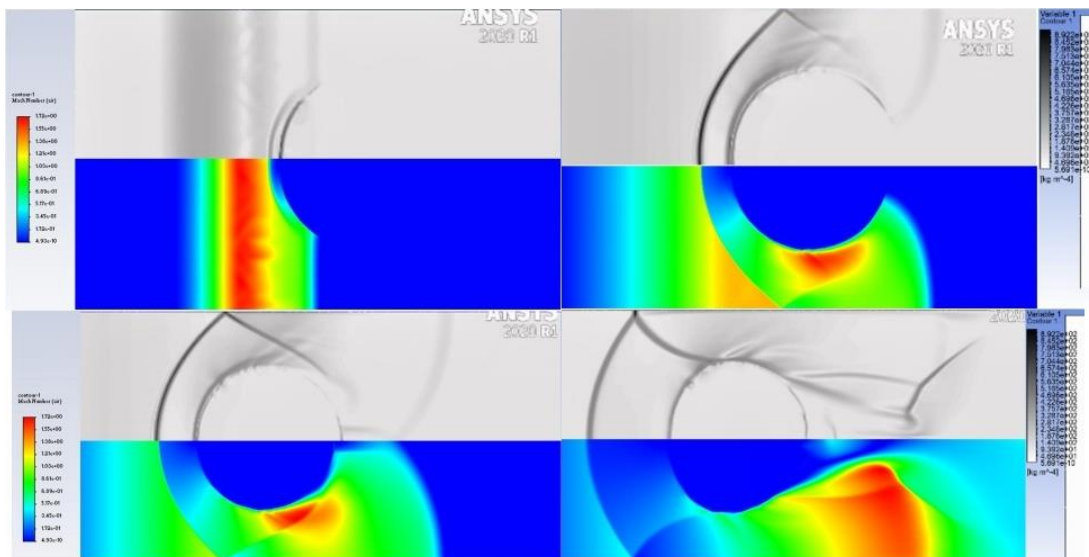


Рис. 2. Изображения градиента плотности (верхняя половина) и числа Маха (нижняя половина) ($M=6$)

Изменение градиента плотности и числа Маха в моменты времени $t \in \{0.08 \text{ с}, 0.22 \text{ с}, 0.34 \text{ с}, 0.59 \text{ с}\}$ после начального взаимодействия скачка с каплей показано на рис.5-8. По сравнению с литературными результатами [1], отдельные свойства потока хорошо разрешены и четко видны на поле течения с высоким разрешением и номером сетки 672980 (cells).

2. Заключение

Данная работа посвящена исследованию деформации и фрагментации газожидкостной двухфазной границы раздела в высокоскоростных сжимаемых аэродинамических условиях с использованием численного алгоритма VOF на основе давления, расширенного до сжимаемости и ре-

ализованного в CFD-программе. Построение облаков градиента плотности позволяет получить более полную картину расчета деформации капли, а эффективность численного алгоритма демонстрируется путем сравнения с соответствующими литературными данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fabian D. Pressure-based algorithm for compressible interfacial flows with acoustically-conservative interface discretization / D. Fabian, C. N. Xiao, G. M. W. Berend. – Direct text // Journal of Computational Physics. - 2018. - № 367. - P. 192-234.

2. Sergio P. On algebraic TVD-VOF methods for tracking material interfaces / P. Sergio, D. G. Simone, I. Alessandro. – Direct text // Computers and Fluids. - 2019. - № 189. - P. 73-81.

3. Shi H. H. Viscous characteristics of droplet deformation and fragmentation under surge impact / H. H. Shi, C. Liu, H. P. Xiong. – Direct text // Journal of Aerodynamics. - 2019. - № 34. - P. 1962-1970.

4. ρ -VOF : A two-phase flow method that can clearly simulate the free interface / J. T. Wang, G. Liu, X. Jiang [et al.]. – Direct text // Gas Physics. - 2016. - № 3. - P. 31-38.

УДК 621.45.022.5

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАМЕР СГОРАНИЯ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ВЫБРОСОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Пэнгюй Ч., магистрант, 907209880@qq.com

г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Аннотация. В связи с ужесточением экологических норм и стандартов выбросов, установленных ИКАО, технология низких выбросов для двигателей гражданской авиации стала ключевым технологическим вопросом для компаний, производящих коммерческие авиационные двигатели. В данной статье рассматривается путь развития авиадвигателя General Electric с низким уровнем выбросов. Кроме того, для достижения цели снижения загрязнения окружающей среды в данной работе предлагается метод модификации основной ступени сгорания для применения более совершенного многоточечного обедненного прямого впрыска топлива (MP-LDI) на основе двигателя с двухъярусной камерой.

Ключевые слова: Низкоэмиссионные камеры сгорания, Дженерал Электрик Компани, двухъярусная камера, MP-LDI

1. Разработка низкоэмиссионных камер сгорания в General Electric

Разработка камер сгорания GE с низким уровнем выбросов прошла три этапа, а именно: однокольцевая камера (Single Annular Combustor) используется в двигателе CFM56 (см.рис.1.а), радиально распределенная двухъярусная камера (Double Annular Combustor) (см.рис.1.б) используется в двигателе GE-90 и центрально градирующая двойная завихритель с предварительным смешением (Twin Annular Premixing Swirler) (см.рис.1.в) используется в двигателе GEnx. [2-4]

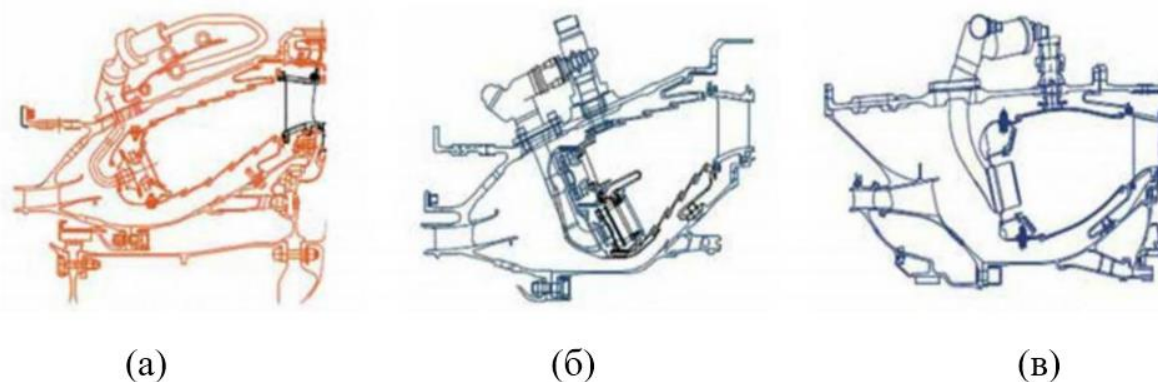


Рис. 1. Разработка камер сгорания GE [2]

SAC имеет общую картину сгорания "Rich-Quench-Lean". Основная зона сгорания богатая, что снижает образование CO и HC и обеспечивает хорошие пусковые характеристики. Как только газ выходит из основной зоны горения, он смешивается с вторичным воздухом в обедненном состоянии и завершает сгорание, тем самым снижая производство NOx.

DAC имеет радиально распределенные завихрители с внешней зоной дежурного горения и внутренней основной зоной горения. При низких рабочих условиях топливо подается из внешнего источника, при средних и высоких рабочих условиях оба источника подаются одновременно. Это еще больше снижает выбросы NOx. По результатам экспериментов сделан вывод, что DAC снижает NOx на 40% по сравнению с SAC [2].

Камера сгорания TAPS имеет концентрический радиально распределенный двухступенчатый завихритель, который отличается от DAC тем, что имеет внутреннюю дежурную зону и внешнюю основную зону. Как и в случае с DAC, дежурная зона работает при низких рабочих условиях, а основная зона - при средних и высоких рабочих условиях. В дежурной зоне применяется богатое сгорание, что, как и в случае с SAC, является хорошей гарантией стабильной работы двигателя в неблагоприятных условиях, в то время как в DAC всегда поддерживается бедное сгорание. По результатам экспериментов сделан вывод, что TAPS камера снижает NOx на 50% по сравнению с SAC[2].

2. Технология многоточечного обедненного прямого впрыска топлива (MP-LDI)

Технология MP-LDI (см. рис. 2) в настоящее время является более совершенной технологией сжигания топлива с низким уровнем загрязнения. Его преимуществами являются: равномерное и стабильное сгорание, короткая зона горения, отсутствие вторичных отверстий в жаровой трубе, а воздух, поступающий в камеру сгорания, просто делится на две части, головную и охлаждающую. При хорошей газовой смеси можно получить низкую температуру сгорания и высокую эффективность сгорания. Многоточечная схема облегчает регулировку подачи топлива в зависимости от различных условий эксплуатации.

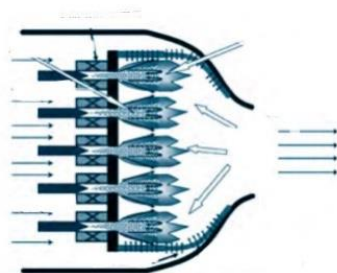


Рис. 2. Схема MP-LDI камера [1]

3. Техно-экономический анализ новой конструкции камеры сгорания

Технология MP-LDI все еще находится на стадии исследований и испытаний, но ее превосходство стало ключевым направлением развития для низкоэмиссионных камер сгорания в авиационных двигателях. Для этого есть несколько причин. В ответ на вышеприведенное описание я предлагаю новую модернизацию камеры сгорания с низким уровнем загрязнения, основанную на DAC, с технологией MP-LDI в основной зоне сгорания.

1). Камера сгорания DAC имеет самые короткие размеры среди всех двигателей равной тяги из-за радиального распределения. Это соответствует преимуществу короткого размера камеры сгорания MP-LDI.

2). Радиальное распределение DAC увеличивает площадь его стенок, что требует большего количества охлаждающего воздуха, а распределение воздушного потока MP-LDI решает эту проблему, тем самым улучшая структурную стабильность и эффективность всей камеры сгорания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Li J. Technology Progress of Advance Low-emissions Combustion Chambers in Commercial Aircraft Engines / J. Li. – Direct text //Aeronautical Science & Technology. – 2014. - №7. - P. 6-11.

2. Lin H J. The Development of GE Low Emission Combustion Chamber / H. J. Lin. – Direct text // Aerospace Power. – 2019. - № 1. - P. 31-36.

3. Li J. Analysis of Staged Burning Strategies for Aeroengines / J. Li. – Direct text // Aeronautical Science & Technology. – 2011. - № 3. - P. 13-16.

4. Zhao J. X. Pollutant emission and development of low-emission combustion technology for civil aero engine / J. X. Zhao. – Direct text // Journal of aerospace power. – 2008. - № 6. - P. 986-996.

УДК 697.3

АНАЛИЗ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА В ПРГ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Суслов Д. Ю., канд. техн. наук, доцент, suslov1687@mail.ru

Выродов Д. К., бакалавр, dmitry-vyrodov@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: задачей данной статьи является анализ регуляторов давления газа, установленных в пунктах редуцирования газа Белгородской области, указание читателю на их особенности и технические характеристики данных приборов, используемых для регулировки газа в газопроводах газораспределительных сетях.

Ключевые слова: газовые приборы, регуляторы давления, пункты редуцирования газа, РДУК, РДБК.

Введение. ПРГ (пункт редуцирования газа) – комбинация технических устройств и оборудования, используемое для понижение поступающего давления газа до нужного уровня и контроля его на выходе постоянным без зависимости от расхода. Регулятор давления газа входит в комплекс приборов ПРГ и является важнейшим прибором в системе. Регулятор давления газа – это специализированная регулирующая арматура, которая позволяет установить контроль над давлением газ в трубопроводе [1]. На сегодняшний день в газораспределительных сетях Белгородской области пункты редуцирования газа переоборудованы современными приборами, на 60%, что в свою очередь является высоким показателем в центральном районе Российской Федерации и в данных пунктах используются регуляторы давления РДУК, РДБК.

Основная часть. Для начала следует обозначить требования, предъявляемые регуляторам давления в целом:

- давление перед ПРГ не выше 10 Мпа;
- номинальный диаметр рабочей части до DN 400;

- рабочие температуры должны находится в пределах от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В Белгородской области в пунктах редуцирования газа чаще всего можно встретить регуляторы давления РДУК и РДБК.

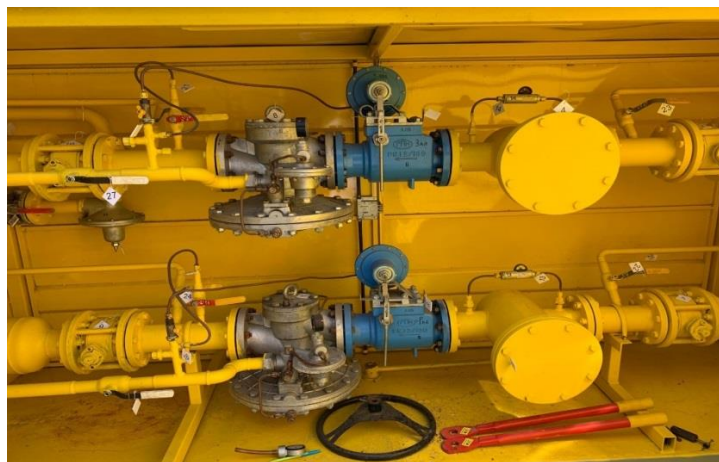


Рис. 1. Приборы и их состояние в ПРГ №3158 в г. Белгород

Уменьшение давления в РДУК проходит за счет смены положения тарельчатого плунжера с резиновым уплотнителем относительно седла регулирующего клапана прибора. Газ с высоким или средним входным давлением пропускается под мембрану регулирующего клапана. Под мембраной давление постоянно держится выше выходящего. Оно автоматически подвергается корректировки малым клапаном пилота. Даже при малейшем отклонении величины выходного давления от необходимого значения изменяется давление в пространстве под мембраной, что в следствии вызывает перемещение основного клапана и таким образом выходное давление поддерживается на нужных показателях. Преимущества регуляторов давления РДУК:

- значительный диапазон настроек выходного давления;
- относительно небольшие габариты и масса, что упрощает монтаж;
- большая пропускная способность;
- способность настройки параметров регулятора без необходимости прекращения транспортировки газа [2].

Регуляторы давления РДБК также предназначены для снижения высокого или среднего давления приходящего газа, а также автоматического контроля давления на заданных значениях для природных, синтезированных и других не агрессивных газов. Внутреннее устройство регулятора проще чем у регулятора РДУК. Основным отличием является более плотный и тяжелый главный регулирующий клапан, повышающий надежность работы системы, однако уменьшает диапазон выбора рабочего давления. Устанавливаются только в пунктах редуцирования газа, в шкафовых пунк-

тах редуцирования газа и в блочных пунктах редуцирования газа, что также отразилась на массивности деталей, обеспечивающие более надежную работу на подходящих рабочих давлениях [3].

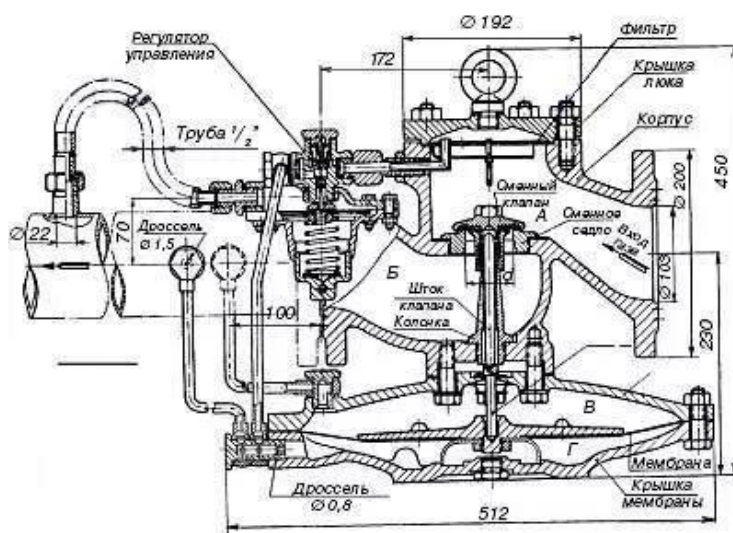


Рис. 2. Продольная разрез регулятора давления газа РДУК-100

Особенности регулятора давления газа РДБК:

- небольшой диапазон настроек выходного давления;
- сравнимо большие габариты и масса, но не сильно усложняющие монтаж за счет крупных фланцевых соединений;
- большая пропускная способность;
- особенности внутреннего устройства делают невозможным использование данного регулятора в других системах, кроме ПРГ, ШПРГ и ГРПБ;
- диапазон температур меньше, чем у других распространённых регуляторов – минус 40 °С до плюс 75 °С [4].

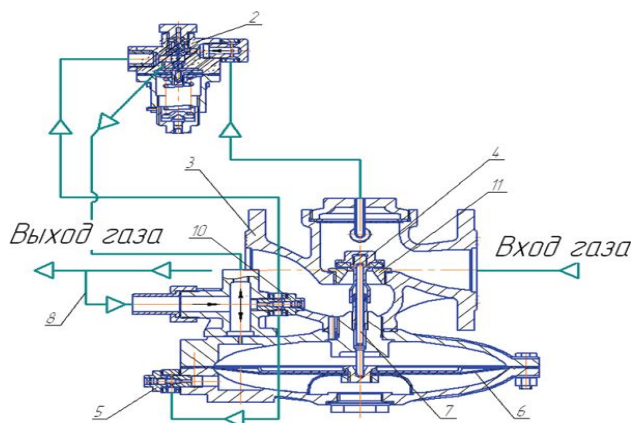


Рис. 3. – Разрез регулятора РДБК: 2 – регулятор управления; 3 – клапан регулирующий; 4 – клапан; 5, 10 – дроссели регулируемые; 6 – мембрана клапана регулирующего; 7 – шток; 8 – трубка импульсная выходного газопровода; 11 – седло.

Вывод. Делая вывод о регуляторах давления газа, использующиеся в пунктах редуцирования газа Белгородской области, нужно упомянуть, что в данных пунктах используются регулирующие приборы, имеющие не самую большую производительность, однако также надо понимать – массовому потребителю газа требуется надежная и бесперебойная подача газа для своих нужд. Регуляторы давления РДУК и РДБК практически идеально подходят под требования сетей газораспределения Белгородской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газораспределительные системы : РД 03-606-03 : утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации 03.12.2016 : ввод. в действие с 04.06.2017. – Москва : Госстрой, 2004 – 70 с. – Текст : непосредственный.

2. Гардарика: все для отопления и теплоснабжения : сайт. – URL : https://gardarikamarket.ru/info/articles/regulyator_davleniya_gaza/ (дата обращения: 15.11.2022). – Текст : электронный.

3. ПермКомерцГрупп: поставка промышленных материалов и оборудования : сайт. – URL : https://pkgrup.ru/regulatory_davleniya_gaza_rdbk_1-2 (дата обращения: 17.11.2022). – Текст : электронный.

4. Газовик: газораспределительные приборы : сайт. – URL : <https://gazovik-complex.com/regulatory-davleniya-rduk/> (дата обращения: 17.11.2022). – Текст : электронный.

УДК 697.97

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К РЕКУПЕРАТОРАМ ТЕПЛА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Филиппенко О. А., магистрант, f_o3943@mail.ru

Ильина Т. Н., д-р. техн. наук, профессор, ilina50@rambler.ru

Евраев Д. А., аспирант, evradima@mail.ru

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: Разработка энергосберегающих систем создания микроклимата является актуальной задачей. Решить ее можно за счет использования возобновляемых источников, а также утилизации тепловых выбросов с помощью рекуператоров. В работе рассмотрены основные типы рекуператоров тепла вентиляционных систем. Описаны их функции, принцип работы, конструкция, основные достоинства и недостатки. Представлены требования к параметрам воздушной среды в производственных цехах животноводческих комплексов, показана необходимость учета повышенной влажности в удаляемом воздухе, а также содержание в нем аммиака и сероводорода. Для производственных

помещений подобного типа необходима разработка комплексной системы приточно-вытяжной вентиляции, включающей устройства для снижения влажности воздуха с последующей утилизацией тепла в рекуператоре нового типа.

Ключевые слова: рекуператор, энергоэффективность, животноводческий комплекс.

Рекуператор представляет собой устройство, которое возвращает тепловую энергию от удаляемого воздуха к приточному. Рекуператор позволяет свести разницу между температурами приточного и вытяжного воздуха при обычной вентиляции до минимума [1].

Основной функцией рекуператора – это получение полезной энергии от вытяжного воздуха. Вне зависимости от вида, рекуператор – это теплообменник. Виды рекуператоров: роторный, пластинчатый, с промежуточным теплоносителем, камерный и др.

В рекуператоре роторного типа передача теплоты осуществляется через вращающийся цилиндрический пустотелый барабан (ротор), вращающийся между секциями притока и вытяжки. Ротор работает от электродвигателя. С его помощью можно регулировать эффективность рекуперации за счет изменения частоты вращения ротора. КПД таких рекуператоров по сравнению с другими видами достаточно велико и составляет 75-90%. Из-за того, что потоки контактируют друг с другом, роторный рекуператор не допускается использовать в помещениях с вредными выбросами, так как происходит взаимное загрязнение (до 3%) приточного и вытяжного воздуха.

Пластинчатый рекуператор представляет собой блок-кассету, состоящую из медных, алюминиевых или пластиковых пластин. Приточный и вытяжной воздух движутся по небольшим каналам, образованным этими пластинами, КПД составляет 50-80%. Главным недостатком пластинчатых рекуператоров является появление влаги на поверхности пластин из-за разницы температур потоков воздуха, в холодное время есть вероятность замерзания этой влаги и механического повреждения рекуператора. Проведенные нами исследования показали целесообразность использования в таких рекуператорах теплообменников с антиобледенительной системой MOVEBIT [2].

Камера в камерном рекуператоре, разделена заслонкой на две половины. Вытяжной воздух проходит через одну половину камеры и нагревает ее поверхность, затем заслонка поворачивается, тем самым меняя траекторию движения потоков воздуха. Этот процесс периодически повторяется. Коэффициент эффективности около 70-80%. Заслонка является подвижной деталью, из-за чего существует большая вероятность взаимного смешивания, загрязнения потоков и передачи запахов.

Недостатки рекуператоров: они создают дополнительное аэродинамическое сопротивление в сети, которое влияет на выбор вентилятора; повышение стоимости вентиляционной установки и ее обслуживания; в не-

которых видах рекуператоров возможно смешение приточного и вытяжного воздуха; рекуператоры увеличивают размеры вентиляционной установки [3].

Особенно заметна отдача от внедрения устройств энергосбережения на производствах колоссальных размеров, многокорпусных сооружений с особыми санитарными требованиями к организации микроклимата, таких как животноводческие комплексы.

К примеру, на свиноводческих откормочных комплексах при проектировании систем обеспечения требуемого воздухообмена в помещениях содержания животных определяется расчетным путем с учетом нормативных кратностей и снижения предельно допустимой концентрации вредных выделений в помещении.

Основные вредности от свиней, определены многолетними исследованиями и фиксируемыми данными санитарными врачами данных предприятий. Таким образом, в зависимости от возрастной группы животных, массы тела и половой принадлежности особи, показатели вредных выделений колеблются в диапазонах: 1170,8 – 3212,5 кДж/ч выделения полной теплоты, 42,5 – 117 л/ч углекислого газа, 134 – 369 г/ч влаги [4]. Объемы приточного и удаляемого воздуха при нормативных кратностях требуют значительных площадей живого сечения воздухопроводов и высокой производительности вентиляционного оборудования, а энергоресурсы, затрачиваемые на подготовку приточного воздуха в холодный и теплый периоды года, обходятся не дешево.

При этом в санитарно-эпидемиологических правилах указано, что на животноводческих предприятиях не допускается подмес удаляемого из помещения содержания животных воздуха с приточным воздухом, подаваемым в помещения содержания животных в целях предотвращения возврата неприятных запахов или болезнетворных микроорганизмов. Данное условие запрещает применение роторных и камерных рекуператоров тепла, в которых присутствуют подвижные части, что не исключает возможности подмеса приточного и вытяжного воздуха.

Следовательно, при выборе рекуперативных или теплообменных устройств необходимо руководствоваться не только условиями экономичности, компактности, удобства эксплуатации, но и требованиями санитарных, пожарных и иных нормативных документов, чтобы обеспечить нормальную функциональность живых организмов в обслуживаемом помещении [5].

Таким образом, применительно к производственным цехам животноводческих комплексов, для повышения энергоэффективности инженерных систем требуется совершенствование существующих типов рекуператоров, а также разработка новых способов организации приточно-вытяжных систем с утилизацией тепла и влаги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Улучшение контроля влажности при помощи вентиляции с рекуперацией энергии. - Текст : электронный // АВОК : сайт. – URL : https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4167 (дата обращения 09.11.22).

2. Orlov P. A. Test of heat pump unit with MOVEBIT anti-icing system / P. A. Orlov, T. N. Il'ina, K. P. Orlov. – Direct text // Constructions materials and productions. - 2022. - Vol. 5, № 2. - P. 43-50.

3. Мысовских П. В. Особенности применения систем рекуперации тепла в системах вентиляции общественных зданий / П. В. Мысовских, И. Н. Петриков. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 9 (351). — С. 17-19.

4. Ильина Т. Н. Анализ и оценка содержания вредностей и уровня запахов на площадке свиноводческого комплекса «Оскольский Бекон-3» / Т. Н. Ильина, М. С. Колесников, Д. А. Евраев. – Текст: непосредственный // Высшая школа: научные исследования : материалы Межвузовского международного конгресса. – Москва, 2022. – С. 84-90.

5. Об экологической обстановке на территории свинокомплекса «Оскольский Бекон-3» / Т. Н. Ильина, Ю. Е. Щедрина, А. Ю. Феоктистов [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник БГТУ. - 2022. - № 3. - С. 6-10.

УДК 62-69

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

Хабибуллина Э. Т., бакалавр, habibultim23@gmail.com

Вилданов Р. Р., канд. техн. наук, доцент, rustrenat@rambler.ru

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. В данной работе рассматривается возможность внедрения системы индивидуального теплоснабжения в многоквартирные дома.

Ключевые слова: децентрализованное отопление, теплоснабжение, тепловой пункт.

В настоящее время на подавляющей территории Российской Федерации преобладает система централизованного теплоснабжения, доставшаяся в наследие от экономической составляющей Советского Союза. Система индивидуального теплоснабжения в то время не рассматривалась в рамках энергетической политики страны. Поэтому на сегодняшний день потребитель получает тепловую энергию в основном через центральные

тепловые пункты (ЦТП). Тем более, что значительная часть эксплуатируемого жилого фонда (многоквартирные дома) были построены в эпоху так называемого развитого социализма, по существующим в то время требованиям и стандартам. Следствием использования ЦТП является значительная потеря теплоты при отоплении помещений. Также при проведении ремонтных работ значительная часть жильцов многоквартирного дома остается без отопления. Особенно это критично, если неполадки произошли в отдельной квартире в холодное время года, когда на период ремонта без отопления остается весь «стояк», подъезд или дом.

Согласно Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 года № 1523-р, кардинальное повышение технического уровня систем теплоснабжения на основе инновационных, модернизированных технологий и оборудования является одной из стратегических целей развития теплоснабжения [1].

Одним из методов повышения технического уровня систем теплоснабжения является внедрение индивидуального теплового пункта. Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – это устройство, предназначенное для транспортировки тепловой энергии от тепловой сети к внутридомовым системам отопления, горячего водоснабжения и вентиляции [2]. За счет своих размеров ИТП может располагаться как в подвальном, так и в техническом помещении дома. Использование такой системы позволит фиксировать данные о потребляемых объемах, снизить потери тепла при транспортировке, равномерно распределять поставляемый ресурс [3].

Основным препятствием для внедрения ИТП является необходимость существенных материальных затрат. Поскольку такой тепловой пункт обслуживает только один дом или конкретную его часть, то для модернизации микрорайона, города потребуется значительное вливание денежных средств [4]. Также одним из ведущих недостатков использования ИТП является возникновение шума из-за работы насосов и запорно-регулирующей арматуры.

Необходимо отметить, что перед началом работ по модернизации и демонтажу устаревших конструкций требуется согласование с энергосберегающей компанией, Ростехнадзором.

Несмотря на это, внедрение ИТП является перспективным решением проблемы энергоэффективности систем теплоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правительство Российской Федерации. Распоряжение. Об утверждении энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года : [утверждена распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 года N 1523-р]. – Текст : непосредственный.

2. Кондратьев А. Е. Внедрение индивидуальных тепловых пунктов с систему теплоснабжения / А. Е. Кондратьев, С. Р. Алимкулова. – Текст : непосредственный // Энергетика и энергосбережение: теория и практика. – 2017. - № 3. – С. 142.

3. Индивидуальный тепловой пункт, его основные задачи и функции : сайт. – URL : <https://teploobmen.ru/blog/chto-takoe-individualnyy-teplovoy-punkt/> (дата обращения: 09.09.2022). – Текст : электронный.

4. Strojdvor.ru : сайт. – URL : <https://strojdvor.ru/> (дата обращения: 13.09.2022). – Текст : электронный.

УДК 621.45.038

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИХРЕВОЙ ТРУБКИ

Харчук С. И., канд. техн. наук, доцент, sikharchuk@kai.ru

Антонов Т. Э., магистрант, antonovtimur@mail.ru

г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ

Аннотация. В данной работе рассмотрена вихревая трубка, которую можно применить в газотурбинных двигателях и энергетических установках. Исследованы особенности процессов в вихревой трубке, её возможное полезное применение во входном устройстве наземной энергетической установки и камере сгорания. Целью работы является воссоздания вихревых процессов в программе «ANSYS-Fluent», анализ полученных результатов, рассмотрены применения вихревых трубок для подогрева воздуха на входе в наземную установку для избегания обледенения входного устройства при низких температурах и высокой влажности, для охлаждения камеры сгорания и других нагреваемых элементов. Также продемонстрирована сложность газодинамических процессов в устройстве, необходимость дальнейшего его изучения как при помощи численных методов, так и экспериментов.

Ключевые слова: ГТД, ГТУ, наземная установка, численный расчёт, борьба с обледенением, уменьшение температуры газа.

В настоящее время наземные установки нашли широкое применение в различных сферах. Отлетавшее своё, ГТД, которые невозможно использовать на летательных аппаратах ввиду норм безопасности, можно переделать и приспособить для работы на земле. Например, в качестве силовой установки транспортных средств, для перекачки природного газа на станциях, ввиду возможности использовать в качестве топлива природный газ из магистрали, в качестве источника электроэнергии. Эффективность использования ГТУ обусловлена высокими частотами оборота ротора. Кроме того, при работе газотурбинной установки выделяется большое количество тепла, через выбра-

сываемое через выходное устройство отработанный газ, а также через систему смазки. Это тепло, в теории, тоже можно использовать для получения полезной работы.

Однако, есть элементы установки, которые необходимо подогревать и охлаждать воздухом, например, входное устройство, которое необходимо подогревать, при очень низких температурах, или при высоких колебаниях температур в районе 0 градусов Цельсия при повышенной влажности. Делать это необходимо для предотвращения появления льда на входном устройстве, который может повредить рабочие лопатки установки. Охлаждать в любых газотурбинных установках необходимо, в первую очередь, элементы камеры сгорания, сопловые и рабочие лопатки первых ступеней турбины, так как эти детали подвержены высоким тепловым нагрузкам, из-за прямого контакта с пламенем и высокотемпературным газом в среде с избытком кислорода.

Существуют разные методы, способные решить эту задачу. Один из них – применение специальных вихревых трубок (Рис.1, Рис.2.).

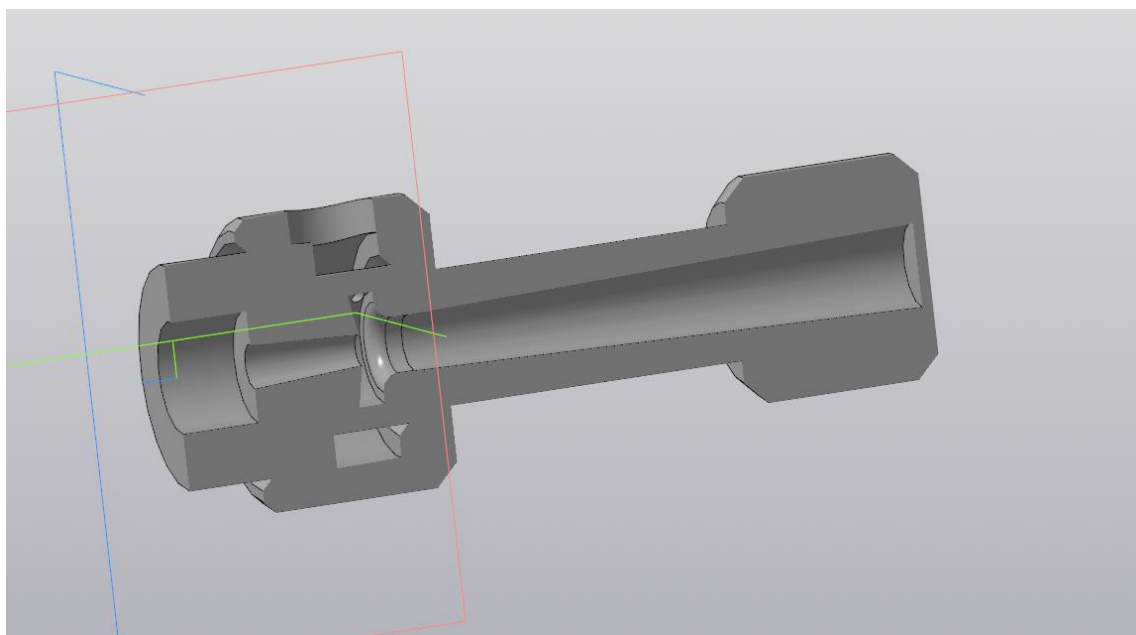


Рис.1. 3d модель разреза вихревой трубки

Данное устройство имеет достаточно необычное внутреннее пространство, которое способствует организации вихря. В зависимости от открытия или закрытия отверстий на концах, трубка способна выполнять различные функции, что позволяет использовать одну трубку для работы на нескольких режимах. Это актуально для экономии средств на производство трубок, так как требуется соблюсти высокую точность размеров, что увеличивает стоимость изделия, а также, в случае применения на авиационных двигателях, где на счету каждый грамм веса.

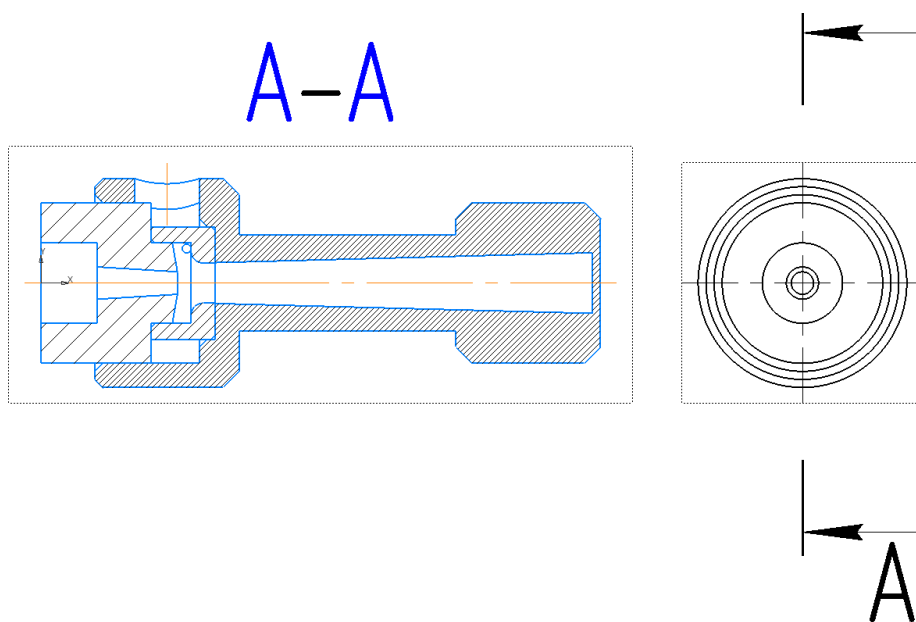


Рис.2. Разрез вихревой трубки

В случае если мы оставим открытыми оба конца вихревой трубки, воздух, попадая под тангенциальным углом в среднюю камеру будет уходить в «длинную сторону». В этом случае, за счёт сжатия центробежной силой, в середине потока образуется зона с разреженным давлением. Из-за этого начнётся подсос воздуха с «короткой стороны». В этом случае трубка начинает работать как «насос» (Рис.3.), который можно использовать, например, для лучшего смешения газа с воздухом в камере сгорания наземной установки, что увеличит эффективность процесса, позволив получать больше энергии, при меньших затратах топлива. Также эффективность смешивания может положительно сказаться на вредных выбросах.

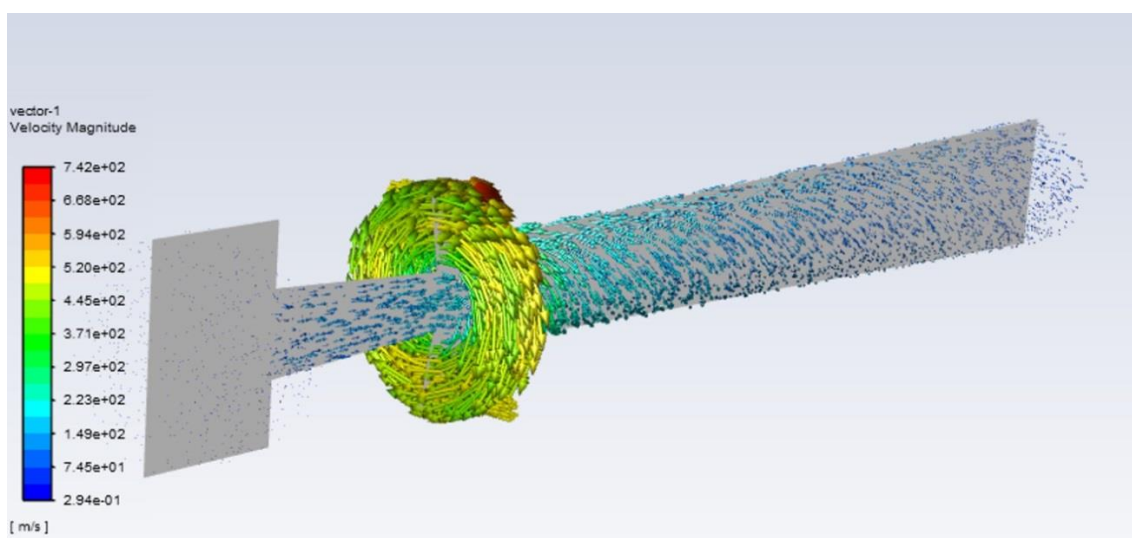


Рис.3. Режим насоса

Другой режим вихревой трубки – нагрев и охлаждение воздуха. Достигается этот режим за счёт полного открытия «короткой стороны», а «длинной» либо закрытия полностью, либо только по середине, оставив кольцевой канал на выходе, чтобы сжатый воздух к стенкам имел выход. Для демонстрации этого процесса был проведён расчёт в программе ANSYS-Fluent, при следующих граничных условиях: давление на входе 3 атмосферы, температура 300К, на выходе «короткой стороны» 1 атмосфера, длинная сторона закрытая. На Рис.4. можно видеть, что происходит нагрев длинной части трубки выше 300К, а на выходе температура ниже 300К. Подобные свойства можно применить при охлаждении лопаток в турбине холодным воздухом, а тепло, выделяемое на горячем конце направить на обогрев входного устройства для предотвращения обледенения. Осуществить это можно как обдувом горячей части дополнительным воздухом и направлением его в пустотелые конструкционные элементы на входе, так и кольцевым каналом малого сечения, через который часть горячего воздуха сможет покинуть вихревую трубку и уже его направлять на необходимые участки.

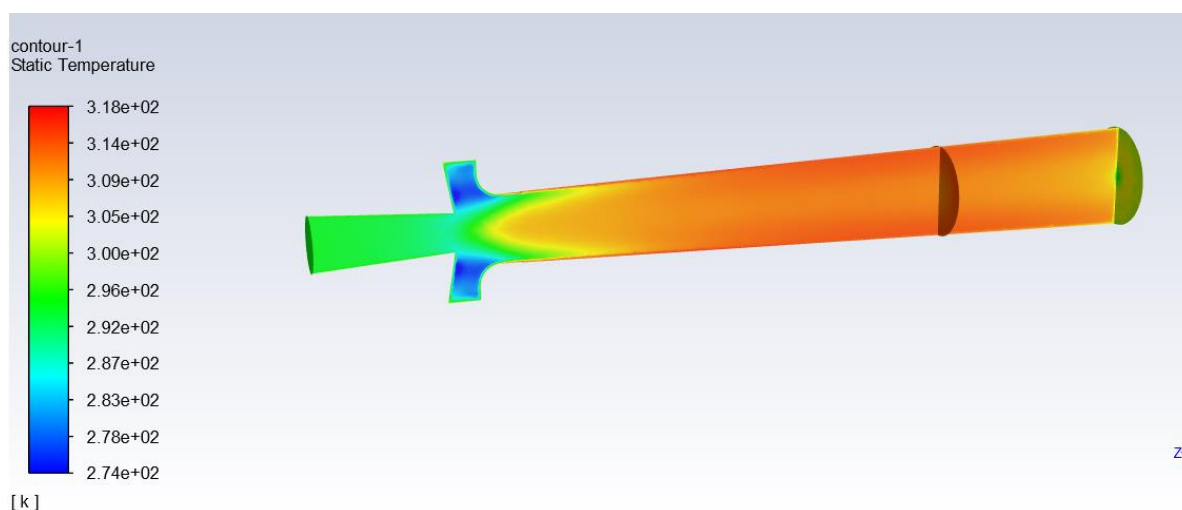


Рис.4. Температурное поле в сечении вихревой трубки

Стоит отметить, что любые численные расчёты необходимо подтверждать экспериментом. Для этого, в случае необходимости изготовления большого количества вихревых трубок имеет смысл обратиться, например, к технологии 3D печати, которая позволит за короткий срок при относительно малых затратах изготовить большое число опытных образцов.

Также необходимо более детальное изучение вопроса влияния размеров тепловых трубок на процессы, происходящих в них, создания численных моделей и методов, способных с высокой точностью описывать процессы в трубках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей : учебное пособие / ред. Д. В. Хронина. – Москва : Машиностроение, 1989. - 283 с. – Текст: непосредственный.
2. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике / А.П. Меркулов. – Самара : Оптима, 1997.– 355 с. – Текст: непосредственный.
3. Пиралишвили Ш. А. Вихревой эффект. Теория, эксперимент, численное моделирование / Ш. А. Пиралишвили. – Текст: непосредственный // Научтехлитиздат. - 2013. - № 1. - С. 1-27.

УДК 66.041; 621.182

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИ УСТАРЕВШЕГО ТЕПЛООВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Цыкунов Д. С., бакалавр, danil.tsykunov@gmail.com

Пигилова Р. Н., преподаватель, rozapigilova@yandex.ru

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. Модернизация устаревшего теплового оборудования, а также его замена на новое сейчас является актуальной темой, рассматриваемой в Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года. Целью нашей работы является общее изучение к теплому оборудованию свода правил по установке и эксплуатации (далее – СП), рассмотрение вопроса о необходимости подтверждения актов осмотра техники любого типа производства фотографическим отчётом (далее – дополнение). При проведении исследования использовались методы логического, сравнительного анализа. В результате мы сделали вывод о том, как дополнение повлияет на условия и безопасность производства и модернизацию оборудования.

Ключевые слова: тепловое оборудование, эксплуатация, модернизация, безопасность, частное производство.

Акт осмотра котельной требует наличие осмотра технического состояния и проверки технической, исполнительной, пусконаладочной и эксплуатационной документации. В процессе инспекция проверяет, соответствует ли оборудование, установленное в котельной, параметрам, которые указаны в документах. Если есть соответствие, дальше будет рассматриваться эксплуатация и возможное перемещение оборудования [1].

У оборудования любого типа производства есть установленный изготовителем срок службы. Помимо эксплуатационных данных, мы считаем, что основными показателями эффективности и безопасности системы теплоснабжения являются:

1. Технические: марка и мощность оборудования, год его установки, вид топлива. По техническим параметрам мы можем определить КПД, сроки службы и окупаемости оборудования, рассчитать средства на этап строительства, и, не менее важный, этап эксплуатации.

2. Эксплуатационные затраты – показатели, с помощью которых мы рассчитаем необходимые затраты на ремонт и обслуживание оборудования, сырьё для него и заработную плату для персонала, работающим с оборудованием [2].

Чаще рекомендации изготовителей не соблюдаются, и фактический срок эксплуатации уменьшается. Например, в частных пищевых предприятиях (различных заводах, пекарен, кондитерских и т.д.), где используется старое печное или котельное оборудование. Работник частного производства мог со своей стороны наблюдать ситуацию, когда проверка произведена, но оборудование осталось нетронутым, ремонт(замена) не осуществлен(а). Предприниматель и проверяющий, по их мнению, остались в выигрыше, но все (участники сделки, работники предприятия, клиенты) получают некоторое число негативных последствий, одни из которых:

1) работник вынужден работать на несоответствующем требованиям оборудовании;

2) из-за отсутствия надлежащего обслуживания оборудование стремительно приходит в негодность, возникает риск аварийной ситуации.

3) КПД оборудования намного меньше его первоначального состояния или состояния в результате его обслуживания или модернизации. Большое количество топлива тратится только на поддержание работы, например, котла, конвейера, печи и т.д. В результате мы имеем только убытки.

Наиболее целесообразно будет разделить процесс модернизации техники на несколько этапов.

Сначала определяется физический и моральный износ оборудования. Процент износа единицы техники рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{изм} = \frac{A}{C_{перв}} \times 100, \%$$

где A - амортизация, $C_{перв}$ - сумма, которая была потрачена на приобретение или изготовление техники

У каждого технического средства имеется свой период амортизации, в течение которого собственная стоимость объекта переносится на производимые с его помощью товары. После окончания безопасной эксплуатации предприятие должно выделить средства для технического обеспечения. Есть несколько способов вычисления амортизации: линейное и аннуитетное начисление, списание по объёму выполненных работ. С помощью вычислений мы сможем заменить старое оборудование ещё до своего физического износа. Со временем для выполнения современных задач старое оборудование становится сложнее использовать, что означает моральный

износ техники. На рисунке 1 указано как поэтапно можно внедрить новое оборудование на предприятии.



Рис. 1. Поэтапное внедрение нового оборудования

Устаревшие котлы, печи и прочую технику необходимо разобрать. После демонтажных работ можно устанавливать новую технику. Следующим шагом является настройка и проверка оборудования, тестирование установленных компонентов и настройка системы управления. Для выявления неисправностей необходимо провести пусконаладочные испытания, после чего оборудование принимается в эксплуатацию. После последнего тестирования техника работает в нормальном режиме. Обычно на это уходит от нескольких недель до пары месяцев [3].

Известно, что акт является документом, без которого нельзя ввести помещение в эксплуатацию. Следует помнить, что законом чётко установлено, что государственный или муниципальный служащий, должностные лица при выполнении должностных обязанностей не вправе получать дары в связи с исполнением должностных обязанностей, вознаграждения от физических и юридических лиц. Поэтому мы настоятельно рекомендуем ответственно подойти к решению имеющихся проблем на своём производстве и не прибегать к обходным путям, которые не решают проблему и являются незаконными. Если на объекте на постоянной основе используется несоответствующее требованиям оборудование, под опасность ставится объект и находящиеся в нём люди.

Проанализировав информацию, мы пришли к заключению, что улучшения начинаются с малого: следует поставить на рассмотрение вопрос о необходимости подтверждения акта осмотра котельной фотографическим отчётом и вести отслеживание проводимых действий на предприятиях ответственного за проверку. Фотографии помещения будут скреплены с бланком акта осмотра котельной и составлять один документ, который без какого-либо составляющего будет признан недействительным. С отслеживанием действий у нас же появится вся необходимая для анализа информация.

Результатом станет снижение процента фальсификации актов, процессы станут отслеживаемыми, модернизация пойдёт быстрее, производственные процессы будут более надёжными и безопасными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок : утверждены приказом Минэнерго РФ от 24 марта 2003 г. N 115 : ввод в действие с 01.10.03. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/901856779> – Текст электронный.

2. Жиркова М. В. Показатели эффективности эксплуатационного состояния системы теплоснабжения / М. В. Жиркова, А. Н. Колодезникова. – Текст непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 1. – С. 67-69.

3. Пути повышения эффективности производства – URL : https://www.profiz.ru/peo/7_2019/effektivnost_proizvodstva (дата обращения: 13.11.2022). – Текст электронный.

УДК 621.186.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КАПЛИ-СПУТНИКА В КТАН

Яковлев П. В., д-р техн. наук, профессор, yakovlev_pv@pers.spmi.ru
Седельникова Е. С., бакалавр, newkaterin@mail.ru
г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет

Аннотация. В данной работе рассматривается вопрос, связанный с недостаточной степенью изученности и описания перемещения капель воды в КТАН. В результате работы форсунки в процессе распыления, капли под действием сил гравитации и взаимодействуя при этом с потоком дымовых газов, движутся вниз к поверхностям труб, в которых движется обратная вода. Однако, не вся орошающая вода пролетает и оседает на поверхности активной насадки. Актуальность данной задачи заключается в изучении физического процесса, для подбора оптимального режима работы контактного теплообменника. Цель-получение контурных графиков распределения скорости капли воды и момента отделения ее спутника. Методы-численное моделирование, программный комплекс ANSYS. В результате получено распределение скорости движения капли воды и ее капли-спутника в различные моменты времени. Как вывод, можно сказать, что моделирование поведения капли-спутника, представляет собой непростую, однако актуальную для дальнейших исследований задачу.

Ключевые слова: тепломассообмен, капля воды, капля-спутник, КТАН, компьютерное моделирование

Вопрос связанный с подбором оптимальной высоты КТАН и газовых экономайзеров был изучен в работе [1]. Контактный теплообменник с ак-

тивной насадкой имеет два контура воды. Чистая вода циркулирует в трубах. Снаружи эти трубы омываются водой после их контакта с дымовыми газами. Насадка выполнена в виде трубного пучка и участвует в теплообмене. Насадка может быть одно-, двух- и трехслойной. Соответственно, можно нагревать один, два или три потока воды. Максимальная температура воды в КТАНе составляет 50-55 °С. Разность температур воды и газов в любом сечении не должна быть меньше 8-10 °С [2]. Областью интереса является образование капли в процессе работы форсунки, а также высота и скорость ее падения на активную насадку. Конкретно в процессе полета капля имеет участок текучести, происходит расщепление на две части. Образуется капля спутник, следующая следом. Вопрос поведения капель жидкости в теплоэнергетическом оборудовании, например, в градирнях, был ранее изучен в работе [3]. Также известно, что задача трансформации формы капли любой жидкости в полете под действием сил гравитации, представляет собой самостоятельную проблему. При движении в среде, такой как, поток газов (вне зависимости от их температуры), капли любых жидкостей деформируются непрерывно. Данный вывод следует из экспериментальных исследований [4,5].

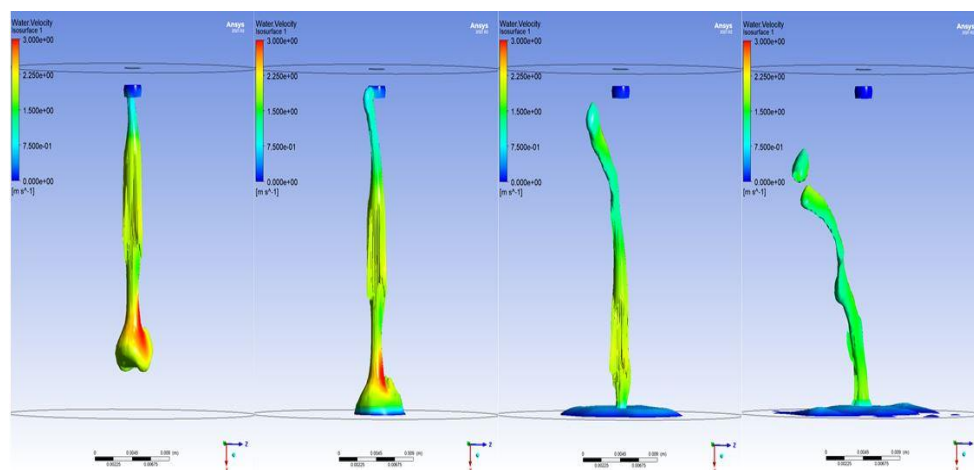


Рис. 1. Контурный график распределения скорости воды в момент времени: 0,010;0,0150; 0,020;0,0275 секунды

Современные методы компьютерного моделирования физических процессов и численного анализа, позволяют осуществить решение систем дифференциальных уравнений, описывающих движение капли воды. Конкретно в данной работе, используется метод конечных элементов, реализация задачи происходит в программном комплексе ANSYS, модуле вычислительной гидродинамики CFX.

Применяется модель турбулентности, k-epsilon. Расчет происходит на мелкой сетке, выстроенной с вытягиванием элементов. Численная модель построена таким образом, что вода подается из трубки форсунки со

скоростью 2 м/с. Задано ускорение свободного падения $9,81 \text{ м/с}^2$, радиус капли воды изначально составляет 1 мм, также введена ее плотность 1000 кг/м^3 и коэффициент поверхностного натяжения $0,072 \text{ Н/м}$. Внешней средой является воздух, при температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$ и атмосферном давлении. Моделирование проведено при достаточно типичных значениях исходных данных. Получен контурный график движения капли воды, можно сделать вывод, что в процессе ее перемещения происходит не только трансформация формы струи, но и отделение от нее единичной фракции.

Под действием сил гравитации и поверхностного натяжения жидкости, наблюдается волновое движение, образование шейки и сжатия струи. Научная новизна и актуальность задачи, обусловлены тем, что обозначена проблема, недостаточной изученности и учета вклада в процесс теплообмена капли-спутника, в ходе движения отдельно от основной струи. Разработана численная модель, показывающая трансформацию формы жидкости в ходе образования, струи из оросительной форсунки. Получено распределение скорости. В дальнейшем, может быть изучен физический процесс нагрева и испарения капли-спутника для оценки вклада в процесс теплообмена в КТАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аронов И. З. Использование тепла уходящих газов газифицированных котельных / И. З. Аронов. – Москва : Энергия, 1967. – 192 с. – Текст : непосредственный.
2. Агашин Г. А. Утилизация теплоты паровоздушной смеси машины непрерывного литья заготовки / Г. А. Агашин. – Текст : непосредственный // XIII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых : материалы межрегиональной научной конференции. – Вологда, 2019. – С. 339-341.
3. Шевелев С. А. О влиянии процессов испарения воды на эффективность охлаждения в градирнях / С. А. Шевелев, Н. Н. Зяблова. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330, № 3. – С. 23-29.
4. Волков Р. С. Влияние начальных параметров распыленной воды на характеристики ее движения через встречный поток высокотемпературных газов / Р. С. Волков, Г. В. Кузнецов, П. А. Стрижак. – Текст : непосредственный. // Журнал технической физики. – 2014. – № 7. – С. 15–23.
5. Кузнецов Г. В. Движение совокупности капель мелкодисперсной жидкости во встречном потоке высокотемпературных газов / Г. В. Кузнецов, П. А. Стрижак. – Текст : непосредственный. // Письма в журнал технической физики. – 2014. – № 12. – С. 11–18.

УДК 665.7.038.64

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧИЙ В МЕХАНИЗМАХ ДЕЙСТВИЯ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК

Абдулкина А. В., бакалавр, abdulkinaav@mail.ru

Рудко В. А., канд. техн. наук, исп. директор Научного центра "Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов", rva1993@mail.ru
г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет

Аннотация. Определена актуальность исследования механизмов действия депрессорных присадок для повышения эффективности их действия на дизельное топливо. Исследована зависимость между составом модельного топлива и присадки. Приведены результаты эксперимента по кристаллизации чистого модельного топлива и топлива с добавлением присадок и проанализированы полученные температурные кривые. Доказана теория о различии механизмов действия присадок и выделено преимущество данного вывода.

Ключевые слова: модельное топливо, депрессорные присадки, кристаллизация.

В связи с ростом спроса на дизельное топливо особенно актуальной становится задача поиска наиболее эффективных и ресурсоемких депрессорных присадок. Низкотемпературные характеристики топлива определяются содержанием нормальных парафинов, а действие присадок заключается непосредственно в модификации кристаллов данных молекул. Дизельное топливо, вырабатываемое на российских нефтеперерабатывающих заводах, различается по своему составу, поэтому изучение влияния углеводородного состава топлива на эффективность действия присадок является одной из главных задач нефтехимической промышленности [1].

Целью данного исследования является установление зависимости между молекулярными характеристиками депрессорных присадок и механизмом их действия на модельные топлива известного углеводородного состава.

Самыми распространенными теориями действия депрессорных присадок являются адсорбционная и сокристаллизационная. Считается, что каждый механизм справедлив для определенной группы присадок.

Предполагается, что сополимеры этилена с винилацетатом действуют по адсорбционному механизму: полимерный скелет, представляющий из себя длинную алифатическую цепочку, адсорбируется на поверхности кристалла парафина, модифицируя его и предотвращая дальнейший рост. Винилацетатные группы в составе сополимера, в то же время, оказываются на поверхности и за счет сил межмолекулярного отталкивания препятствуют коагуляции кристаллов [2].

Сокристаллизационная теория действия депрессорных присадок предусматривает, что длинноцепочечные алкильные группы встраиваются в структуру кристалла, препятствуя его росту, а полярные группы за счет сил межмолекулярного отталкивания не дают кристаллам коагулировать [3].

В исследовании было использовано модельное топливо состава: додекан и гексадекан в массовом соотношении 1:1. Далее в топливо добавили присадки в количестве 2000 ppm: сополимер пентадецилметакрилата с бензилметакрилатом (СПМБМ); сополимер гексадецилметакрилата с бензилметакрилатом (СГМБМ); СЭВ; поли-альфаолефины (ПАО) и C_{12} - C_{14} C_{16} - C_{18} . Присадки были синтезированы в лабораторных условиях. Также были использованы смесевые присадки ДП-1, ДП-2. Охлаждение проводилось в двойной пробирке в криостате с температурой $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Снятие температурных кривых проводили до наступления второго плато. Результаты эксперимента приведены на Рис. 1.

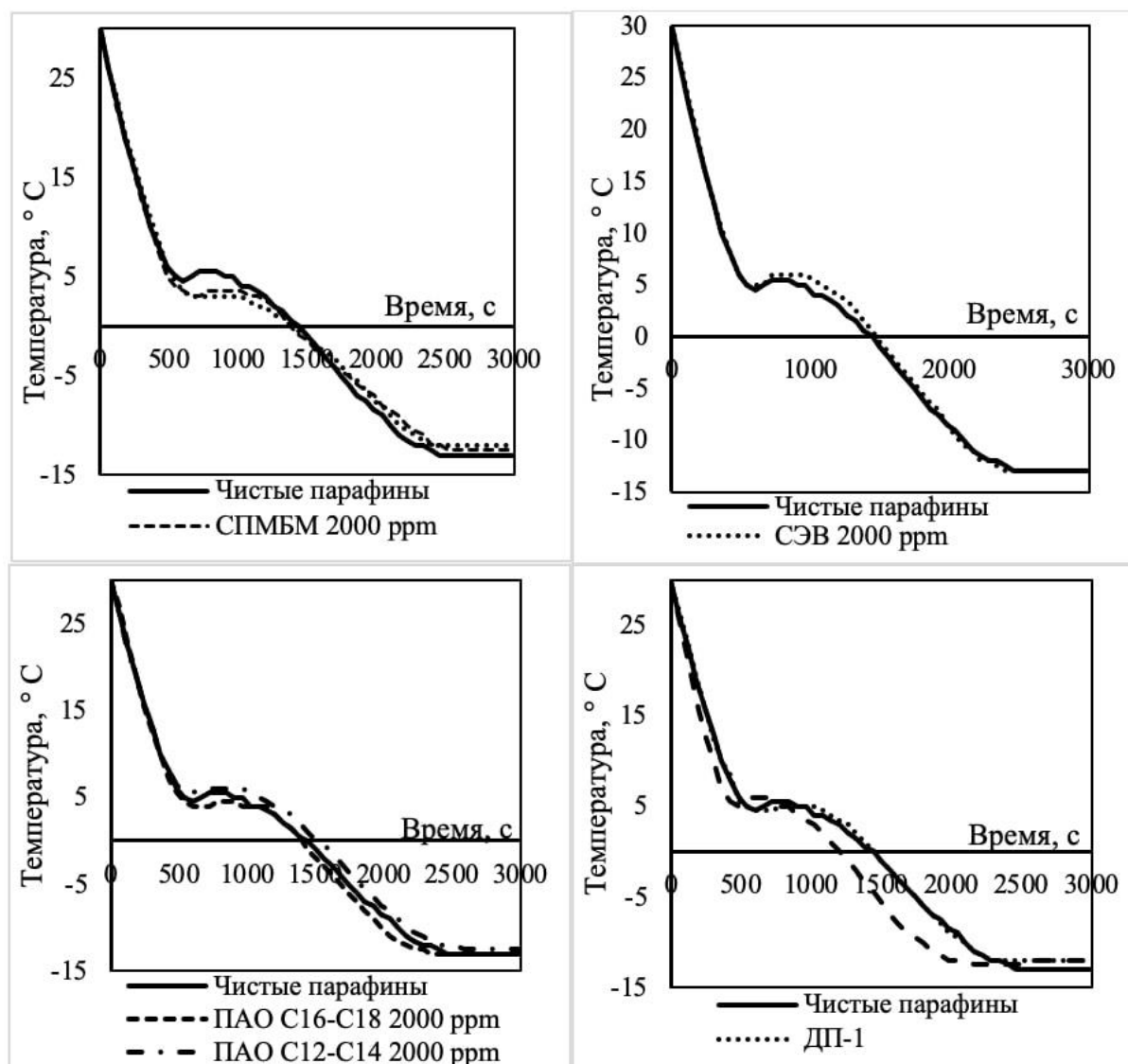


Рис. 1. Температурные кривые топлива с присадками

На каждой температурной кривой можно выделить 4 участка:

1. Охлаждение до температуры кристаллизации гексадекана;
2. Переохлаждение, скачок температуры и начало кристаллизации гексадекана с постоянной температурой;
3. Охлаждение смеси до начала кристаллизации додекана;
4. Кристаллизация додекана с постоянной температурой.

Температурные кривые охлаждения значительно отличаются в каждом случае добавления конкретной присадки и от кривой охлаждения топлива без присадки. Так, например, можно отметить значительное снижение температуры кристаллизации гексадекана при добавлении в топливо присадки СПМБМ и СГМБМ, а также более резкий скачок при добавлении присадки СЭВ (участок 2). Кроме того, зафиксировано, что поли-альфаолефины по-разному действуют на модельную смесь: ПАО C_{16} - C_{18} заметно снижает температуру на 2 участке, а ПАО C_{12} - C_{14} , наоборот, увеличивает. Смесевые же присадки при добавлении в модельную смесь могут также вести себя абсолютно различно: ДП-1 несущественно изменяет кривую, а ДП-2, являющаяся смесью поли-альфаолефинов, значительно ускоряет охлаждение модельного топлива. Следовательно, можно сделать вывод о том, что присадки действительно действуют по разным механизмам.

Таким образом, была подтверждена теория отличия в механизмах взаимодействия присадок разных классов с парафинами. Учитывая тот факт, что углеводородный состав дизельного топлива достаточно широк, применение композиций присадок различного состава позволит достичь наилучшей эффективности за счет разнородного воздействия на кристаллы парафинов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сорокина А. С. Новый подход к прогнозированию эксплуатационных свойств топливных композиций на примере дизельных топлив разного углеводородного состава : 1.4.12 : дис. ... канд. техн. н наук / А. С. Сорокина ; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. – Москва, 2021. – 139 с. – Текст : непосредственный.

2. Ивченко П. В. Полимерные депрессорные присадки: синтез, микроструктура, эффективность / П. В. Ивченко, И. Э. Нифантьев. – Текст : непосредственный // Высокомолекулярные соединения. – 2018. – Т. 60, №5. – С. 384-401.

3. Полиалкил(мет)акрилатные депрессорные присадки для парафинистых нефтей / О. А. Казанцев, Г. И. Волкова, И. В. Прозорова [и др.]. – Текст: непосредственный // Нефтехимия. – 2016. – Т.56, №1. – С.76-80.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЛИТИЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПРОТОНИРОВАННЫМ ПОЛИТИТАНАТОМ КАЛИЯ

Викулова М. А., канд. хим. наук, доцент, vikulovama@yandex.ru

Максимова Л. А., аспирант, liliamacsimova@mail.ru

Рудых В. Ю., аспирант, lermarik@mail.ru

г. Саратов, Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина

Аннотация. В работе синтезирован и исследован методами РФА, ИК, СЭМ, РФЛА и лазерной дифракции протонированный полититанат калия как альтернатива метатитановой кислоте для ионообменного извлечения лития из водных растворов. Установлено, что экспериментальные данные хорошо согласуются с кинетической моделью псевдo-второго порядка. Следовательно, механизм ионообменного взаимодействия протонированного полититаната калия с ионами Li^+ описывается химической реакцией. Рассчитанные кинетические параметры составляют $q_e = 0.52$ ммоль/г и $k_2 = 0.43$ г/(ммоль·мин).

Ключевые слова: полититанат калия, протонирование, литий

В настоящее время литий востребованный химический элемент и широко используется в аккумуляторах для портативных электронных устройств. Однако поступление лития в окружающую среду в результате антропогенной деятельности и естественных процессов выветривания обуславливает его высокое содержание в гидро- и биосфере. Способность лития к биоаккумуляции и трофическому переносу представляет потенциальную опасность для здоровья животных и человека [1, 2].

В процессах адсорбционного и ионообменного извлечения лития наибольшие перспективы имеют производные оксида титана в связи с их экологичностью и большей стабильностью в процессе десорбции лития. Наиболее изученным представителем этой группы соединений в области извлечения лития является метатитановая кислота (H_2TiO_3) [3].

В данной работе впервые в качестве сырья для получения эффективной протонированной формы ионообменника используется полититанат калия. Полититанат калия представляет собой группу слоистых соединений с общей формулой $\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{TiO}_2$ ($n = 4.3$). Протонирование полититаната калия проведено с использованием 0.1 М раствора HCl при pH = 2.0 в течение 2 часов. Для исследования состава и структуры материала использованы спектрометр БРА-135F (Буревестник, Россия), рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA (Thermo Scientific, Швейцария), ИК-спектрометр ФТ-801 (Симекс, Россия), сканирующий электронный микроскоп Explorer (ASPEX, США), лазерный анализатор размера частиц Analysette-22 NanoTech (Fritsch, Германия).

Протонированный образец характеризуется рентгеноаморфной структурой, наблюдаемые на дифрактограмме рефлексы низкой интенсивности относятся к фазам диоксида титана (Рис. 1А). Частицы протонированного полититаната калия имеют морфологию слоистых чешуек, образующих агломераты различной формы и размеров (Рис. 1Б). На ИК-спектре пропускания обнаруживаются полосы поглощения, ответственные за валентные колебания гидроксильных групп ($3750-3000\text{ см}^{-1}$) и связей титан-кислород (550 см^{-1}), а также деформационные колебания физически адсорбированной воды (1630 см^{-1}) и титанольных групп (1140 и 1050 см^{-1}) (Рис. 1В). Распределение частиц по размерам унимодальное с максимумом около 50 мкм (Рис. 1Г).

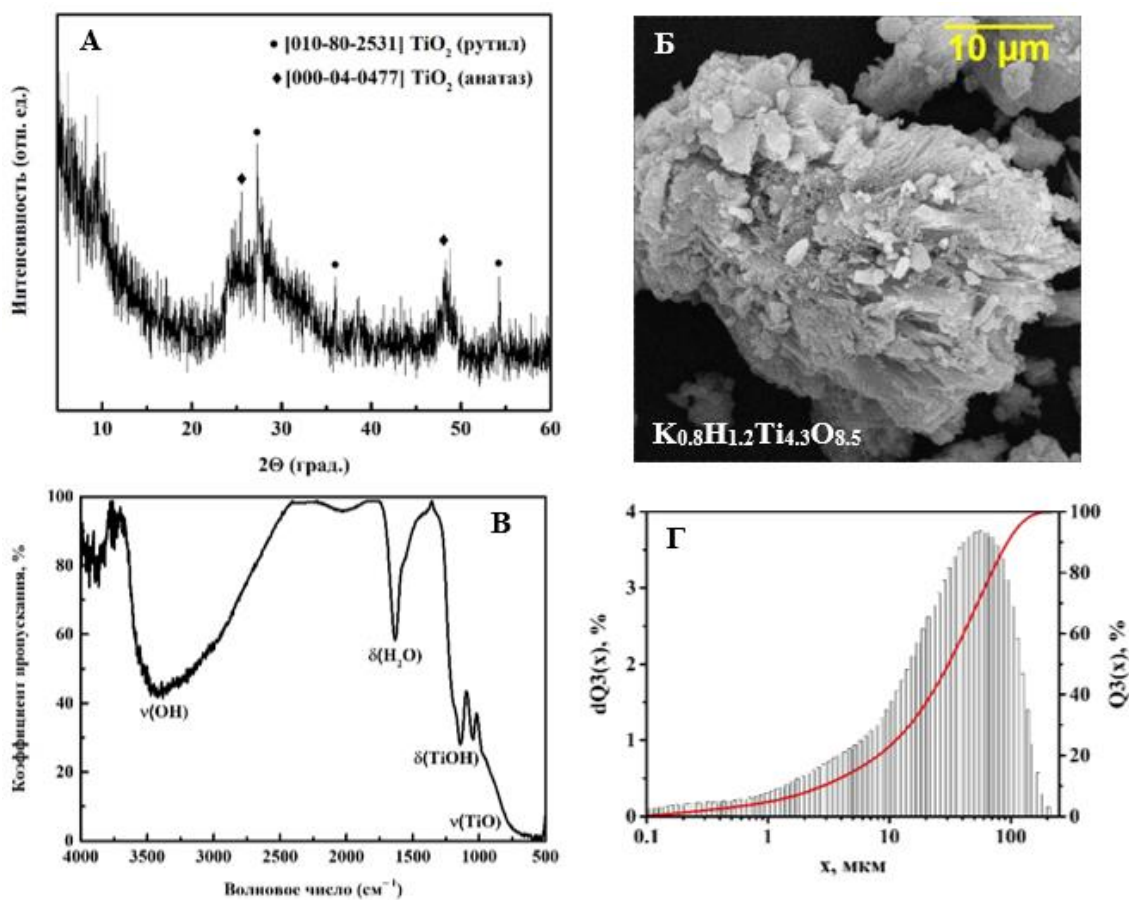


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма (А), электронная микрофотография с указанием формулы по данным рентгенофлуоресцентного анализа (Б), ИК-спектр пропускания (В) и распределение частиц по размерам (Г) протонированного полититаната калия

Ионообменное взаимодействие протонированного полититаната калия с ионами Li^+ исследовано с использованием кинетических моделей псевдо-первого и псевдо-второго порядка. Для этого суспензию протонированного полититаната калия (10 г/л) смешивали с раствором LiCl (99.2% , ТУ 6-09-3751-838) с $C(\text{Li}^+) = 0.01$ моль/л. Изменение концентрации ионов

Li⁺ регистрировали потенциометрическим методом на лабораторном иономере И-160МП с литийселективным электродом ЭЛИС-142Li каждые 5, 10, 20, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 и 240 минут.

Значения коэффициентов корреляции и кинетических констант из линейных участков графиков, построенных в координатах кинетических моделей ($\ln(q_e - q_t) - t$ – для модели псевдо-первого порядка и $t/q_t - t$ – для модели псевдо-второго порядка) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Кинетические параметры ионообменного взаимодействия $K_{0.8}H_{1.2}Ti_{4.3}O_{8.5}$ с Li⁺

Модель псевдо-первого порядка			Модель псевдо-второго порядка		
R ²	q _e , ммоль/г	k ₁ , мин ⁻¹	R ²	q _e , ммоль/г	k ₂ , г/(ммоль·мин)
0.89	0.13	0.013	0.99	0.52	0.43

Согласно R², экспериментальные данные лучше согласуются с моделью псевдо-второго порядка. Следовательно, ионообменная химическая реакция между ионами Li⁺ и протонированным полтитанатом калия с большой вероятностью является лимитирующей стадией исследуемого процесса.

Протонированный полтитанат калия, полученный в результате обработки в растворе HCl, является перспективным материалом для ионообменного извлечения лития из водных растворов с низкой концентрацией.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-2204.2022.1.3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aral H. Toxicity of lithium to humans and the environment – A literature review / H. Aral, A. Vecchio-Sadus. – Direct text // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2008. – № 70(3). – P. 349-356.
2. Bioaccumulation of lithium isotopes in mussel soft tissues and implications for coastal environments / F. Thibon, M. Metian, F. O. Oberhänsli [et al]. – Direct text // ACS Earth Space Chemistry. – 2021. – № 5(6). – P. 1407-1417.
3. On the structure and lithium adsorption mechanism of layered H₂TiO₃ / R. Marthi, H. Asgar, G. Gadikota, Y. R. Smith – Direct text // ACS Applied Materials & Interfaces. – 2021. – № 13(7). – P. 8361-8369.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИИ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Воеводина Е. О., бакалавр, helena_voevodina_2002@inbox.ru
Рудко В. А., канд. техн. наук, исп. директор Научного центра "Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов", rva1993@mail.ru
г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет

Аннотация: эффективным способом улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив является использование депрессорных присадок. Одним из перспективных направлений в изучении депрессорных присадок является создание композиционных присадок. По сравнению с отдельными веществами, они обладают большей эффективностью благодаря синергизму действия компонентов. В данной работе были использованы сополимеры этилена с винилацетатом и сополимеры алкилметакрилата с бензилметакрилатом в качестве депрессорных присадок, для оценки эффективности композиции присадок проводилось измерение предельной температуры фильтруемости топлива с присадками по ГОСТ 22254. Полученные данные позволили определить оптимальное соотношение между компонентами и общую концентрацию композиции депрессорных присадок необходимую для достижения максимальной эффективности.

Ключевые слова: депрессорные присадки, композиция депрессорных присадок, низкотемпературные свойства топлива.

В условиях холодного климата особенно важными для эффективной эксплуатации транспорта являются низкотемпературные свойства моторных топлив. С понижением температуры н-парафины в топливе начинают кристаллизоваться. С последующим охлаждением кристаллы парафинов растут, коагулируют и образуют трехмерную структуру, тем самым ухудшая текучесть топлива. Эффективным способом улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива является применение депрессорных присадок.

В качестве депрессорных присадок предложено большое количество различных веществ: сополимеры этилена с винилацетатом, полиалкилметакрилаты, полиалкилмалеаты и другие [2, 3]. Композиционные присадки представляют собой смесь депрессорных присадок различного состава. Они обладают большей эффективностью по сравнению с индивидуальными компонентами. Наиболее распространены композиции, содержащие в своем составе СЭВ, например, композиция, состоящая из двух сополимеров этилена с винилацетатом, различающиеся между собой молекулярной массой и содержанием винилацетатных групп. Один из сополимеров при охлаждении выделяется в топливе в виде маленьких частиц, которые действуют, как зародышеобразователи центров кристаллизации, за счет этого обеспечивается умеренная степень кристаллизации н-парафинов и облегчается действие второго сополимера, который задерживает рост кристаллов. [1]

Целью данной работы является создание композиции депрессорных присадок более эффективные по сравнению с индивидуальными веществами.

Депрессорные присадки являются продуктами сополимеризации этиленненасыщенных мономеров. неполярные их части обычно представляют собой длинные алкильные цепи, которые встраиваются в структуру парафинов, предотвращая их рост. Полярные же группы в составе присадки адсорбируются на поверхности кристаллов парафинов и за счет сил отталкивания предотвращают их коагуляцию.

В данной работе получена композиция депрессорных присадок, содержащая сополимер этилена с винилацетатом (СЭВ) и сополимер алкилметакрилата с бензилметакрилатом (САМБМ). Для оценки эффективности сополимеров и их композиций в качестве депрессорных присадок использовалось дизельное топливо, произведенное на одном из российских нефтеперерабатывающих заводов, с начальными показателями предельной температуры фильтруемости равной минус 11 °С и температуры застывания – минус 30 °С. САМБМ и СЭВ в массовых соотношениях от 8:1 до 1:15 соответственно вводилось в предварительно подогретое дизельное топливо, общая концентрация присадок составляла от 1000 до 8000 ppm. Топливо с добавленной композицией перемешивалось при умеренном нагревании в течение 30 минут. Далее проводилось измерение предельной температуры фильтруемости (ПТФ) приготовленного образца по ГОСТ 22254.

По результатам исследования комплексного влияния депрессорных присадок на снижение ПТФ дизельного топлива наилучшей эффективностью обладает композиция с соотношением сополимеров 8:1 (САМБМ / СЭВ), снижение ПТФ при добавлении в дизельное топливо композиции присадок составило 21 °С, в то время как добавленные в тех же концентрациях по отдельности САМБМ и СЭВ снижают ПТФ на 15 °С и 11 °С соответственно. Дальнейшее снижение общей концентрации данной композиции ухудшает эффективность ее действия на низкотемпературные свойства дизельного топлива, в то время как увеличение концентрации СЭВ и общего содержания сополимеров не увеличивает эффективность. Например, низкую эффективность показали композиции, в которых содержание СЭВ превышает САМБМ в 4 и более раза; повышение эффективности также не наблюдается при более высоких концентрациях, где содержание САМБМ превышает СЭВ в 1,5 и более раза. При равном содержании сополимеров в композиции низкая эффективность наблюдается при малых концентрациях присадки, при увеличении концентрации эффективность заметно улучшается.

Полученная композиция присадок САМБМ и СЭВ, значительно снижает предельную температуру фильтруемости дизельного топлива. Высокая эффективность достигается при добавлении в дизельное топливо сополимеров алкилметакрилата с бензилметакрилатом и этилена с винилацетатом в соотношении 8:1. Можно предположить, что повышение эффективности депрессорных присадок при смешении веществ различного со-

става возникает за счет различных механизмов взаимодействия присадок с топливом. Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиск новых составов композиций депрессорных присадок и разработку эффективных способов их получения в промышленных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тертерян Р. А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам / Р. А. Тертерян. – Москва : Химия, 1990. – 236 с. – Текст: непосредственный.

2. Influence of poly (methacrylate-co-maleic anhydride) pour point depressant with various pendants on low-temperature flowability of diesel fuel / X. Guangwen, X. Yuan, Z. Zhicheng [et al.]. - Direct text // Fuel. – 2018. – Vol. 216. – P. 898-907.

3. Раскулова Т. В. Новые депрессорные присадки к топливам на основе высокомолекулярных соединений / Т. В. Раскулова, Е. Г. Тютрин, А. А. Демина. – Текст: непосредственный // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2011. - № 1. – С. 22-24.

УДК 665.622.43.066.6

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ

Емельянов В. В., обучающийся, slava4e@mail.ru

г. Красноярск, Сибирский государственный университет науки и технологии им. М.Ф. Решетнёва

Аннотация. Целью работы является проведение сравнительного анализа различных методов получения деэмульгаторов для обезвоживания и обессоливания нефти, а также оценка эффективности непосредственно самих деэмульгаторов. В исследовании приведены отечественные патенты на способы получения деэмульгаторов, описаны технологии и рассмотрены их достоинства и недостатки. На основании приведённых данных был выявлен оптимальный способ получения деэмульгаторов, а также выявлены возможные направления для осуществления дальнейших разработок в данной области.

Ключевые слова: водонефтяные эмульсии, деэмульгатор, обезвоживание, обессоливание, состав.

Нефть в процессах её добычи и переработки всегда диспергирует с водой, в которой находится большое содержание солей, образуя при этом эмульсию. Для разделения нефти от соляной воды в настоящее время часто используют поверхностно-активные деэмульгаторы.

В представленной работе рассматриваются относительно новые отечественные патенты на способ получения деэмульгатора.

В патенте [1] способ получения заключался во взаимодействии этилендиамина или его производных с глицидолом. Авторы предлагают получать гиперразветвлённые полимеры в несколько этапов.

На первом этапе получают дендримеры первого поколения путём нагревания смеси веществ по разной рецептуре в автоклавах при 120-150 °С в течение 6-7 часов, а затем смесь откачивают в вакууме и выдерживают в течение 4 часов.

На втором этапе проводят суспензионную полимеризацию с целью наращивания глицидольных цепей и улучшения гидрофильных свойств полимера. В качестве катализатора процесса полимеризации применяют алкоксиды щелочных и щелочноземельных металлов в неполярном растворителе – изооктане, получаемые на ультразвуковой бане.

Третьим этапом является наращивание фрагмента, который будет взаимодействовать с углеводородными фрагментами водонефтяной эмульсии. Олигомеризацию также проводят в автоклаве. Полученный на первом этапе дендример помещают в растворитель (изооктан), раствор продувают аргоном и вносят катализатор. Автоклав нагревают до 35 °С и начинают добавлять глицидол. По окончании процесса осадок фильтруют, промывают изооктаном и сушат на воздухе. Выход полученного деэмульгатора варьируется в пределах 95 – 97 %.

Недостатками данного способа получения являются многостадийность процесса и применение относительно большого количества оборудования.

В качестве преимуществ авторы выделяют работоспособность деэмульгаторов при широком диапазоне концентраций, их экономичность и экологичность.

В патенте [2] заявленный деэмульгатор состоит из двух смесей. Первая смесь включает в себя этоксилированную фенольную смолу в ароматическом растворителе и метанол, дополнительно смесь содержит модифицированный полимерный алкоксилат; вторая смесь состоит из блоксополимера окисей этилена и пропилена. Технология получения данного деэмульгатора представляет собой механическое смешивание компонентов по заданным пропорциям сначала первой смеси, затем второй. После приготовления двух смесей, их перемешивают друг с другом при соблюдении определённого соотношения.

Достоинствами данного метода являются простота получения, высокая эффективность, а также деэмульгатор обладает свойствами ингибитора солеотложения и коррозии.

Недостатки метода – невысокий показатель уровня экономичности, содержание органических растворителей, оказывающих негативное экологическое воздействие.

Рассмотрим патент [3]. Для получения данных деэмульгаторов авторы предлагают осуществлять процесс в два этапа. Первый заключается

в следующем: в четырёхгорловую колбу объёмом 250 мл загружают триметилпропан или глицерин согласно рецептуре, колбу продувают азотом, а затем нагревают до 60 °С при перемешивании. К нагретому веществу приливают 1 мл диэтиловый эфират трифторида бора, и 231,3 г эпихлоргидрина добавляют по каплям в течение одного часа, при этом поддерживая температуру 85-95 °С. После полученную смесь перемешивают в течение одного часа при той же температуре. По окончании перемешивания смесь нагревают до 110 °С и снова продувают азотом в течение одного часа. На выходе первого этапа получают глицерин/эпихлоргидрированный сополимер, либо триметилпропан/эпихлоргидрированный сополимер.

Второй этап включает в себя применение автоклава объёмом 500 мл. В него загружают полученную на первом этапе смесь и приливают определённое количество согласно рецептуре 45% водного раствора триметиламина. Смесь нагревают до температуры 100 °С в течение 24 часов, после чего вновь продувают азотом. Охлаждают до комнатной температуры, на выходе получают четвертичную соль триметиламина с глицерин/эпихлоргидрированным сополимером, либо четвертичную соль триметиламина с триметилпропан/эпихлоргидрированным сополимером.

Недостатком вышеуказанного технического решения являются низкая эффективность. Данный метод не обладает универсальностью применения для водонефтяных эмульсий.

Достоинством является то, что, как утверждают авторы, в другом варианте осуществления композиции деэмульгатора, содержащего полиэпигалогидрины, может найти применение для стабилизации глины в случае гидроразрыва подземного резервуара.

Таким образом, среди вышеперечисленных методов получения деэмульгаторов самым оптимальным является метод, описанный в патенте [2]. Однако следует отметить, что большинство разработанных за последние годы композиционных составов деэмульгаторов обладают многофункциональностью и большим количеством поверхностно-активных свойств. Данное исследование позволяет выявить основные направления в разработке современных деэмульгаторов для обезвоживания и обессоливания водонефтяных эмульсий:

- 1) универсальность и многофункциональность полученных деэмульгаторов;
- 2) экономичность в производстве и использовании;
- 3) экологический фактор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2758254 Российская Федерация, МПК C08G65/22 C08G65/26 C10G33/04. Деэмульгаторы на основе гиперразветвленных полимеров

для разрушения водно-нефтяных эмульсий, их получение и применение : № 2019101605 : заявл. 22.01.2019 : опубл. 27.10.2021 / Галактионов С. А., Чугунова А. А. ; патентообладатели Галактионов С. А., Чугунова А. А. – Текст : непосредственный.

2. Пат. 2681532 Российская Федерация, МПК С10G33/04. Деэмульгатор : № 2017141714 : заявл. 29.11.2017 : опубл. 07.03.2019 / патентообладатель общество с ограниченной ответственностью «Протон-ойл-технолоджи». – Текст : непосредственный.

3. Пат. 2586066 Российская Федерация, МПК В01D17/05 С10G33/04 С08L71/03. Полиэпигалогидриновые обратные деэмульгаторы : № 2013127147 : заявл. 13.12.2011 : опубл. 10.06.2016 / Текавец Т. Н., Фауст ДжиЭр М. Д. ; патентообладатель общество с ограниченной ответственностью «Налко Компани». – Текст : непосредственный.

4. Виноградов В. М. Образование, свойства и методы разрушения нефтяных эмульсий / В. М. Виноградов, В. А. Винокуров. – Москва : ГАНГ им. И. М. Губкина, 1996. – 32 с. – Текст : непосредственный.

УДК 544.77.051.12

ОСОБЕННОСТИ И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ЭМУЛЬСИЙ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ

Есина А. Ю., аспирант, esina-anastasia24@yandex.ru

Вициенко М. И., бакалавр, margaritavicienko@gmail.com

Голец А. А., бакалавр, sazodu9911@gmail.com

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. В данной статье приведены краткие сведения о различиях растворов и дисперсионных систем (эмульсий и суспензий). Поскольку эмульсии являются наиболее популярным для исследования системами, представлены их основные аспекты состава, строения и получения. Рассмотрены ключевые методы синтеза дисперсионных систем типа эмульсии. К ним относятся: конденсационные методы, диспергационные методы, самопроизвольное эмульгирование. Указана общность всех методов получения эмульсий.

Ключевые слова: эмульсия, конденсационные методы, диспергирование, самопроизвольное эмульгирование.

В настоящее время в строительной индустрии все больший интерес представляет продукция лакокрасочной промышленности на основе дисперсных систем. Одной из такой системы является эмульсия. Повышенная заинтересованность к эмульсионным продуктам вызван особенностями их получения. Области применения эмульсий обширны: медицина (лекар-

ственные препараты), косметология (крема); производство продуктов питания (сливочные крема, маргарин); строительная промышленность (водоэмульсионная краска, битумные и полимерные эмульсии); автомобильная промышленность (смазочно-охлаждающие жидкости); сельское хозяйство (пестициды, жидкие минеральные удобрения) [1, 2].

Эмульсия – это дисперсная система, имеющая в своем составе две или более несмешивающихся между собой жидкостей. Она может быть образована в том случае, если вещество, из которого состоит дисперсная фаза, частично либо полностью не растворяется в дисперсионной среде, то есть фазы имели различную полярность [4, 5].

В классическом варианте водных эмульсий одна фаза является водой и носит название – дисперсионная среда, вторую фазу, в таком случае, принято обобщенно называть маслом (малополярная или неполярная жидкость) – дисперсная фаза. На основе данных обозначений выделяют два основных типа эмульсий:

– Эмульсия I рода «М/В» (прямая эмульсия). Основная отличительная особенность состоит в смешении в полярной среде неполярной жидкости. Для получения прямой эмульсии принято применять водорастворимые эмульгаторы.

– Эмульсия II рода «В/М» (обратная эмульсия). Основное отличие: дисперсионная среда является неполярной жидкостью, тогда как дисперсная фаза – полярной. Эмульгаторы лучше растворимы в масле.

Тип эмульсии может меняться при изменении температуры и скорости эмульгирования или смене вида эмульгатора, а также изменение концентрации эмульгатора и компонентов эмульсии. Такой процесс носит название – обращение фаз.

Эмульсии, как правило, агрегативно неустойчивые системы. Разница в плотностях фаз, а также высокая концентрация дисперсной фазы приводят к тому, что капли при столкновении начинают взаимодействовать (укрупняться, расслаиваться, оседать). Во избежание коалесценции, флокуляции и седиментации в состав эмульсий входят эмульгаторы. Данные вещества способствуют образованию однородной и устойчивой консистенции, так как представляет собой поверхностно-активное вещество (ПАВ). Сложные молекулы ПАВ состоят из полярной (гидрофильной) и неполярной (гидрофобной) частей. При введении в эмульсию они занимают позицию на границе фаз, тем самым стабилизируя систему. Эмульгатор является внешней защитой капель дисперсной системы, а точнее припятствует сливанию капель и усилению седиментационной устойчивости.

Получение эмульсии возможно следующими способами: конденсационное, диспергационное и самопроизвольное эмульгирование. Общими чертами для любого способа синтеза является очередность смешивания фаз. К жидкости дисперсионной среды всегда добавляется жидкость дисперсной фазы [4].

Конденсационные методы основаны на образовании капелек эмульсий из отдельных молекул. Включает в себя методы – физический и химический. Физический метод получения эмульсии заключается в конденсации жидкой фазы из паров, получившийся пар является пересыщенным и в последствии конденсируется. Химический метод основан на протекании химических реакций с образованием малорастворимых или нерастворимых веществ [4, 6].

Эмульсии также получают *методами диспергирования* одной жидкости в другой. Диспергирования можно достичь прерывистым взбалтыванием, перемешиванием при помощи высокоскоростных смесителей (лопостные и пропеллерные мешалки), ультразвуковым воздействием, а также электрическим методом [4–7].

Самопроизвольное эмульгирование осуществляется без затрат внешней энергии. Образование эмульсии обуславливается таким фактором, как температура образования (значение близко к критической температуре взаиморастворения жидкостей). При данной температуре поверхностное натяжение принимает минимальное значение. Такая эмульсия является термодинамически стабильной (свободная энергия компенсируется энтропийным фактором, стремящимся к равномерному распределению капель по среде). Важно отметить, что каждая фаза такой эмульсии является насыщенным раствором одной жидкости в другой [6].

Таким образом, для синтезирования эмульсии с высокой стабильностью и агрегативной устойчивостью важно подобрать эмульгатор определенного вида и свойств. Стоит отметить также, разнообразность методов получения эмульсий, наиболее доступным методом получения эмульсий является метод диспергирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ищенко А. В. Разработка и коллоидно-химические свойства гидрофобизирующих эмульсий полисилоксана / А. В. Ищенко, П. С. Баскаков, В. В. Строкова. – Белгород : БГТУ, 2018. - 140 с. – Текст : непосредственный.
2. Опыт применения различных эмульсий для модификации цементных и цементно-известковых систем / М. В. Никулина, А. И. Голикова, С. В. Неровная, А. В. Абзалилова. – Текст : непосредственный // XII Международный молодежный форум. – Белгород, 2020. – С. 468-472.
3. Пылеподавляющие составы на водной основе: анализ состояния и перспективы развития / В. В. Строкова, Э. М. Ишмухаметов, А. Ю. Есина [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник технологического университета. - 2021. - Т. 24, № 12. - С. 5-38.
4. Волков В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник / В. А. Волков. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 659 с. – Текст : непосредственный.

5. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – Москва : Химия, 1988. – 464 с. – Текст : непосредственный.

6. Кумыров Р. М. Краткий курс химической и коллоидной химии: учеб. пособие для студентов вузов / Р. М. Кумыков, А. А. Беев, А. Д. Беева. – Нальчик : Типография КБГАУ им. В.М. Кокова, 2013. – 240 с. – Текст : непосредственный.

7. Кольцов Л. В. Эмульсии: получение, свойства, разрушение : метод. указ. к лаб. работам / Л. В. Кольцов, М. А. Лосева. – Самара : СамГТУ, 2017. – 20 с. – Текст : непосредственный.

УДК 665.71.03

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ДОБАВЛЕНИЯ УТЯЖЕЛЯЮЩЕГО КОМПОНЕНТА В СОСТАВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ДЕПРЕССОРНОЙ ПРИСАДКИ

Ефанова А. О., магистрант, aoe4@tpu.ru

Киргина М. В., канд. техн. наук, доцент, mkirgina@tpu.ru

г. Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Аннотация. Ввиду повышения популярности освоения северных территорий России возрастают объемы потребления дизельного топлива, которое используется при эксплуатации оборудования и для работы установок. Решить проблему можно путем улучшения эффективности действия депрессорных присадок, зачастую добавляемых в состав топлива, для придания необходимых низкозастывающих свойств. Проведен анализ изменения низкотемпературных свойств, а именно предельной температуры фильтруемости образцов дизельного топлива с депрессорной присадкой при добавлении различных концентраций вакуумного газойля, полученного из газового конденсата. Установлена концентрация утяжеляющего компонента, при котором действие депрессорной присадки наиболее эффективно.

Ключевые слова: низкотемпературные свойства, депрессорная присадка, дизельное топливо, утяжеляющий компонент

Постепенное освоение северо-восточных территорий России с целью поиска и последующей эксплуатации новых нефтяных месторождений приводит к увеличению потребления дизельного топлива. Кроме этого, данное топливо, необходимое для работы оборудования, должно соответствовать требованиям стандарта [1]. Проблема, связанная с повышением

объемов использования дизельного топлива, делает необходимым поиск наиболее экономически выгодного способа улучшения его низкотемпературных свойств. В работе [2] описывается эффект улучшения действия депрессорной присадки в составе дизельного топлива при добавлении в него утяжеляющих компонентов.

Целью настоящей работы является анализ эффективности действия депрессорной присадки в дизельном топливе при добавлении утяжеляющего компонента в малых концентрациях.

Для проведения исследования были приготовлены смеси дизельного топлива, депрессорной присадки и утяжеляющего компонента, полученного из газового конденсата, в концентрациях 0, 1, 3, 5 и 10 % об. Концентрация депрессорной присадки в смесях составила 0,6 мл на 100 мл топлива, согласно рекомендациям производителя.

В качестве исследуемой низкотемпературной характеристики была выбрана предельная температура фильтруемости (ПТФ), поскольку именно этот параметр строго регламентируется стандартом [1]. Определение ПТФ проводилось согласно методике, представленной в [3].

Результаты определения ПТФ исследуемых смесей представлены на Рисунке 1.

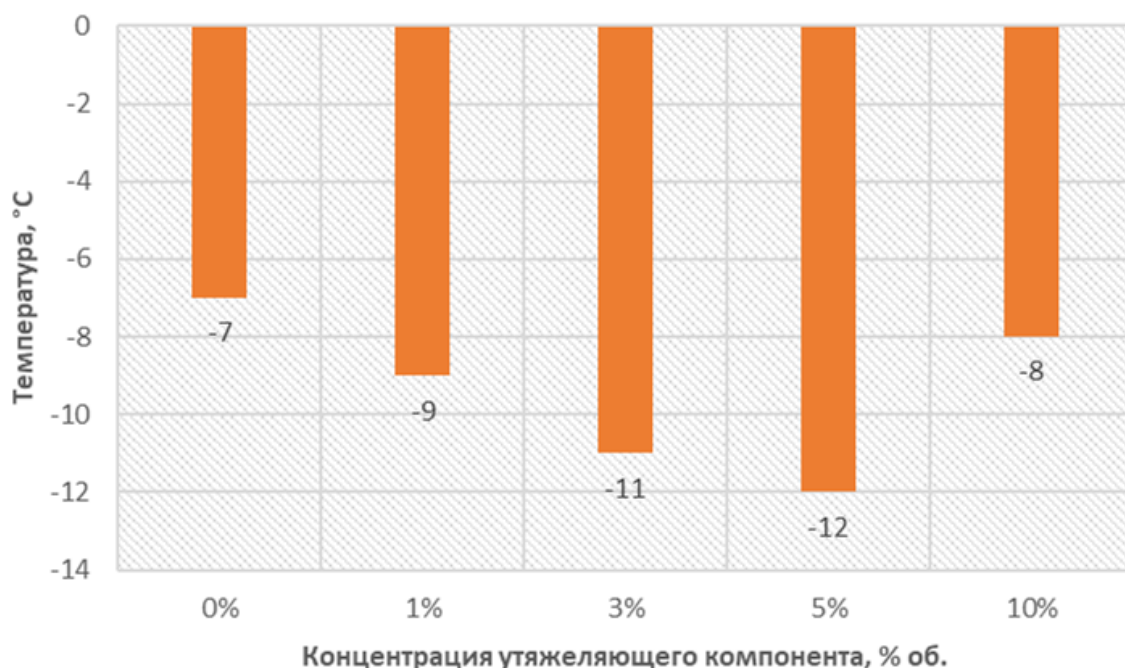


Рис. 1. Показатели предельной температуры фильтруемости исследуемых образцов дизельного топлива

Исходя из данных, представленных на Рисунке 1, можно сделать вывод, что постепенное увеличение концентрации вакуумного газойля, полу-

ченного из газового конденсата, положительно влияет на эффективность действия депрессорной присадки в составе дизельного топлива. Так, при добавлении утяжеляющего компонента в концентрациях до 5 % об. включительно, значения исследуемого низкотемпературного показателя изменяются от -7 до -12 °С относительно исследуемого образца дизельного топлива без добавления вакуумного газойля, полученного из газового конденсата. Дальнейшее увеличение концентрации утяжеляющего компонента ведет к резкому увеличению показателя ПТФ. Данный эффект можно объяснить тем, что при внесении в дизельное топливо излишнего количества кристаллов n-парафинов, фильтрующий элемент блокируется ими и выходит из строя. Кроме этого, на данном этапе важным является не только количество, но и размер кристаллов n-парафинов. Они не должны быть слишком крупными, поскольку в противном случае они также не смогут пройти через фильтрующую перегородку.

Таким образом, для максимальной эффективности действия депрессорной присадки в составе дизельного топлива необходимо добавлять утяжеляющий компонент в концентрации не превышающей 5 % об.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1871-ст: введен впервые: дата введения 2015-01-01 / разработан ОАО «ВНИИ НП», Техническим комитетом по стандартизации ТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы». – Москва : Стандартинформ, 2014. – 12 с. – Текст : непосредственный.

2. Расширение сырьевой базы производства дизельных топлив вовлечением тяжелой дизельной фракции и использованием низкотемпературных присадок / И. А. Богданов, Я. П. Морозова, Н. П. Никонова [и др.]. – Текст : непосредственный // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2020. – №. 3. – С. 10-16.

3. ГОСТ EN 116-2013. Топлива дизельные и печные бытовые. Метод определения предельной температуры фильтруемости : межгосударственный стандарт: издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. N 1826-ст: введен впервые : дата введения 2015-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 28 с. – Текст : непосредственный.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ВОДОРОДА

Ибрагимова А. Т., магистрант, klmn-nst@yandex.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В связи с переходом на низкоуглеродную энергетику в мире всё больше спрос приходится на водород. С каждым годом требования к чистоте водорода растут, потому очистка продукта от побочных примесей при производстве до максимального показателя становится всё более актуальной. В работе рассматриваются различные технологии очистки водорода. В результате установлено, что адсорбция является наиболее рациональным методом очистки и соединяет в себе высокую чистоту продукта, умеренную себестоимость и удобство интеграции в состав водородной установки.

Ключевые слова: водород, очистка, короткоцикловая адсорбция.

Процессы парового риформинга характеризуются недостаточно высокой концентрацией водорода 75–80% масс. Для гидрокрекинга и глубокой гидроочистки требуется высококонцентрированный водородсодержащий газ (99–99,9% масс. H_2), поэтому возникает необходимость дооборудования установок блоками концентрирования H_2 .

Рассмотрим основные технологии очистки H_2 .

1. Мокрая очистка.

Сырой H_2 отмывается раствором слабого основания (например, карбоната калия или этаноламин). Подобная система удаляет только кислые газы и тяжелые углеводороды и не способна удалять метан и другие легкие газы. Степень очистки водорода достигает 95-97% [1].

2. Адсорбционная очистка водорода (PSA).

Процесс осуществляется улавливанием примесей в слое твердого адсорбента. Водород, проходящий через адсорбент, поглощается лишь в очень незначительной мере. Особенности короткоциклового адсорбции являются высокая степень извлечения примесей, низкие эксплуатационные расходы и простота работы. Чистота продукта достигает 99,9 % об [1].

3. Установки мембранного разделения.

Принцип действия основан на различной скорости диффузии газов через полупроницаемые мембраны (на основе палладия, например - твердый раствор Pd-Cu [2]). Газы, которые диффундируют быстрее (в том числе водород), образуют проходящий поток, выходящий под низким давлением. Медленно диффундирующие газы не проходят через мембрану и выходят из установки. Главная опасность исходит от компонентов сырьевого газа (таких как ароматическая углеводороды), разъедающих мембраны, и от жидкостей, способных закупорить их. Подобные системы очистки больше подходят малотоннажным установкам.

4. Криогенное разделение.

Принцип действия установок основан на охлаждении газа и полной или частичной его конденсации. Для удаления замерзающих компонентов, таких как вода или CO_2 , требуется предварительная обработка сырья, что увеличивает капиталозатраты. Выход водорода составляет около 95%, достижимая чистота превышает 98% [1].

5. Металлогидридная технология очистки и хранения водорода.

Поглощение водорода из газовой смеси осуществляется путем обратимой избирательной абсорбции водорода интерметаллическим соединением (ИМС) с образованием металлогидрида [3]. При этом основная масса водорода в системе находится в связанном твердофазном состоянии, что обеспечивает повышенную безопасность при эксплуатации. Объемная доля примесей в продукте составляет 0,0001-0,01 % об [4].

Рассмотрев перечисленные технологии, можно сделать вывод, что процесс PSA – лучший выбор для парового риформинга, поскольку соединяет в себе высокую чистоту продукта, умеренную себестоимость и удобство интеграции в состав водородной установки, процесс не требует предварительной очистки сырья, применяются средние давления 1-4 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мейерс Р. А. Основные процессы нефтепереработки : справочник / Р.А. Майерс. – Санкт-Петербург : ЦОП «Профессия», 2011. - 944 с. – Текст : непосредственный.

2. Мембраны для глубокой очистки водорода: от фундаментального исследования к практической реализации / В. М. Иевлев, А. И. Донцов, А. С. Прижимов [и др.]. – Текст : непосредственный // СМППТ-2019 : материалы междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 127.

3. Пат. 164881 U1 Российская Федерация, МПК F17C 11/00 B01D 53/14. Металлогидридный реактор хранения и очистки водорода : № 2015156633/06 : заявл. 29.12.2015 : опубл. 20.09.2016 / Борзенко В. И.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН). - Текст : непосредственный.

4. Блинов Д. В. Перспективные металлогидридные технологии хранения и очистки водорода / Д. В. Блинов, В. И. Борзенко, А. В. Бездудный, Н. В. Кулешов. – Текст : электронный // Известия высших учебных. – 2021. – № 2. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45760912&ysclid=labbl8mf1423014404> (дата обращения: 10.11.2022).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА

Ибрагимова А. Т., магистрант, klmn-nst@yandex.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В работе демонстрируется подробное описание и анализ моделирования установки производства водорода (УПВ) с абсорбционной очисткой продукта в качестве финального этапа. В результате установлено, что очистка в абсорбере позволяет достичь 98% чистоты продукта.

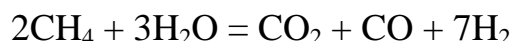
Ключевые слова: водород, моделирование, паровая конверсия метана.

Для более полного и подробного анализа процесса производства водорода и последующего его совершенствования была спроектирована УПВ с двухступенчатой конверсией метана (рисунок 1) в программе Aspen Hysys. При выборе пакета свойств было задано уравнение Пенга-Робинсона, так как данный базис является универсальным и отличается простотой работы при простом углеводородном составе и большом содержании H_2 [1].

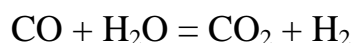
Природный газ при температуре $38^\circ C$, давлении 3,9 МПа с расходом 330 кмоль/ч поступает в Т-2, где подогревается до $370^\circ C$. Состав природного газа следующий (в мольн.долях): CH_4 - 0,94, CO_2 - 0,01, N_2 - 0,05.

Поток воды при $150^\circ C$, 3,9 МПа и расходе 1050 кмоль/ч поступает в Т-1, где подогревается до $370^\circ C$.

Нагретые потоки смешиваются в смесителе СМ и далее нагреваются в Т-3 и Т-4 до $870^\circ C$. Затем сырьевой поток подается в реактор конверсии Р-1 (Conversion reactor) при конверсии метана 100%, где протекает реакция:



Реактора Р-2 и Р-3 были выбраны как равновесные (Equilibrium reactor), в которых осуществлялось конверсия СО по следующей реакции:



Конверсия по СО в реакторах Р-2 и Р-3 получилась равна соответственно 62,36% и 85,71%.

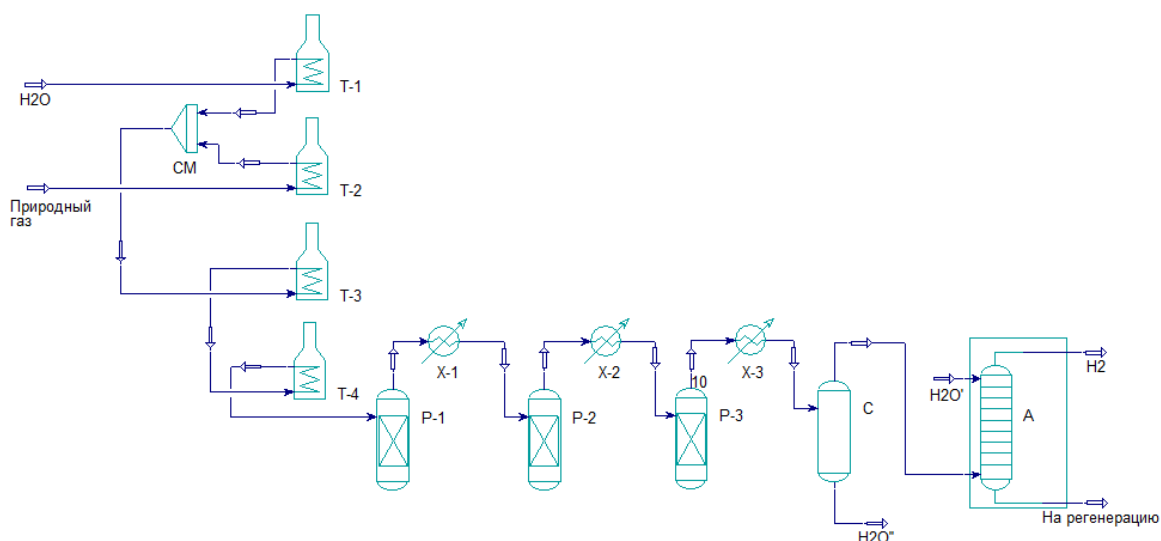


Рис. 1. Технологическая схема УПВ: Т-1-4 – печь; СМ- смеситель; Р-1-3 – реактор; С – сепаратор; А - абсорбер

На выходе после абсорбционной очистки водой в абсорбере А был получен продуктовый поток, состав которого представлен в таблице 1. Чистота водорода достигла $\square 98\%$. В качестве абсорбентов можно также использовать такие амины, как МЭА и ДЭА.

Таблица 1

Состав продукта

Компонент	Мольная доля
CH ₄	0
CO ₂	0
CO	0,0066
H ₂	0,9808
H ₂ O	0,0015
N ₂	0,0110

Можно отметить, что такой уровень чистоты H₂ является приемлемым показателем, однако среди доминирующих технологий улавливания CO₂ многообещающим является адсорбция (pressure swing adsorption - PSA) - альтернатива абсорбции на основе аминов. При помощи данной технологии достигается наибольшая чистота водорода – 99,0-99,9% [2, 3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теоретическая основа и практический анализ технологий для водородной стратегии Российской Федерации / Н. П. Кодряну,

А. А. Ишмурзин, Д. И. Дауди [и др.]. – Текст : электронный // Газовая промышленность. – 2022. – № 1. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48117775&ysclid=laku18d7yu542260322> (дата обращения: 16.11.2022).

2. Мейерс Р. А. Основные процессы нефтепереработки : справочник / Р. А. Майерс. – Санкт-Петербург : ЦОП «Профессия», 2011. – 944 с. – Текст : непосредственный.

3. Song C. Conceptual design of a novel pressure swing CO₂ adsorption process based on self-heat recuperation technology / C. Song, Y. Kan-sha, M. Ishizuka [et al.]. – Direct text // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. – 2015. – Vol. 94. – P. 20-28.

УДК 66.063.72

БЕСФТАЛАТНЫЙ ПЛАСТИФИКАТОР ДОТФ

Кузнецова А. А., бакалавр, k.nastya.17@mail.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Диоктилфталат (ДОФ) является наиболее распространенным пластификатором, но из-за его высокой токсичности ведутся поиски менее вредных пластификаторов с аналогичными свойствами. К ним относится диоктилтерефталат (ДОТФ), который с 2019 года стали производить и в России на Пермском «СИБУР-Химпром». Учитывая дороговизну и дефицит сырья для получения пластификаторов из чистых соединений, актуальна разработка технологии получения пластификаторов ДОТФ на основе нефтехимических отходов.

Цель исследования заключается в сравнении пластификаторов ДОФ и ДОТФ. Рассмотрение способов получения ДОТФ.

Ключевые слова: пластификатор, диоктилфталат, диоктилтерефталат

Диоктилтерефталат — безфталатный пластификатор общего назначения с молекулярной формулой C₂₄H₃₈O₄, который на самом деле является более экологически чистым и более безопасным. Альтернативы диоктилфталата чрезвычайно близки по характеристикам, составу и процессу производства. Область применения также полностью соответствует области применения ДОФ и ему подобных, но помимо линолеума, кожзаменителей, различных резинотехнических изделий, упаковочной пленки, изделий из ПВХ, может также использоваться в производстве игрушек, пищевой упаковки, и одежды. По внешнему виду это бесцветная вязкая жидкость с очень слабым характерным запахом [1].

Диоктилфталат (ДОФ) — сложный диоктилэфир бензолдикарбоновой (фталевой) кислоты — пластификатор, служащий в качестве стандарта, с которым сравниваются все остальные пластификаторы.

ДОФ представляет собой прозрачную желтоватую вязкую жидкость со слабым, довольно приятным запахом. В качестве пластификатора обладает хорошей гелеобразующей способностью, низкой летучестью, хорошей термостойкостью, морозостойкостью, светостойкостью, дает хороший пластифицирующий эффект.

ДОФ имеет 2 класс опасности (ПДК 1,0 мг/м³) и его токсичность обусловлена высокой способностью присутствующих в нем фталатных соединений мигрировать из готовой продукции (поскольку молекулы фталата химически не связаны с полимерной цепью). Это приводит к неблагоприятному воздействию на здоровье людей и животных. В свою очередь ДОТФ имеет 4 класс опасности (ПДК 10 мг/м³) [2].

Таблица 1

Сравнительная характеристика пластификаторов

Наименование показателя	ДОФ [3]	ДОТФ (Пат. 98748 ПНР)
Плотность при 20°C, г/см ³	0,982-0,986	1,008
Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,1	0,4
Температура вспышки, °С, не менее	205	213
Массовая доля летучих веществ, %, не более	0,1	0,1
Число омыления, мг КОН/г	284-290	-

Поэтому на основании сравнительного анализа основных показателей качества ДОТФ и ДОФ можно сделать вывод, что ДОТФ является прекрасной безфталатной альтернативой ДОФ, безопасной с экологической точки зрения. Это обеспечивает широкий спектр применения в качестве добавки в производстве ПВХ с экологическими свойствами.

Для получения пластификаторов общим методом является реакция этерификации кислот или ангидридов жирными спиртами.

По сути, весь процесс получения диоктилтерефталата сводится к этерификации терефталевой кислоты (ТФК) и 2-этилгексанола (2-ЭГ).

Диоктилтерефталат получают в результате протекания реакции этерификации обводненной терефталевой кислоты 2-этилгексанолом (спиртовая фракция, полученная в результате разделения кубовых остатков ректификации) в присутствии катализатора алкоксида титана. Далее отгоняют растворитель. Получившаяся суспензия кипятится при температуре 180-200°C и одновременно отгоняется азеотропная смесь

2-этилгексанола и воды до полного прекращения выделения воды и затем проводится отгонка растворителя при температуре 100-195°C и вакууме 16-20 мм рт. ст [4].

Также существуют схожие технологии по переработке обводненной технической ТФК, и кубового остатка ректификации 2-этилгексанола (КОРЭГ), однако при аналогичном химизме процесса образуется больше побочных продуктов и увеличивается выход хим. загрязненной воды.

В промышленности используется метод получения пластификаторов из побочного продукта производства терефталевой кислоты, который образуется после ее очистки с получением ДОТФ и бензоатов. Бензоаты в будущем также могут использоваться в качестве пластификаторов. Данный метод имеет свои недостатки, такие как усложнение и удорожание процесса из-за предварительной осушки терефталевой кислоты [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лакеев С. Н. Основы производства пластификаторов : учебное. пособие для вузов / С. Н. Лакеев, И. О. Майданова, О. В. Ишалина. – Уфа : УГНТУ, 2015. – 162 с. – Текст : непосредственный.

2. Сильман А. В. Бесфталатные пластификаторы / А. В. Сильман, И. И. Ниязбакиев, Ю. К. Смирнова. – Текст : непосредственный // Современные научные исследования: проблемы и пути их решения : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 59-62.

3. ГОСТ 8728-88. Пластификаторы. Общие положения : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26.11.88 № 3987 : введен впервые : дата введения 1990-01-01 / разработан Всесоюзным научно-исследовательским институтом по нормализации в машиностроении. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1988. - 11 с. ; 29 см. – Текст : непосредственный.

4. Барштейн Р. С. Пластификаторы для полимеров / Р. С. Барштейн, В. И. Кириллович, Ю. Е. Носовский. – Москва : Химия, 1982. – 200 с. – Текст : непосредственный.

5. Пластификатор диоктилтерефталат из отходов производства ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» и ОАО «Полиэф» / С. Н. Лакеев, О. В. Давыдова, С. Г. Карчевский [и др.]. – Текст : электронный // Башкирский химический журнал – 2010. - № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/plastifikator-dioktiltereftalat-iz-othodov-proizvodstva-oao-salavatnefteorgsintez-i-oao-polief> (дата обращения: 15.11.2022).

ТЕХНОЛОГИЯ ОКИСЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ В ПРИСУТСТВИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ВОДЫ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА ТОПЛИВНЫХ ФРАКЦИЙ ПРОДУКТОВ ПЕРЕД ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКОЙ

Курманбакиева К. Г., бакалавр, stilinskikarina24@gmail.com

Верзун А. Д., бакалавр, aw2003@list.ru

Жданович М. Ф., канд. техн. наук, доцент, zhdanovichmf@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Согласно прогнозам Министерства энергетики России, количество месторождений с добычей трудноизвлекаемых запасов или тяжёлой нефти будет увеличиваться. Тяжёлая нефть по своим физико-химическим свойствам очень схожа с нефтяными остатками, поэтому в нефтяной промышленности перспективными являются проекты направленные на увеличения глубины переработки нефти. Целью данной работы является изучение перспективности применения сверхкритической воды в области переработки такой нефти. Результаты проведённых исследований дали понять, что использование сверхкритической воды позволяет получать больший процентный выход топливных фракций, которые в своей структуре содержат кислород.

Ключевые слова: нефтяные остатки, глубокая переработка нефти, сверхкритическая вода, термоокислительный крекинг.

Текущая ситуация в Российской нефтяной индустрии складывается таким образом, что всё больше разрабатываются месторождения тяжёлых, трудно извлекаемых запасов нефти [1], которые по своим физико-химическим свойствам довольно идентичны с нефтяными остатками, вследствие этого перед российскими нефтепереработчиками стоит задача по созданию технологий глубокой переработки такой нефти.

Существуют различные способы активации тяжёлых нефтей, наиболее простыми и широко используемыми являются: термические, окислительные методы. Несмотря на то, что сегодня эти способы используются, они являются энергоёмкими, при их использовании образуется большое количество нефтяного кокса. Одним из перспективных и малоизученных способов, активации такой нефти, является применение сверхкритической воды. Это объясняется тем, что вода в критических условиях выступает в роли растворителя и неполярные вещества легко растворяются и экстрагируются. Также сверхкритическая вода способна вызывать гидролиз органических соединений с образованием промежуточных соединений [2]. Кроме того, сверхкритическая вода способна растворять в себе кислород, который в последующем может взаимодействовать с органическим веществом окисляя его [3]. Основываясь на эти и другие данные по сверхкритической воде, были проведены различные исследования. Так в работах [4], [5]

было установлено, что при такой активации с последующим крекингом происходит увеличение выхода светлых фракций. В работе [6] представлены результаты исследований по взаимодействию пероксидов на нефть и установлено, что инициатором процесса окисления, приводящего к крекингу высокомолекулярных соединений, является кислород и свободные гидроксильные группы.

Основываясь на данных материалах о свойствах сверхкритической воды и пероксидов нами, были проведены лабораторные испытания технологии термоокислительного крекинга (ТОК) в присутствии сверхкритической воды на модельной нефти (α -метилнафталина) согласно блок-схеме (рис. 1)

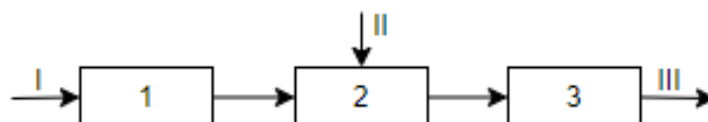


Рис.1. Блок-схема ТОК: 1 – секция разложения H_2O_2 , 2 – смеситель, 3 – блок окисления и крекинга; I – поток H_2O и H_2O_2 , II – нефтяной остаток, III – продукты ТОК

Результаты исследований ТОК показали, что выход светлых фракций составил около 30%, против 15–20% полученных на выходе после вакуумной разгонки. Предполагается, что при использовании катализатора, выход светлых фракций мог бы быть больше. Также, было выявлено, что при работе установки на температуре $400^\circ C$ и давлении 23МПа был получен очень низкий выход нефтяного кокса. Эксперименты также показали, что в зависимости от времени пребывания в реакторе смеси сверхкритической воды, кислорода и α -метилнафталина меняется состав получаемого жидкого органического продукта пребывания табл.1.

Таблица 1

Состав органического продукта, получаемого при ТОК

	Выход продуктов, %			
	15с	30с	45с	60с
Метилнафтол	43,9	20,7	4,25	6,8
Диметоксинафталин	3,5	0	1,27	2
Метилнафтохинон	38,5	64,9	89	82,8
Фталический ангидрид	6,5	6,5	2,9	2,75
Диметилфенол	0	4,3	0	2,25
Диалкилфталат	7,6	3,6	2,58	3,4

Вывод: Анализ полученных жидких продуктов после термоокислительного крекинга α -метилнафталина в присутствии сверхкритической воды позволяет понять, что использование сверхкритической воды в переработки нефти позволит получать топливные фракции, которые в своей структуре содержат кислород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Министерство энергетики РФ: Федеральный орган : сайт. – URL : <https://minenergo.gov.ru/> (дата обращения: 02.10.2022). – Текст : электронный.
2. Klein M. T. Hydrolysis in supercritical water: Solvent effects as a probe of the reaction mechanism / M. T. Klein, L. A. Torry. – Direct text // The Journal of Supercritical Fluids. – Vol. 3, Is. 4. – 1990. – P. 119-227.
3. Vermejo M. D. Supercritical water oxidation / M. D. Vermejo, M. J. Cocero. – Direct text // A technical review. – Vol. 52, Is. 11. – 2006. – P. 27-39.
4. Петров С. М. Акватермолиз тяжёлой нефти в присутствии воды в сверхкритическом состоянии / С. М. Петров. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. - № 3. – С. 58-59.
5. Сосин Г. А. Каталитический паровой крекинг гудрона в присутствии дисперсных катализаторов на основе различных металлов / Г. А. Сосин. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. - № 5. – С. 145-153.
6. Лесин В. И. Низкотемпературный каталитический крекинг нефти при взаимодействии с водными растворами, содержащими примеси наночастиц окислов железа / В. И. Лесин. – Текст : непосредственный // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. – 2015. - № 2. – С. 1-5.

УДК 517.9:519.6:544.4

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА МЕТАНОЛА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ В КОЛОННЕ СИНТЕЗА

Лэ Ван Хуен, аспирант, huyenlevan120193@gmail.com
Черненко Л. В., д-р техн. наук, ст. научный сотрудник
г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

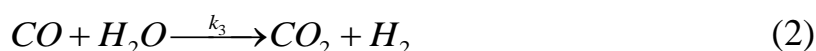
Аннотация. Данная работа посвящена прогнозированию количества метанола, образующегося в колонне синтеза. Цель работы – построение график, который показывает изменение концентрации метанола с течением времени. Рассмотрена математическая модель кинетики процесса производства метанола. В рамках этой модели поставлена обратная задача восстановления её параметров по концентрациям веществ в некоторые мо-

менты времени. Для решения обратной задачи использованы метод конечных разностей, метод интерполяции и метод регуляризации Тихонова и метод выбора квазиоптимальных параметра регуляризации. В результате получено множество приближенных параметров исследуемой модели. Решения прямую задачу с этими параметрами можно построить график, показывающий концентрацию метанола в любой момент времени, а также как её изменяется с течением времени.

Ключевые слова: химическая кинетика, синтез метанола, обратная задача

Кинетика процесса производства метанола

Рассмотрим процесс производства метилового спирта в реакторе синтеза, в котором происходят три химические реакции [1]:



Пусть нам известны концентрации веществ CO , H_2 , CH_3OH , CO_2 , H_2O в разные моменты времени. Необходимо прогнозировать как они изменяются с течением времени. Из (1) будет формирована математическая модель кинетики процесса производства метанола в колонне синтеза [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy_1(t)}{dt} = -k_1 y_1(t) y_2^2(t), \\ \frac{dy_2(t)}{dt} = -2k_1 y_1(t) y_2^2(t) - 3k_2 y_4(t) y_2^3(t), \\ \frac{dy_3(t)}{dt} = k_1 y_1(t) y_2^2(t) + k_2 y_4(t) y_2^3(t), \\ \frac{dy_4(t)}{dt} = -k_2 y_4(t) y_2^3(t), \\ \frac{dy_5(t)}{dt} = k_2 y_4(t) y_2^3(t), \end{array} \right. \quad (3)$$

где $y_1(t)$, $y_2(t)$, $y_3(t)$, $y_4(t)$, $y_5(t)$ – функции, выражающие зависимость от времени t концентрации веществ CO , H_2 , CH_3OH , CO_2 , H_2O , $\frac{\text{моль}}{\text{л}}$.

Предположим, что в начальный момент времени $t=0$ концентрации веществ CO , H_2 , CH_3OH , CO_2 , H_2O равны $y_1(0)$, $y_2(0)$, $y_3(0)$, $y_4(0)$, $y_5(0)$. Реакция (2) является побочной, поэтому в кинетической модели химических реакций производства метанола она не учитывается [1].

– Восстановления параметров математической модели кинетика процесса производства метанола

На основе модели (3) поставлены следующие две задачи.

Прямая задача 1. По заданным параметрам $k_1 = k_{10}$, $k_2 = k_{20}$ и концентрациям веществ в начальный момент времени $t = 0$, определить $y_1(t)$, $y_2(t)$, $y_3(t)$, $y_4(t)$, $y_5(t)$.

Решение прямой задачи показывает зависимость концентрации веществ CO , H_2 , CH_3OH , CO_2 , H_2O от времени, а также изменение концентрации этих веществ с течением времени.

Обратная задача 2. По заданным концентрациям веществ в разные моменты времени t_i , где $i = 1, 2, \dots, n$, определить константы скорости реакций k_1 , k_2 (т.е. k_{10} , k_{20}).

Будет преобразована система (3) методом конечных разностей в «точную» систему алгебраических уравнений $\mathbf{Y}\mathbf{K} = \mathbf{B} - o(h^3)$ относительно k_1 , k_2 , где \mathbf{Y} – матрица с элементами, являющимися произведениями элементов $y_1(t_i)$, $y_2(t_i)$, $y_4(t_i)$; \mathbf{B} – вектор свободных членов. Значения $y_1(t_i)$, $y_2(t_i)$, $y_4(t_i)$ могут содержать ошибку округления, а члены вектора \mathbf{B} – ошибки интерполяции. Будет сформирована «приближенная» система уравнений $\mathbf{Y}_\eta\mathbf{K} = \mathbf{B}_\delta$, где \mathbf{Y}_η – приближение к \mathbf{Y} ; \mathbf{B}_δ – приближение к \mathbf{B} . Система $\mathbf{Y}_\eta\mathbf{K} = \mathbf{B}_\delta$ может быть некорректной. Для решения системы $\mathbf{Y}_\eta\mathbf{K} = \mathbf{B}_\delta$ использован метод регуляризации Тихонова [2-8]. В ходе данного метода будет найден вектор $\mathbf{K}^\alpha = (k_1^\alpha, k_2^\alpha)^T$ по условию $\|\mathbf{Y}_\eta\mathbf{K} - \mathbf{B}_\delta\|^2 + \alpha\|\mathbf{K}\|^2 \rightarrow \min_{\alpha} \min_{\mathbf{K}}$, где $\alpha = const > 0$ – параметр регуляризации. Далее необходимо найти значения параметра α такие, что \mathbf{K}^α стремится к \mathbf{K}^0 . Для этого будет использован метод выбора квазиоптимальных значений параметра регуляризации [9,10].

–Численный пример

Пусть нам известны концентрации веществ CO , H_2 , CH_3OH , CO_2 , H_2O в разные моменты времени (см. табл. 1).

Таблица 1

Измеренные концентрации веществ в разные моменты времени

$t(c)$	$y_1(t)$	$y_2(t)$	$y_3(t)$	$y_4(t)$	$y_5(t)$
0	1	1	0	1	0
10	0.98001	0.40578	0.03807	0.98192	0.01808
20	0.96633	0.34741	0.06209	0.97159	0.02841
30	0.95610	0.30675	0.07905	0.96485	0.03515
40	0.94803	0.27637	0.09187	0.96010	0.03990
50	0.94144	0.25259	0.10199	0.95657	0.04343

Будет решена обратная задача с измеренными данными. Приближенные решения выбраны так, чтобы измеренные концентрации очень близки к расчетным кривым. В результате получаем множество допустимых приближенных параметров модели (3) (см. табл. 2).

Таблица 2

Множество приближенных параметров исследуемой модели

α	k_1^α	k_2^α
0.005726417	0.010355692	0.018213439
0.005153775	0.010326875	0.018287434
...
2.31E-14	0.010041055	0.019001749
2.08E-14	0.010041055	0.019001749

Будет решена прямая задача с параметрами $k_1 = 0.010355692$, $k_2 = 0.018213439$. На рис. 1 звездочками обозначены измеренные концентрации CH_3OH в моменты t_i , $i = 1, 2, \dots, 6$. Кривая $y_3(t)$ показывает, как меняется концентрация метанола с течением времени.

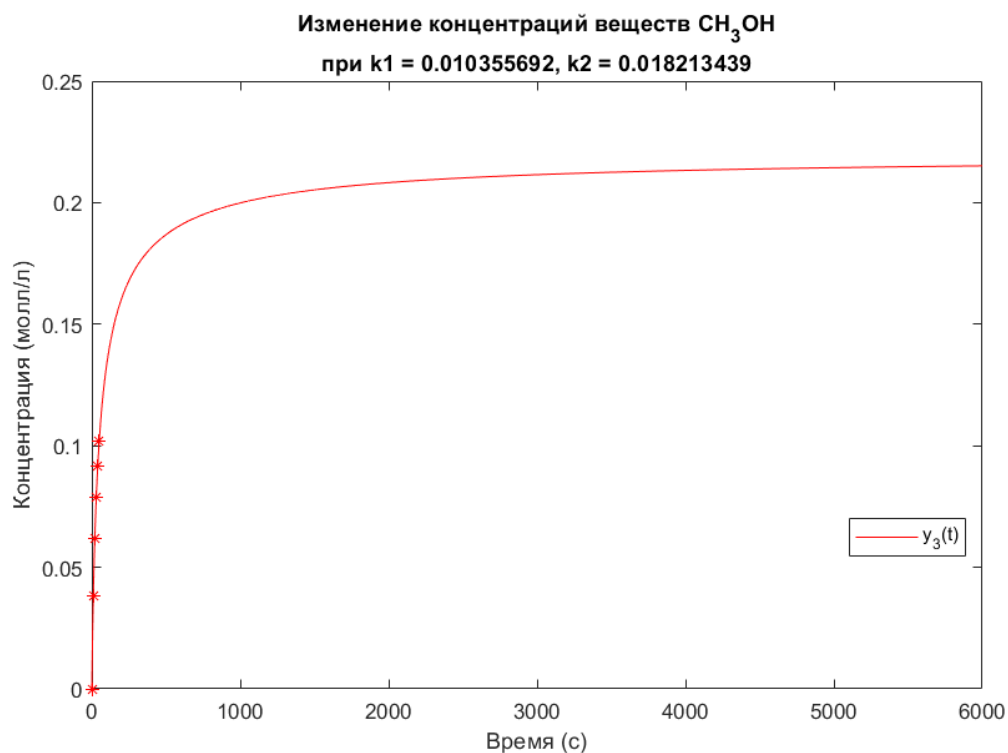


Рис. 1. Изменение концентраций веществ при $k_1 = 0.010355692$, $k_2 = 0.018213439$

Из рис. 4 можно прогнозировать концентрацию CH_3OH любой момент времени и изменение концентраций CH_3OH с течением времени. Данное исследование дает возможность управлять и контролировать количество метанола в процессе производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаева В. А. Моделирование технологического процесса производства метанола / В. А. Ермолаева, А. А. Захаричева. – Текст : непосредственный // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 308–316.
2. Тихонов А. Н. Методы решения некорректных задач / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – Москва : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 285 с. – Текст : непосредственный.
3. Иванов В. К. Теория линейных некорректных задач и её приложения / В. К. Иванов, В. В. Васин, В. П. Танана. – Москва : Наука, 1978. – 206 с. – Текст : непосредственный.
4. Kabanikhin S. I. Inverse and Ill-posed Problems / S. I. Kabanikhin. – De Gruyter, 2011. – 476 p. – Direct text.
5. Zhdanov M. S. Principles of Ill-Posed Inverse Problem Solution / M. S. Zhdanov. – Direct text // Methods in Geochemistry and Geophysics. – 2009. – № 08. – P. 299–319.
6. Morozov V. A. Methods for Solving Incorrectly Posed Problems / V. A. Morozov. – New York : Springer New York, 1984. – 253 p. – Direct text.
7. Numerical Methods for the Solution of Ill-Posed Problems / A. N. Tikhonov, A. V. Goncharsky, V. V. Stepanov, A. G. Yagola. – Dordrecht: Springer Netherlands, 1995. – 257 p. – Direct text.
8. Хуен Л. В. Коэффициентная обратная задача в математической модели кинетики процесса нефтепереработки / Л. В. Хуен. – Текст : непосредственный // Вестник ВГТУ. – 2022. – Т. 18, № 5. – С. 64–72.
9. Лисковец О. А. Теория и методы решения некорректных задач / О. А. Лисковец. – Текст : непосредственный // Итоги науки и техники. Серия Математический анализ. – 1982. – Т. 20. – С. 116–178.
10. Морозов, В. А. Методы регуляризации неустойчивых задач / В. А. Морозов. – Москва : Изд-во МГУ, 1987. – 216 с. – Текст : непосредственный.

ОЦЕНКА СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ УГЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ОЖИЖЕНИЯ

Муравьева Н. А., аспирант, natahlie98@gmail.com

Куликова Ю. В., канд. техн. наук, научный сотрудник,
kulikova.pnpu@gmail.com

Бабич О. О., д-р. техн. наук, директор НОЦ «Прикладная биотехнология»,
oobabich@kantiana.ru

г. Калининград, Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Аннотация. Проведена оценка сорбционной емкости углей, полученных методом гидротермального ожижения. Метод интересен тем, что основным продуктом процесса является нефть, а уголь является побочным продуктом. В качестве сырья для получения угля использовались рогоз, а также тростник. Сорбционную емкость полученного угля проводили с использованием метиленовой сини, фенола, а также йода. Результаты показали низкую сорбционную емкость углей. По итогу проведенной работы, пришли к выводу, что необходимо проводить активацию углей, полученный данным методом.

Ключевые слова: Сорбенты, сорбционная емкость, растительная биомасса

Уголь, используемый в работе получен методом гидротермального ожижения. Данный метод представляет собой процесс модификации сырой биомассы в нефть при высоких температуре и давлении. Уголь же в данном процессе является побочным продуктом [1].

Объектами исследования являются твердые угольные остатки, полученные при гидротермальном ожижении тростника, а также рогоза.

В работе оценивалась сорбционная емкость твердых угольных остатков, полученных из сырья: рогоз, тростник.

Сорбционная емкость по метиленовому синему проводилась по ГОСТ 4453-74 "Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия".

Сорбционная емкость по йоду по методике МРТУ № 6-16-1003-67 [2].

Сорбционная емкость по фенолу проводилась в соответствии, с методом, представленным в литературе [3].

Установлено, что уголь, полученный из рогоза дает дополнительную окраску, что затрудняет метод сорбционной емкости по метиленовому синему. Поэтому перед проведением испытания, уголь из рогоза необходимо промыть дистиллированной водой.

В таблице 1 представлены результаты оценки сорбционной емкости твердых угольных остатков.

Сорбционная емкость твердого угольного остатка, полученного методом гидротермального ожигения

Сырье	Сорбционная емкость по метиленовому синему, мг/г	Сорбционная емкость по йоду, мг/г	Сорбционная емкость по фенолу, ммоль/г
Тростник	1,9	22,5	33,9
Рогоз	5,5	12,6	115,7

Уголь, полученный из рогоза, лучше сорбирует метиленовый синий и фенол, а тростник – йод.

Как видно из таблицы 1, полученные угольные остатки проявляют слабые сорбционные свойства. Для создания сорбентов, обладающих высоким качеством, необходимо дополнительно активировать твердый угольный остаток.

Угли, полученный из рогоза и тростника методом гидротермального ожигения являются недостаточно хорошими сорбентами. В дальнейших исследованиях необходимо проводить операцию химической активации сорбентов для их дальнейшего применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзор исследований в области развития технологий прямого получения жидкого топлива из биомассы / О. О. Бабич, Ю. В. Куликова, С. А. Сухих [и др.]. – Текст: непосредственный // The Scientific Heritage. – 2021. – № 80-1(80). – С. 41-47.

2. Евсина Е. М. Использование сорбента св-да для кондиционирования атмосферного воздуха в помещениях промышленных предприятий и территорий буровых / Е. М. Евсина. – Текст: непосредственный // Научный потенциал регионов на службу модернизации. – 2012. – № 2 (3). – С. 149-153.

3. Тухватуллина Р. З. Исследование сорбции фенола на листьях берёзы / Р. З. Тухватуллина, И. Г. Шайхиев, А. А. Багауетдинова, Г. А. Алмазова. – Текст: непосредственный // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 13. – С. 249-251.

ВЛИЯНИЯ АЛИЗАРИНА НА ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕКУЧЕСТИ РАСПЛАВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ПОЛИЭТИЛЕНОВ ВЫСОКОЙ И НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ

Мустафаева Ф. А., канд. хим. наук, ст. научный сотрудник, mustafayevafatima@mail.ru

Кахраманов Н. Т., д-р. хим. наук, зав. лабораторией, najaf1946@rambler.ru
г. Сумгайыт, Азербайджанская Республика, Институт полимерных материалов

Аннотация. В данной работе приводятся результаты исследования влияния структурообразователя на показатель текучести расплава полиэтилена низкой плотности, полиэтилена высокой плотности и их смеси в соотношении 50/50. В качестве структурообразователя использовали ализарин. Исследования проводились с образцами, содержащими 0.5 и 1 % масс. ализарина. Показатель текучести расплава определяли на капиллярном реометре марки CEAST MF50 (фирмы INSTRON, Италия) при температуре 190°C и 5 кг нагрузке. Результаты показали, что с увеличением концентрации структурообразователя наблюдается общая тенденция к повышению показателя текучести расплава, следовательно, это приводит к снижению энергозатрат.

Ключевые слова: полиэтилен низкой плотности, полиэтилен высокой плотности, смесь полиэтиленов, структурообразователь, показатель текучести расплава.

В результате развития различных отраслей промышленности все большее внимание уделяется разработке новых типов полимерных материалов, способных работать в жестких экстремальных условиях эксплуатации. В этом отношении особый интерес представляют полиолефины, в частности полиэтилен. Полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) является высокопрочным и жестким полимером, а полиэтилен низкой плотности (ПЭНП) сравнительно низкопрочным и эластичным полимером. В этой связи, использование смесей полиэтиленов позволяет получить целую гамму полимерных материалов и изделий на их основе с различным сочетанием плотности и степени кристалличности [1]. Этот метод отличается простотой технологического решения и может быть реализован практически во всех больших и малых предприятиях по переработке пластмасс [2-4].

При этом немаловажное значение приобретают исследования, направленные на использование различных ингредиентов, например, структурообразователей. Показатель текучести расплава является широко признанным критерием оценки перерабатываемости (экструзии, литья под давлением) термопластичных материалов, особенно полиолефинов. В связи с этим цель данной работы заключалась в исследовании влияния концентрации структурообразователя-ализарина на пока-

затель текучести расплава исходных полиэтиленов и их смеси с соотношением 50/50 (ПЭНП/ПЭВП).

В качестве объектов исследования были выбраны промышленный ПЭВП и ПЭНП. ПЭВП характеризуется следующими свойствами: разрушающая напряжением 30 МПа, относительное удлинение 50 %, показатель текучести расплава 16.961 г/10 мин., плотность 963 кг/м³, степень кристалличности 78%, температура плавления 135°C, теплостойкость 128°C. ПЭНП характеризуется следующими свойствами: разрушающее напряжение 15 МПа, относительное удлинение 764 %, показатель текучести расплава 8.937 г/10 мин., степень кристалличности 60%, плотность 912 кг/м³, температура плавления 103°C, теплостойкость 85°C.

Ализарин (1,2-дигидроксиантрахинон) — органическое соединение, с химической формулой C₁₄H₈O₄. Красный порошок, почти нерастворимый в воде. В представленной работе ализарин использовался в качестве структурообразователя.

Композитные материалы получали смешиванием компонентов на лабораторных вальцах при температуре 150°C в пределах 8-10 минут. Показатель текучести расплава исследуемых образцов определяли на капиллярном реометре марки CEAST MF50 (фирмы INSTRON, Италия) при температуре 190°C и 5 кг нагрузке. Реометр был снабжен соплом, имеющий капилляр 8 мм длины и 2.095 мм диаметр.

На Рис. 1. приводятся результаты исследования влияния концентрации ализарина и состава композитов на показатель текучести расплава.

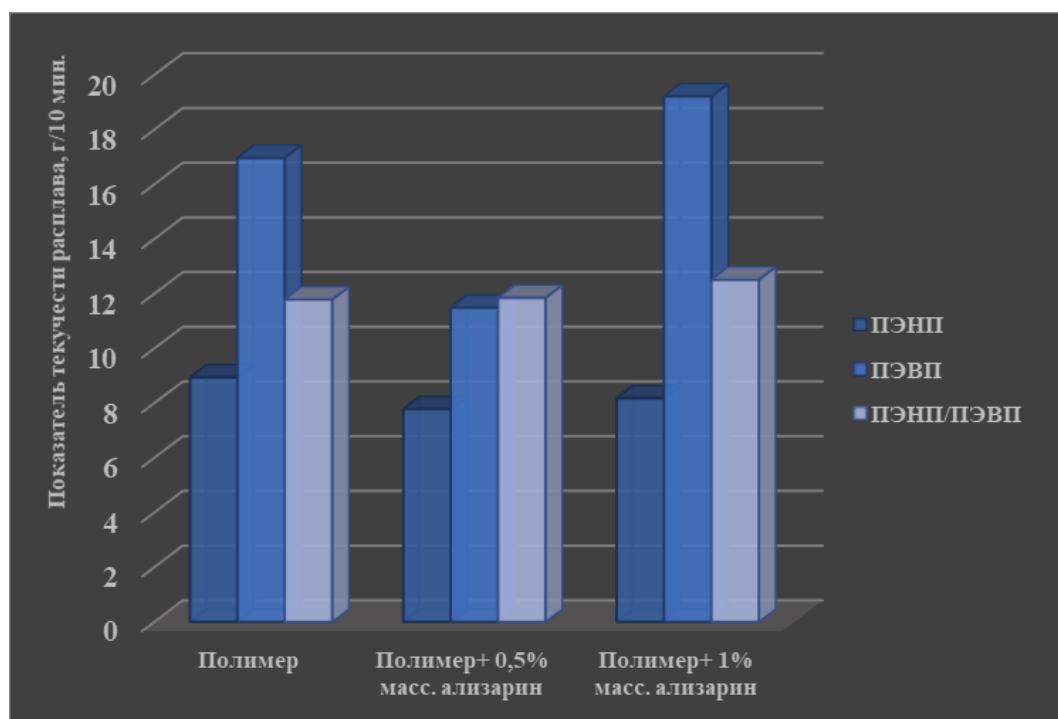


Рис. 1. Диаграмма зависимости показателя текучести расплава от состава (% масс.) композитов

Анализируя данные, можно установить, что с увеличением концентрации структурообразователя наблюдается общая тенденция к повышению показателя текучести расплава исследуемых образцов. Особенно сильнее этот эффект наблюдается у композитов на основе ПЭВП, содержащих в своем составе 1 % масс. ализарина. Этот факт очень важен, так как показывает, что при переработке композитов методами литья под давлением и экструзии не возникнет трудности. Так как, высокая текучесть и низкая вязкость расплава облегчает процесс формования изделия, улучшается перерабатываемость и снижаются энергозатраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kakhramanov N. T. Crystallization kinetics of composite materials based on polyethylene mixture with high and low density / N. T. Kakhramanov, F. A. Mustafaeva, N. B. Arzumanova, A. D. Guliev. – Direct text // Inorganic Materials: Applied Research. – 2020. – V. 11, No 1. – P. 127–131.

2. Chandran S. C. Chapter 1 - Polymer Blends / S. C. Chandran, R. A. Shanks, S. Thomas. – Direct text // Nanostructured Polymer Blends. – 2014. - №1 – P. 1-14.

3. Vuksanović M. M. Chapter 10 - Micro and nanoscale morphology characterization of compatibilized polymer blends by microscopy / M. M. Vuksanović, R. J. Heinemann. – Direct text // Compatibilization of Polymer Blends. Micro and Nano Scale Phase Morphologies, Interphase Characterization and Properties. – 2020. - №4– P. 299–330.

4. 2 - Fundamental of polymer blends and its thermodynamics. / J. Mishra, S. K. Tiwari, M. M. Abolhasani [et al.]. – Direct text // Micro and Nano Fibillar Composites (MFCs and NFCs) from Polymer Blends. Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering. – 2017. – P. 27–55.

УДК 66.061.351

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭКСТРАКЦИИ СОЕДИНЕНИЙ МОЛИБДЕНА ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Никитин И. В., обучающийся, ivn16@tpu.ru

Карелин В. А., д-р. техн. наук, профессор, vakarelin@tpu.ru

г. Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Аннотация. Показана актуальность исследования, которая посвящена изучению особенностей экстракционного выделения соединений молибдена из кислотных растворов. Молибден является редким металлом, который используется в качестве легирующей добав-

ки к жаропрочным и коррозионностойким сталям. Соединения молибдена являются катализаторами многих химических реакций. Большое количество областей применения молибдена определяет актуальность его выделения экстракционным способом.

Ключевые слова: экстракция, молибден, ди-2-этилгексилфосфорная кислота.

Развитие гидрометаллургических процессов в технологии молибдена развивается в нескольких основных направлениях, к которым можно отнести [1]:

1. Экстракционная химия и технология молибденовых руд и концентратов;
2. Аналитическая химия молибдена;
3. Экстракция молибдена из радиоактивных растворов различного происхождения.

Исходным сырьем для получения молибдена и его соединений являются молибденовые концентраты и промпродукты обогащения молибденовых и медно-молибденовых руд. Как правило, экстракция используется для извлечения молибдена из растворов, полученных после растворения молибденсодержащих продуктов минеральными кислотами. Также экстракция используется для отделения от молибдена примесей, таких как: медь, ванадий, рений и др. [1].

Молибден в растворах может существовать в различных формах, такие как катионы, анионы, полианионы, комплексные анионы. Ионы молибдена способны образовывать сольватные соединения со многими органическими соединениями. Поэтому для экстракции молибдена могут использоваться нейтральные экстрагенты, жидкие катион- и аниониты [1].

Из анионообменных экстрагентов успешно применяется триоктиламин (ТОА), из катионообменных – ди-2-этилгексилфосфорная кислота. К нейтральным экстрагентам, которые успешно используются для извлечения молибдена относятся трибутилфосфат (ТБФ), метилизобутилкетон (МИБК), циклогексанон и метилфенилкетон [2].

В технологии часто применяется сернокислородное выщелачивание руд и концентратов, поэтому исследовалась экстракция из сернокислых растворов. В качестве экстрагента использовалась ди-2-этилгексилфосфорная кислота (Д2ЭГФК), разбавителем являлся толуол. Соотношение водной фазы к органической составило 1:4,1 [3].

Для получения раствора молибдена был получен после спекания смеси триоксида молибдена, оксида цинка и карбоната натрия при температуре 1050 °С. Затем спек был подвергнут выщелачиванию горячей водой и прокипячен в течении 20 минут, после этого раствор был подкислен серной кислотой. Экстракция проводилась при различных значениях рН.

Для определения концентрации молибдена в растворах использовался фотометрический метод в виде роданидного комплекса. Для приготовления калибровочного графика использовался государственный стандартный образец раствора молибдена ГСО 7768-2000.

Экстракция проходила по катионнообменному механизму по уравнению реакции:

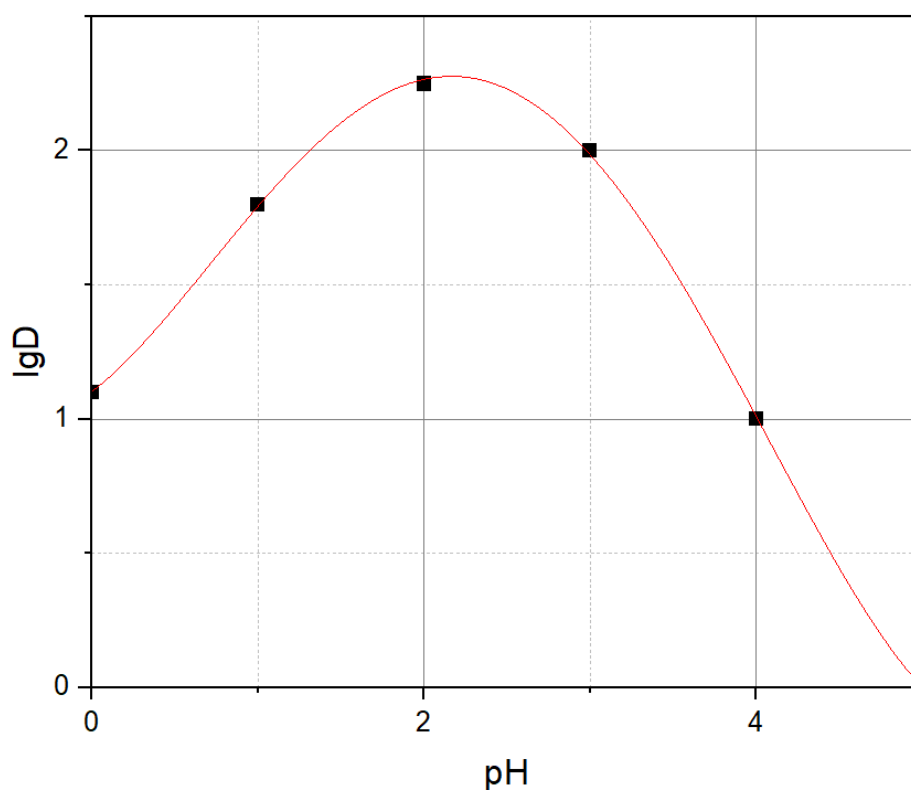
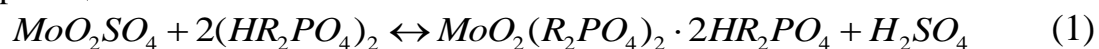


Рис. 1. График зависимости коэффициентов распределения Мо от pH равновесной водной фазы при экстракции Д2ЭГФК

Из рисунка 1 видно, что экстракция осуществляется при низких значениях pH меньше 5, оптимальным значением pH является 2, так как при нем коэффициент распределения является максимальным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеликман А. Н. Ионообменные и экстракционные процессы в гидрометаллургии молибдена / А. Н. Зеликман, Г. М. Вольдман. – Москва : Цветметинформация, 1970. – 322 с. – Текст : непосредственный.

2. Ласкорин Б. Н. Экстракция и сорбция в металлургии молибдена, вольфрама и рения / Б. Н. Ласкорин, В. А. Кузнецов, И. Ф. Егоров. – Москва : Цветметинформация, 1971. – 118 с. – Текст : непосредственный.

3. Нерезов В. М. Экстракция молибдена ди-2-этилгексилфосфорной кислотой из кислых растворов молибденового производства: 05.17.02 : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. М. Нерезов ; МИСиС. – Москва, 1967. – 28 с. – Текст : непосредственный.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Петракова Я. В., бакалавр, 32anita5a@gmail.com
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Проблема образования нефтесодержащих отходов в процессах нефтепереработки и добычи достаточно актуальна. Нефтешламы являются токсичными продуктами, которые весьма негативно влияют на биосферу Земли.

Целью данной работы является изучение различных современных методов и способов утилизации и переработки нефтеотходов.

Были рассмотрены новейшие запатентованные изобретения, соответствующие термическому, биологическому и химическому методам, результатом которых является эффективная утилизация или переработка нефтесодержащих отходов. Изучены преимущества и недостатки реализуемых способов в российской промышленности.

На сегодняшний день в нефтеперерабатывающей отрасли идет активная разработка методов, которые решают поставленную задачу.

Ключевые слова: нефтесодержащие отходы, нефтешламы, утилизация, экология

Как правило процессы добычи нефти и ее переработки влекут за собой возникновение и накоплением нефтесодержащих отходов (нефтешламов). Их утилизация является важной задачей в нефтеперерабатывающей области.

Нефтешламы представляют собой смесь тяжелых нефтяных фракций с твердыми механическими примесями, растворенными в воде. Такого рода структура создает условия для образования стойкой эмульсии не поддающейся разрушению.

Согласно статистике, на 1 тыс. тонн сырой нефти приходится до 5 тонн нефтешлама.

Под размещение шламовых амбаров используют существенные площади природных территорий. Хранение отходов различного углеводородного состава имеет своим следствием испарение легколетучих компонентов. Токсичность нефтешлама прямопропорциональна увеличению срока хранения нефтесодержащих остатков. На территориях, близких к нефтехранилищу, происходит сокращение видового состава растительной культуры или его полное исчезновение. Следовательно, целесообразно не располагать нефтешламы в амбарах, для снижения отрицательного воздействия на биосферу.

Ежегодно создают новые, экономически и экологически выгодные, действенные методы и способы переработки или утилизации нефтяных отходов.

Наибольшее распространение в России и за рубежом получил термический метод.

Суть метода заключается в сжигании при высоких температурах (800 – 1200°С) в избытке кислорода.

Преимуществами данного способа являются: существенное снижение числа остатков; возможность получения компонентов строительных материалов (например, керамзита); значительная результативность процесса; возможность использования тепла.

Однако данный метод имеет существенные недостатки: требуется топливо для сжигания, что несет за собой энергозатраты; необходимо дополнительное оборудование на очистение и обезвреживание дымовых газов; данный способ неприменим при присутствии в составе нефтешламов галогенов, серы или фосфора; при сжигании могут образовываться токсичные продукты.

В особенности экологически чистым является биологический метод. Он заключается в возможности различных микроорганизмов преобразовывать нефтяные остатки в безвредные соединения, аккумулировать органические компоненты с последующим включением их в геохимический цикл углерода.

Данный метод имеет свои преимущества: сохранение среды обитания; превращение нефтесодержащих отходов в безопасные продукты без угрозы для экологии территорий.

Однако недостатками метода являются: дороговизна биопрепарата; потребность в обширных площадях для осуществления процесса нейтрализации отходов; необходимо наличие положительных температур.

Авторами изобретения [1] предложен биопрепарат, в состав которого входят микроорганизмы (родов *Rhodococcus*, *Microbacterium* и *Pseudomonas*) способные воспроизводить биоэмульгаторы, которые повышают результативность преобразования веществ.

Данный реагент высоко эффективен и действует в обширном диапазоне температур (10 – 45°С), способен взаимодействовать в среде, имеющей низкую влажность, и при наличии высокого содержания солей в шламе.

Предложенный биопрепарат равномерно распределяют и добавляют минеральные неорганические соединения (удобрение). Также необходимо осуществлять 1 – 2 раза в неделю подвод воды в виде орошения и производить ежедневное разрыхление почвы в целях увеличения доступа воздуха в почву.

Химический метод является высокоэффективным процессом. По сравнению с предыдущим методом более экономически выгоден, но необходимо использование специализированного оборудования.

Предложен способ переработки нефтесодержащих отходов [2]. Данный способ заключается в экстракции нефтепродуктов органическим растворителем с последующим отделением от твердой фазы экстрагента и из-

влеченных нефтепродуктов. Производят обезвоживание суспензии уже после введения растворителя.

В результате получают товарные продукты, обладающие оптимальными показателями качества, которые в дальнейшем можно использовать как в строительстве, так и в изготовлении автомобильных дорог.

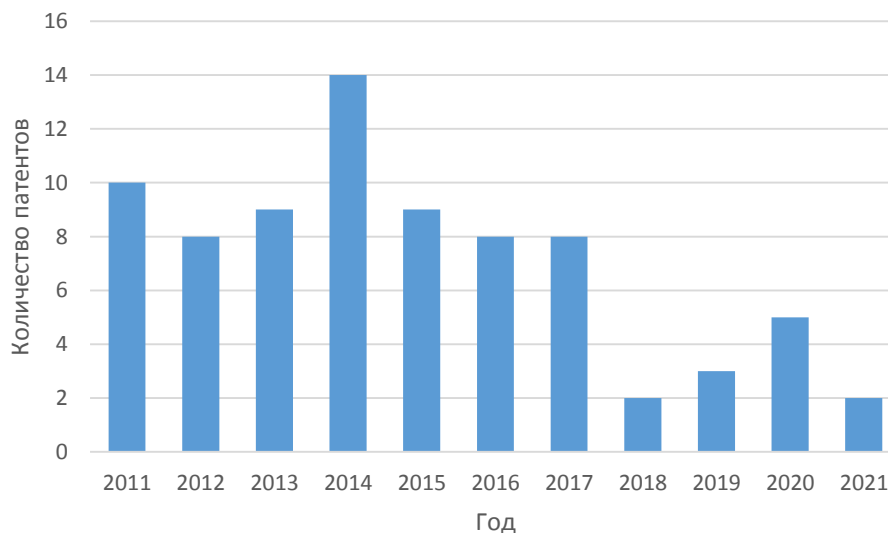


Рис. 1. Развитие утилизации и переработки нефтесодержащих отходов за последние 10 лет по данным сайта ФИПС (патенты)

Таким образом, в России ежегодно разрабатываются и внедряются новейшие способы и методы утилизации и переработки, а также современные эффективные установки, биореагенты и химреагенты, не уступающие импортным реактивам, обеспечивающие высокую эффективность, экологичность и экономичность, исключение использования зарубежных методик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2774681 Российская Федерация, МПК C12N1/26 B09C1/10 C12R1/32 C12R1/38. Биопрепарат для утилизации нефтесодержащих отходов, способ его получения и применения : №2021130282 : заявл. 15.10.2021 : опубл 21.06.2022 / Медведев В. Н., Соколова В. В., Сайфутдинова М. Ю. ; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Природоохранный комплекс «ЭКО+». – Текст : непосредственный.

2. Пат. 2772332 Российская Федерация, МПК C10G1/02 C10G1/04 B03B9/00 B01D1/00. Способ переработки обводненных нефтесодержащих отходов : №2021114074 : заявл. 13.05.2021 : опубл 18.05.2022 / Хамидуллин Р. Н., Величко М. Ю. ; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Природоохранный комплекс «ДИСТИЛИУМ». – Текст : непосредственный.

СНИЖЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА

Проничев Г. М., магистрант, pronichev_2012@mail.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В последние годы XXI века большинство компаний строит планы на снижение углеродного следа, либо снижение выброса парниковых газов в атмосферу. Изменение климата оказывает серьезные последствия на нашу планету, поэтому это является важным вопросом в последние годы, поэтому в Евросоюзе начинают вводить «зеленые сертификаты» для тех компаний, которые целесообразно стремиться снизить выбросы CO₂ в атмосферу. США присоединяется к такой политике. Правительство США обязали снизить выбросы метана на 40-45% по сравнению с прошлыми годами, что в значительной степени поможет снизить наносящего вреда парниковым газам на атмосферу. Анализ показывает, что активное развитие газового бизнеса является первым шагом для нефтегазовых компаний к переходу на этап с низким уровнем выбросов углерода; увеличение инвестиций в возобновляемые источники энергии является долгосрочным действием нефтегазовых компаний и ключом к преобразованию нефтегазовых компаний в интегрированные энергетические компании.

Ключевые слова: выбросы CO₂, изменение климата, загрязнение атмосферы, анализ.

В пределах деятельности по достижению цели уменьшению выбросов парниковых газов на 57,5% к 2030 году и достижения их нулевого уровня к 2050 году 14 июля 2021 года Европейская комиссия представила проект пакета климатического законодательства, включающий как новые предложения, так и поправки в действующие законы. В частности, среди предлагаемых решений было выдвинуто следующее, ввести механизм трансграничного углеродного регулирования (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM). Данное регулирование будет ежегодно частично снижать или же регулировать выбросы вредного газа, как в Европе, так и в Азиатских странах. К такому урегулированию выбросов нежелательного газа присоединилась и США.

Взрыв сланцевого газа в Соединенных Штатах привел к переходу производства электроэнергии с угля на природный газ. Установки комбинированного цикла на природном газе выделяют половину CO₂. производить ту же энергию, что и угольная установка. Таким образом, рыночная тенденция объясняется сокращением выбросов парниковых газов в энергетическом секторе США. Однако метан, который не попадает в цепочку поставок природного газа, может подорвать эти относительные климатические преимущества.

В 2016 году Канада, США и Мексика обязались сократить выбросы метана в нефтегазовом секторе на 40–45% по сравнению с уровнями 2012 года к 2025 году. В этой статье рассматривается научно-политический ландшафт измерения и снижения выбросов метана, имеющий отношение к вы-

полнению этого обязательства., включая изменения в политике США после президентских выборов 2016 года. Во всех трех странах наблюдается значительная непоследовательность политики. Надежные запасы остаются неуловимыми. Несмотря на исследовательские усилия правительства и частного сектора, масштабы выбросов метана остаются спорными. Между тем меры по смягчению последствий значительно различаются. Структура, объединяющая науку и политику, позволит участникам более эффективно информировать, использовать и добиваться достижений в измерении метана и смягчении его последствий. Структура применяется к Северной Америке, но может применяться и в других географических контекстах.

Ключевые выводы.

Вклад нефтегазового сектора в концентрацию метана в атмосфере становится все более важной проблемой в климатической политике.

Усилия по измерению и контролю летучих выбросов метана в настоящее время не осуществляются в рамках согласованной системы, объединяющей науку и политику.

В 2016 году правительства Канады, Мексики и США обязались сократить выбросы метана в нефтегазовом секторе на 40–45% по сравнению с уровнями 2012 года к 2025 году.

Президентские выборы 2016 года в Соединенных Штатах остановили американский прогресс на федеральном уровне, что свидетельствует о большей зависимости от промышленности и субнациональных усилий в этой стране.

Коллективно или индивидуально страны, отдельные агентства или частные заинтересованные стороны могли бы использовать предложенную схему сокращения выбросов метана в Северной Америке для направления исследований, усиления мониторинга и оценки усилий по смягчению последствий, а также повышения шансов на достижение целей по сокращению выбросов метана на континенте и в конечном итоге во всём Мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bušić A. Bioethanol Production from Renewable Raw Materials and Its Separation and Purification: A Review / A. Bušić, N. Mardetko, S. Kundas. – URL : https://www.researchgate.net/publication/325564836_Bioethanol_Production_from_Renewable_Raw_Materials_and_Its_Separation_and_Purification_A_Review (date of the application 13.10.2021). - Text : electronic.

2. НБА : Российская Биотопливная Ассоциация : сайт – URL : <https://biotoplivo.ru/bioetanol/> (дата обращения 13.10.2021). – Текст : электронный.

3. ENPIEAST FLEG II : Экологическая программа : сайт – URL : https://wwf.ru/upload/iblock/d15/bio_site.pdf (дата обращения 13.10.2021). – Текст : электронный.

4. CARSTUDIO : Авторынок : сайт – URL : <http://autoesco.info/> (дата обращения 13.10.2021). – Текст : электронный.

5. US Department : Американский департамент : сайт – URL : <https://www.state.gov/> (дата обращения 20.10.2021). – Текст : электронный.

УДК 663.534

СТРУКТУРА БИОМАСС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЭТАНОЛА

Проничев Г. М., магистрант, pronichev_2012@mail.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Биоэтанол в последние годы даёт множество надежд, чтобы стать экологическим топливом во всём мире. Кроме того, планируют, что биоэтанол станет отличным сырьем для производства топлива на все виды транспорта и промышленные аппараты. Выбросы вредных веществ при добыче, переработке и использовании топлива являются внушительно огромными, поэтому все мировые ученые начали поиск аналогичного топлива, чтобы снизить нанесения ущерба окружающему нас миру. Кандидатом такого топлива стал биоэтанол, уже есть два вида сырья для производства биоэтанола, один из которых сырья пригодное для пищевой промышленности, а новое сырье лигноцеллюлозное, которое не пригодно для применения в пищу человеку. В статье рассмотрен один из видов лигноцеллюлозного сырья, который пригоден для производства экологического топлива.

Ключевые слова: биоэтанол, лигноцеллюлозное сырье, целлюлоза, домены.

Биоэтанол считается возможной заменой не возобновляемому ископаемому топливу. Биотопливо, включая биоэтанол, постепенно вытесняет уголь и нефть для производства энергии. Ожидается, что к 2040 году доля ископаемого топлива в мировых потребностях в энергии составит всего 25%, а оставшийся вклад будет составлять биотопливо. Одним из основных факторов, влияющих на производство этанола, является стоимость сырья, которая может быть существенно снижена за счет использования промышленных или сельскохозяйственных лигноцеллюлозных отходов.

Использование макулатуры в качестве сырья для производства биоэтанола позволит снизить производственные затраты и может устранить проблемы с обращением с этими отходами в окружающей среде.

Целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин в макулатуре менее сложны, и поэтому перед ферментативным гидролизом и ферментацией требуется лишь умеренная предварительная обработка.

Клеточные стенки растений являются источником лигноцеллюлозных материалов, также известных как биомасса, структура которых в основном представлена физико-химическим взаимодействием целлюлозы,

линейного полимера глюкозы, с гемицеллюлозой, сильно разветвленным гетерополимером, и лигнином, очень высокомолекулярной и сшитой ароматической макромолекулой [1].

Целлюлоза, самый распространенный полисахарид на земле, представляет собой высокоупорядоченный полимер целлобиозы (D-глюкопиранозил- β -1,4-D-глюкопираноза), составляющий более 50% массы древесины. Ежегодно производится 4×10^{10} тонн целлюлозы [1]. Нативная целлюлоза из древесины содержит около 10.000 гликозильных звеньев в целлюлозной цепи, которые образуют фибриллы, длинные пучки молекул, которые стабилизируются многочисленными прочными межмолекулярными водородными связями между гидроксильными группами соседних молекул.

Целлюлозные материалы представляют собой кристаллические домены (рисунок 1), разделенные менее упорядоченными, аморфными областями, которые являются потенциальными точками для химических и биохимических атак. Целлюлоза разлагается ферментами, известными как целлюлазы, которые способны гидролизовать целлюлозный полимер до его мономера, сахара глюкозы, который естественным образом ферментируется до этанола дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*. Таким образом, этот биокатализатор занимает центральное место в технологии производства этанола из биомассы.

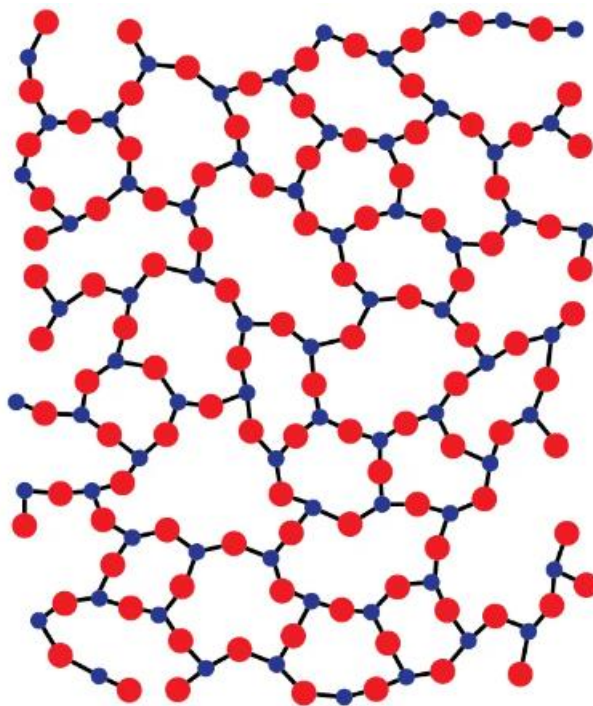


Рис. 1. Кристаллические домены

Гемицеллюлозы (полиозы) являются связующим материалом между целлюлозой и лигнином. Древесные гемицеллюлозы представляют собой

короткие (степень полимеризации от 100 до 200), сильно разветвленные гетерополимеры с преобладанием ксилозы, плюс глюкоза, манноза, галактоза и арабиноза, а также различные виды уроновых кислот. В зависимости от преобладающего типа сахара гемицеллюлозы называются маннанами, ксиланами или галактанами. Сахара С5 и С6, связанные 1,3, 1,6 и 1,4 гликозидными связями и часто ацелированные, образуют рыхлую, очень гидрофильную структуру, которая действует как клей между целлюлозой и лигнином.

Напротив, лигнин представляет собой трехмерную полифенольную сеть, состоящую из диметоксилированных (сирингил), монометоксилированных (гваяцил) и неметоксилированных (п-гидроксифенил) фенилпропаноидных звеньев, полученных из соответствующие п-гидроксициннамиловые спирты, которые дают начало множеству субъединиц, включая различные эфиры и С-С облигации. Лигнин обладает гидрофобностью и высокой устойчивостью к химическому и биологическому разложению. Он расположен в средней пластинке, действуя как цемент между растительными клетками, и в слоях клеточной стенки, образуя вместе с гемицеллюлозой аморфную матрицу, в которую внедрены фибриллы целлюлозы и защищены от биодеградации. Содержание и состав лигнина варьируются в зависимости от различных групп растений [2]. Кроме того, лигнин состав варьируется в зависимости от различных тканей древесины и слоев клеточной стенки.

Другие неструктурные компоненты растительных тканей, включая соединения, которые можно экстрагировать органическими растворителями, такие как фенолы, дубильные вещества, жиры и стерины, водорастворимые соединения, такие как сахара и крахмал, а также белки и зола, обычно составляют менее 5% от сухого веса древесины. Связь между полисахаридными (целлюлоза и гемицеллюлоза) и неполисахаридными (лигнин) компонентами в структуре растительных клеточные стенки в значительной степени ответственны за их механическую и биологическую устойчивость.

В природе батарея ферментов (гидролитических и окислительных), вырабатываемых различными грибами и бактериями, работает в синергии, чтобы осуществить деградацию лигноцеллюлозы. Грибы способны разлагать целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин в разлагающихся растениях с помощью сложного набора выделяемых гидролитических и окислительных ферментов, в то время как нитевидные бактерии рода *Streptomyces*, среди прочих, способны разлагать лигноцеллюлоза содержится в почве и компостах также благодаря активности выделяемых целлюлаз, гемицеллюлаз и пероксидаз.

Эти бактериальные ферменты, в отличие от биокатализаторов, продуцируемых грибами, более устойчивы к температуре и способны работать при щелочном рН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bušić A. Bioethanol Production from Renewable Raw Materials and Its Separation and Purification: A Review / A. Bušić, N. Mardetko, S. Kundas. – URL : https://www.researchgate.net/publication/325564836_Bioethanol_production_from_Renewable_Raw_Materials_and_Its_Separation_and_Purification_A_Review (date of the application 13.10.2021). - Text : electronic.
2. Григорьева О. Н. Кислотный гидролиз лигноцеллюлозосодержащего сырья в технологии получения биоэтанола / О. Н. Григорьева, М. В. Харина. - Текст : непосредственный // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 10. – С. 128–132.
3. НБА : Российская Биотопливная Ассоциация : сайт – URL : <https://biotoplivo.ru/bioetanol/> (дата обращения 05.10.2022). – Текст : электронный.

УДК 662.753

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК

Сапрыгина А. В., бакалавр, avs303@tpu.ru

Богданов И. А., ассистент, bogdanov_ilya@tpu.ru

г. Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Аннотация. В работе проведено исследование изменения низкотемпературных свойств моторных масел при добавлении различных депрессорных присадок.

Ключевые слова: моторное масло, температура застывания, депрессорная присадка.

Одним из важнейших направлений нефтеперерабатывающей отрасли в Российской Федерации является производство различного рода масел. При этом в силу климатических особенностей нашей страны масла должны обладать стойкостью к низким температурам и не утрачивать своих эксплуатационных свойств в процессе холодного хранения. Классически для улучшения свойств масел применяют различные присадки, в том числе депрессорные присадки, улучшающие низкотемпературные характеристики масел [1-5].

В данной работе была произведена сравнительная оценка низкотемпературных свойств масел до и после добавления депрессорных присадок.

В качестве образцов были взяты три моторных масла марок: МOTO2Т, 80W-85, 10W-40, а также компрессорное минеральное масло.

Концентрации депрессорных присадок в работе были использованы согласно рекомендациям производителя, указанным на упаковке: присадка 1 – 0,1 мл на 100 мл масла; присадка 2 – 0,2 мл на 100 мл масла.

Для исходных масел и смесей масел с депрессорными присадками была определена температура застывания (Тз) согласно требованиям стандарта [6].

В Таблице 1 отражены результаты определения температуры застывания образцов масел до и после добавления депрессорной присадки 1.

Исходя из данных Таблицы 1, можно сделать вывод, что присадка 1 работает на всех образцах, кроме масла 10w-40 (изменение температуры застывания при добавлении присадки 1 находится в пределах погрешности используемого метода определения). Наилучший результат присадка показала на компрессорном минеральном масле, снижение температуры застывания составило 19 °С.

Таблица 1

Значение температуры застывания моторных масел до и после добавления присадки 1

Образец масла	МOTO2Т	80W-85	Компрессорное минеральное	10W-40
Тз, до добавления присадки, °С	-7	-17	-13	-26
Тз, после добавления присадки, °С	-17	-26	-32	-27
Изменение Тз, °С	-10	-9	-19	-1

Таблица 2

Значение температуры застывания моторных масел до и после добавления присадки 2

Образец масла	МOTO2Т	80W-85	Компрессорное минеральное	10W-40
Тз, до добавления присадки, °С	-7	-17	-13	-26
Тз, после добавления присадки, °С	-15	-24	-26	-30
Изменение Тз, °С	-8	-7	-13	-4

Из результатов, представленных в Таблице 2 можно сделать вывод, что присадка 2 работает на всех маслах. Наибольшее изменение температуры застывания показало компрессорное минеральное масло (снижение на 13 °С).

Так же из полученных результатов можно заключить, что присадка 1 влияет на температуру застывания моторных масел сильнее, чем присадка 2 (среднее снижение составляет 6,7 °С, для присадки 2 – 6,3 °С).

Полученные результаты можно объяснить в первую очередь различиями в углеводородном составе исследуемых образцов. Кроме того, все образцы моторных масел являются товарными продуктами, в которых уже используются пакеты присадок, введенные производителем, из-за чего при добавлении дополнительных присадок может происходить взаимодействие между присадками, что приводит к неудовлетворительным результатам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захиват М. М. А. Температурные режимы механоактивации и диспергирования присадок для моторного топлива и масла / М. М. А. Захиват, Н. В. Земцова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2022. – Т. 9, № 3-4. – С. 7-12.

2. Проблемы защиты двигателей зерноуборочных комбайнов от износа и коррозии / В. В. Остриков, В. К. Нагдаев, М. В. Вигдорович [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15, № 2(73). – С. 18-27.

3. Способы улучшения пусковых свойств дизельных двигателей в зимний период эксплуатации / А. В. Елизаров, М. Ю. Кильянов, А. И. Лавренчук [и др.]. – Текст : непосредственный // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И. М. Губкина. – 2022. – № 3 (308). – С. 164-168.

4. Путинцев С. В. Влияние вязкости минерального моторного масла и присутствия в нем антифрикционной присадки на механические потери малоразмерного дизеля / С. В. Путинцев, С. П. Чирский, С. С. Стрельникова. – Текст : непосредственный // Двигателестроение. – 2021. – № 1 (283). – С. 26-31.

5. Пашукевич С. В. Исследование влияния депрессорных присадок на физико-химические свойства моторного масла / С. В. Пашукевич. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2021. – № 3 (177). – С. 30-34.

6. ГОСТ 20287-91. Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания. Общие положения : межгосударственный стандарт : издание официальное : утв. и введ. в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 13 мая 1991 г. N 671 : взамен ГОСТ 25262-82, ГОСТ 20287-74 / разработан и внесён Министерством нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР – Москва: Стандартинформ, 2006. – 9 с. – Текст : непосредственный.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ГАЗА

Сафин Н. С., магистрант, nikita.safin.37@mail.ru

Глазунов А. М., канд. техн. наук, доцент, glazunovam@tyuiu.ru

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены соединения и примеси, которые необходимо удалить на стадии промышленной подготовки для получения товарного газа, причины подготовки газа, критерии, определяющие его качество, современные методы снижения точки росы по углеводородам и воде, их плюсы и минусы, конструктивные и технологические особенности, а также проведено сравнение эффективности и экономической привлекательности предложенных методов.

Ключевые слова: температура точки росы, низкотемпературная сепарация газа, низкотемпературная конденсация газа, газогидраты, абсорбция, адсорбция.

Природный газ, добываемый из скважин, содержит в своём составе большое количество примесей (вода, песок, сероводород, углекислый газ, гелий, парафины и пр.), оказывающих различное влияние на общие свойства газа, работу оборудования, усложняющие дальнейшую транспортировку газа и его применение потребителями. Поэтому перед подачей его в магистральный трубопровод необходимо довести газ до состояния, соответствующего требованиям. Самые важные из них температура точки росы по воде и углеводородам, характеризующие минимальную температуру, ниже которой происходит выделение из газа жидкости.

Данные требования нормируются следующими стандартами: стандартом организации на газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам (СТО Газпром 089-2010.) [1]; государственным стандартом (ГОСТ 5542-87) на газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения [2]; государственным стандартом (ГОСТ 27577-2000) газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания [3].

Основным критерием качественно подготовленного газа является его однофазное состояние на всём этапе транспортировки, что гарантирует надёжную эксплуатацию и эффективную работу газопроводных систем. Такое серьёзное отношение к качеству подготовки газа связано с тем, что газ, добываемый в районах Крайнего Севера, необходимо переместить к потребителю (страны Европы, заводы, расположенные в Южной и Европейской части Российской Федерации, а также жителям нашей страны для бытового потребления). При всём этом транспорт газа проходит при высоком давлении (до 10 МПа), и низких температурах (до минус 10-15 °С).

При некачественной подготовке газа на пути его перемещения могут происходить фазовые превращения в жидкое и твёрдое состояние

(выделение воды, углеводородного конденсата, льда, образование газогидратов [4]), приводящие к увеличению гидравлического сопротивления в газопроводе, увеличению вероятности его разрыва, нарушению нормальной работы компрессорного оборудования и так далее.

В современном мире существует множество технологических решений по подготовке газа. Большинство из них осуществляется непосредственно на промысле, вблизи газовых месторождений, на установках комплексной подготовки газа (УКПГ).

Первым, и одним из самых эффективных, простых и экономически выгодных решений, является Низкотемпературная Сепарация Природного Газа (НТС ПГ). Данная технология благодаря тому, что газ выходит из скважины с очень высоким давлением, достигающим 10-15 МПа, позволяет преобразовать его в дешевый холод методом дросселирования [4]. Из оборудования на установке НТС используются входной сепаратор, несколько теплообменников, дроссель Джоуля-Томпсона (либо трубка Ранка, или турбодетандер), низкотемпературный сепаратор и трехфазный сепаратор. Из-за небольшого числа аппаратов эксплуатация и обслуживание становятся весьма проще и обойдутся компании дешевле на стадии строительства, их логистики и монтажа. Температура точки росы по углеводородам доходит до минус 30 °С, по воде – до минус 70 °С. Единственный минус технологии заключается в том, что по истечению некоторого времени (5-10 лет) внутрислоежное давление начнет снижаться, но эта проблема решается монтажом дополнительной компрессорной установки, нагнетающей давление после входного сепаратора.

Второй метод – это Низкотемпературная Конденсация (НТК) газа. Это процесс охлаждения природного и попутного нефтяного газа при постоянном давлении с применением внешнего холода и охлаждением до температуры конденсации тяжелых углеводородов и воды, с последующим их отделением в сепараторах. Точка росы по углеводородам на данном типе установок может достигать минус 40 °С, а по воде – минус 80 °С. В следствие более низких температур процесса (в сравнении с НТС) выход углеводородного конденсата также выше, что экономически выгодно для предприятия. В аппаратном оформлении установка НТК схожа с НТС, однако отсутствует устройство дросселирования, а охлаждение осуществляется в пластинчатых либо кожухотрубчатых теплообменниках внешними хладагентами. Из минусов стоит подчеркнуть, что для поддержания «холода» требуется дополнительное оборудование для охлаждения хладагента, емкость для его хранения и насосы для его циркуляции. Поэтому стоимость установки, её монтажа, обслуживания и ремонта несколько дороже, чем установки НТС.

Установки адсорбционной и абсорбционной подготовки газа подходят для осушки газа (удаления воды) [4] и представляют собой простые установки. В первом варианте газ проходит 3 стадии: предварительную се-

парацию газа от основного объема влаги; осушку в абсорбционной колонне жидким абсорбентом; сепарацию газа в выходном сепараторе, в котором отделяются унесенные газом капли абсорбента. Во втором варианте газ после предварительной сепарации осушается в адсорбционной колонне, наполненной адсорбентом, и очищается от адсорбционной пыли в выходном фильтре-сепараторе.

Таким образом, качественная подготовка газа стоит на первом месте для газодобывающих компаний, а вариантов технологических решений достаточно для того, чтобы это обеспечить на должном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО Газпром 089-2010. Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия : стандарт организации : издание официальное : утв. и введ. в действие распоряжением ОАО «Газпром» от 25 октября 2010 г. № 359 : введ. взамен ОСТ 51.40-93 : дата введ. 2011-08-08 / разработан обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ». – Москва : ООО «Газпром экспо», 2011. – 12 с. – Текст : непосредственный.

2. ГОСТ 5542-87. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия : издание официальное : утв. и введ. в действие постановлением государственного комитета СССР по стандартам от 16.04.87 № 36 : введ. взамен ГОСТ 5542-78 : дата введ. 1988-01-01 / разработан Министерством газовой промышленности СССР. – Москва : ИПК Издательство Стандартов, 2000. – 4 с. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ 27577-2000. Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утв. и введ. в действие постановлением государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 25 января 2001 г. № 32 : введ. взамен ГОСТ 27577-87 : дата введ. 2002-01-01 / разработан техническим комитетом по стандартизации ТК 52 "Природный газ" (ВНИИГАЗ). – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 4 с. – Текст : непосредственный

4. Китов Е. С. Анализ технологий промысловой подготовки природного газа / Е. С. Китов, В. И. Ерофеев, С. Н. Джалилова. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 10. – С. 31-38.

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ В СОЗДАНИИ РЕСУРСО- СБЕРЕГАЮЩИХ И ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ИОНООБМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Содикова М. Р., доцент, munsod@mail.ru

г. Ташкент, Республика Узбекистан, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

Аннотация. В данной работе проведены исследования направленных на создания технологических основ новых комплексных решений в производстве ионообменных смол с применением отходов производства и потребления, способствующих улучшению экологической среды, расширению ассортимента и ее конкурентоспособности за счёт улучшения их физических свойств.

Ключевые слова: ионообменная смола, катиониты, аниониты, амфотерные иониты, отработанные иониты, смола госсиполовая (гудрон), продукты окисления толуола, производные фурана, кротоновый альдегид

Вовлечение в производственный цикл получения ионообменных материалов отходов производства и потребления в качестве вторичного сырья обеспечивает эффективное решение задач ресурсосбережения и охраны окружающей среды

Цель исследования заключалась в создании технологических основ новых комплексных решений в производстве ионообменных смол на основе отходов производства и потребления, направленных на расширения ассортимента, повышения экологической среды, улучшение качества продукции и ее конкурентоспособности.

В целях улучшения экологического состояния региона для получения ионообменных смол были вовлечены технологические отходы химических и пищевых производств, полимерные отходы производственного и общественного потребления, а также отработанные иониты, которые до настоящего времени не рассматривались в качестве вторичного сырья.

Выбор вторичных продуктов в качестве сырья для получения различных видов ионообменных материалов обусловлено наличием в структуре вторичных продуктов, во-первых, ионогенных групп, во-вторых, наличие органических циклических (ароматические, циклические) соединений придающие получаемому продукту термическую и химическую стойкость, в-третьих, увеличение доступности функциональных групп ионитов за счёт образования пористости ионитов.

При применении отработанных ионитов наилучших результатов можно достигнуть за счёт идентичности их химического состава составу получаемых ионообменных смол.

Исследования ученых направлены на использование различных видов вторичных продуктов и отходов производств при получении различ-

ной продукции, однако большая часть вторичных продуктов не перерабатываются, а размещаются на производственных площадках и по мере накопления вывозятся на полигоны.

Сырье, вторичные продукты и отходы производств [1], использованные при синтезе ионообменных смол приведены в таблице 1.

Выбор в качестве сырья для создания ионообменных материалов:

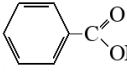
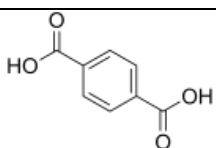
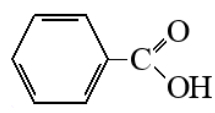
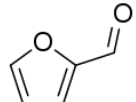
продуктов окисления толуола из захоронителей обусловлено наличием ионогенных групп и ароматических ядер в химическом соединении, а также в рамках реализации основных направлений углубления переработки и утилизации отходов химического производства капролактама;

смола госсиполовой (гудрон) - кубовый остаток дистилляции жирных кислот хлопкового соапстока [2] обусловлено следующими факторами:

во-первых, имеет соответствующие ионогенные функциональные группы;

во-вторых, апробация многоцелевого применения: в качестве модификатора эпоксидных смол, для огнезащитных составов, антисептиков, мастики, шпаклевок, лаков, стабилизаторов комплексного действия и др.

Таблица 1

№	Наименование сырья и вторичных продуктов	Ионогенные группы и ароматические циклы
1.	смола госсиполовая – гудрон от дистилляции жирных кислот хлопкового соапстока;	$C_{18}H_{36}O_2$, $C_{16}H_{32}O_2$, $C_{18}H_{34}O_2$ и др.
2.	гудрон – недистиллируемый кубовый остаток;	$CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$; $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$; $CH_3(CH_2)_3-(CH_2CH=CH)_2(CH_2)_7COOH$; и другие
3.	соапсток – побочный продукт, получаемый при щелочной нейтрализации жиров и масел	
4.	продукты окисления толуола производства капролактама* из захоронителей	 , терефталевая к-та, бензальдегид и др.
5.	продукты переработки полимера	 
6.	неликвидные и отработанные синтетические иониты	КУ-2-8, АН-31, АВ-17-8, сульфоуголь и др
7.	кротоновый альдегид- отход производства уксусного альдегида	C_4H_6O
8.	производные фурана– фурфурол	

производных фурана обусловлено следующими факторами:

во-первых, производные фурана обладают повышенной реакционной способностью благодаря наличию активных водородов в фурановом ядре, сопряженных двойной связью фуранового цикла, активных – СНО и -СН₂ОН функциональных групп;

во-вторых, ароматический характер фуранового цикла способствует прямому замещению водородов в ядре фурана, т.е. введению ионогенных групп;

в - третьих, полимеры, содержащие в структуре фурановые ядра, обладают повышенной термической, химической и радиационной устойчивостью;

кротонового альдегида - отхода производства уксусного альдегида, обусловлено следующими факторами:

во-первых, доступность и его нереализованность (ежегодно образуется, в зависимости от работы установок до 27000 тонн кротонового альдегида);

во-вторых, повышенная реакционная способность (структурообразователь);

отработанных ионитов, обусловлено следующими факторами:

во-первых, перспективный материал, не реализованный в качестве вторичного сырья;

во-вторых, присутствие остаточной сорбционной емкости, т.е. способствует участию дополнительных ионогенных групп;

в-третьих, эффект нового бинарного ионита на основе полимера в полимере;

в-четвертых, синергический эффект ионогенных групп;

в-пятых, возможность использования при синтезе новых видов ионитов, соответствующих по идентичности химического состава отработанных полимеров [3].

Нами с применением выбранного сырья синтезированы ряд ионообменных материалов (катиониты, аниониты, амфотерные иониты) и исследованы основные их физические свойства, гранулометрический состав (размер зерен), насыпная масса, механическая прочность и структуры полученных ионитов, а также определены их статические (СОЕ/ОЕ) и динамические (ДОЕ) обменные емкости.

Разработка технических решений и технологий переработки много-тоннажных отходов, в том числе и полимерных для получения ионообменных смол, актуальна и позволит решить не только проблему утилизации вторичного ценного сырья, но и расширит ассортимент ионообменных смол различного назначения и обеспечит экономию и рациональное использование материальных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобович Б. Б. Управление отходами : учебное пособие / Б. Б. Бобович. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 107 с. — Текст : непосредственный.

2. Проблема использования отходов лакокрасочных материалов и их утилизация / А. Л. Барханаджян, Р. М. Хакимов, Б. Д. Ибрагимов [и др.]. — Текст : непосредственный // Инжиниринг георесурсов. Известия Томского политехнического университета. - 2020. - Т. 331, № 9. - С. 179–185.

3. Ивановский С. К. Экологические аспекты проблемы утилизации отходов полимерной упаковки и техногенных минеральных ресурсов / С. К. Ивановский, А. Н. Бахаева. — Текст : непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-5. - С. 813-817.

УДК 665.753

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ПРЯМОГОННОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА РАЗЛИЧНЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Соснина Д. В., магистрант, dariasosna@mail.ru

Киргина М. В., канд. техн. наук, доцент, mkirgina@tpu.ru

г. Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Аннотация. В настоящее время на территории Российской Федерации стабильно возрастает спрос на производство дизельного топлива, в частности, на производство дизельного топлива зимней и арктической марок, что обусловлено географическим положением большей части страны [1-2]. Наиболее перспективными являются исследования и разработка процессов, позволяющих получать низкозастывающее топливо из прямогонного дизельного топлива на цеолитных катализаторах, которые отличаются невысокой стоимостью и стойкостью к действию каталитических ядов [1-2]. Однако существует большое многообразие цеолитных катализаторов, структура и состав которых, несомненно, оказывают влияние на характеристики получаемых в результате переработки продуктов. Цель данной работы – исследование процесса каталитической переработки прямогонного дизельного топлива на двух различных цеолитных катализаторах и оценка их эффективности. Результаты исследования показали, что переработка прямогонного дизельного топлива на различных цеолитных катализаторах позволяет получать продукты, характеризующиеся улучшением физико-химических и низкотемпературных свойств, а также значительным облегчением фракционного состава.

Ключевые слова: прямогонное дизельное топливо, каталитическая переработка, цеолитный катализатор, низкотемпературные свойства.

Процесс переработки прямогонного дизельного топлива (ДТ) был реализован на лабораторной каталитической установке при температуре 375 °С, давлении 0,35 МПа и расходе сырья 0,5 мл/мин, объем используемого катализатора составил 10 см³. Катализатор 1 (kat 1) – цеолитный катализатор структурного типа ZSM-5 марки КН-30, предоставленный Новосибирским заводом химреагентов; катализатор 2 (kat 2) – Китайский цеолитный катализатор, предоставленный промышленным предприятием.

Характеристики сырья и полученных продуктов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические и низкотемпературные характеристики сырья и продуктов каталитической переработки

Характеристика	Сырьё	Продукт ДТ kat 1	Продукт ДТ kat 2
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с	3,96	1,92	1,75
Плотность при 15 °С, кг/м ³	837,3	832,7	823,4
Массовая доля серы, мг/кг	5781	5240	2388
Температура помутнения, °С	-4	ниже -70	ниже -70
Предельная температура фильтруемости, °С	-5	ниже -70	-50
Температура застывания, °С	-14	ниже -70	ниже -70

Представленные в таблице 1 результаты показывают, что при переработке прямогонного ДТ на разных цеолитных катализаторах наблюдается различие в свойствах полученных продуктов. Продукт переработки ДТ на катализаторе kat 2, характеризуется большим снижением вязкости и плотности (относительно сырья) по сравнению с продуктом переработки ДТ на kat 1. Также в продукте переработки на kat 2 наблюдается значительное снижение массовой доли серы (более чем в 2 раза) по сравнению с сырьем и продуктом переработки ДТ на kat 1. Однако, можно видеть, что продукт, полученный в результате переработки на kat 2, характеризуется более высоким значением предельной температуры фильтруемости (более чем 20 °С), по сравнению с продуктом, полученным на kat 1.

Также стоит отметить, что оба продукта по физико-химическим и низкотемпературным свойствам удовлетворяют требованиям [3] для арктической марки дизельных топлив (кинематическая вязкость при 20 °С 1,5-4,0 мм²/с, плотность не выше 843,4 кг/м³, предельная температура фильтруемости не выше –45 °С).

В таблице 2 представлен фракционный состав сырья и продуктов переработки на цеолитных катализаторах.

Фракционный состав сырья и продуктов каталитической переработки

Доля отгона, % об.	Температура, °С									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Сырье	149	170	182	196	217	242	264	293	322	348
Продукт ДТ kat 1	38	101	156	192	226	255	271	302	305	307
Продукт ДТ kat 2	38	112	165	193	223	254	276	304	323	–

Как можно видеть из результатов, представленных в таблице 2, в результате каталитической переработки у продуктов наблюдается значительное облегчение фракционного состава. Также, результаты определения фракционного состава показывают, что продукты, полученные при переработке на разных цеолитных катализаторах, соответствуют требованиям [3], предъявляемым для арктической марки дизельных топлив (50 % об. отгоняется при температуре не выше 255 °С).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Улучшение качества низкозастывающих дизельных топлив в процессе каталитической гидродепарафинизации / Ф. А. Бурюкин, С. С. Косицына, С. А. Савич [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Химия и химические технологии. – 2004. – Т. 325, № 3. – С. 14-22.

2. Китова М. В. Каталитическая депарафинизация нефтяного сырья на новых катализаторах с получением экологически чистых дизельных топлив : 05.17.07 : дис. ... канд. техн. наук / М. В. Китова : СамГТУ. - Москва, 2001 – 153 с. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия : Межгосударственный стандарт : издание официальное : Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1871-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 305—2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2015 г. : взамен ГОСТ 305-82 : дата введения 2013-11-14 / разработан ОАО «ВНИИ НП», Техническим комитетом по стандартизации ТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы». – Москва : Стандартинформ, 2014. – IV, 11 с. : 29 см. – Текст : непосредственный.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЭТАНОЛА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

Старцев В. С., магистрант, startsev-vlad@mail.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Опасения по поводу истощения запасов ископаемого топлива, энергетической безопасности и изменения климата привели к принятию новых законов, которые требуют, чтобы в качестве топлива использовать больше возобновляемых источников энергии, например, биоэтанол. Биоэтанола уделяется значительное внимание в глобальном масштабе. Он рассматривается как долгосрочная замена бензину, помогающая снизить выбросы выхлопных газов.

Ключевые слова: биоэтанол, биотопливо, источник энергии.

Ископаемые виды топлива, такие как бензин и дизельное топливо, являются невозобновляемыми источниками энергии, которые истощаются с каждым днем все больше и больше. Вскоре такие традиционные виды топлива станут дефицитными. Поэтому ученые прилагают большие усилия для поиска способов для сокращения использования ископаемых видов топлив за счет использования альтернативных видов биотоплива, например биоэтанола, который смешивается с дизельным топливом и бензином в различных концентрациях.

В настоящее время США являются ведущим производителем биоэтанола в мире. По данным 2006 г. в США было произведено 18,3 млрд литров биоэтанола [1]. Такой биоэтанол используют для создания смесей E85, которые состоят из 85% этанола и 15% бензина, и используются в качестве автомобильного топлива [2]. Также около 3% от всего парка автобусов США городского назначения (более 400 автобусов) используют биоэтанол в качестве топлива [3].

Такое использование биоэтанола повышает энергетическую независимость страны, а также решает такие фундаментальные проблемы, как истощение запасов ископаемых, рост цен на нефть, выбросы углерода и массовая концентрация твердых частиц в выхлопных газах автомобилей.

Однако при использовании биоэтанола также могут возникать проблемы. Во-первых, биоэтанол смешивается с водой, что может вызвать коррозию компонентов двигателя, таких как топливная форсунка и электрический топливный насос. Кроме того, биоэтанол притягивает больше воды из окружающей среды, поскольку он гигроскопичен по своей природе. Во-вторых, проблема с запуском автомобиля может возникнуть в холодную погоду, когда двигатель работает на чистом этаноле, который трудно испаряется. В-третьих, при использовании биоэта-

нола в качестве топлива для двигателя всегда проявляется трибологический эффект на свойства и рабочие характеристики смазочного материала, возникающие в результате разбавления топлива. В процессе сгорания некоторое количество несгоревшего топлива ударяется о холодную стенку камеры сгорания и затем сбрасывается в картер моторного масла через гильзу цилиндра.

Влияние биоэтанола на свойства и эксплуатационные характеристики смазочного масла полностью отличается от влияния бензина из-за того, что биоэтанол имеет более высокую склонность к попаданию в масляный картер двигателя из-за его высокой теплоты испарения по сравнению с бензином. Количество биоэтанола в смазке может значительно ухудшить свойства и производительность моторного масла. Биоэтанол смешивается с водой, но не смешивается с маслом, поэтому внутри смеси биоэтанол–вода–масло будет образовываться эмульсия, что приводит к серьезному износу двигателя и его катастрофическому выходу из строя. Как следствие, моторное масло необходимо часто сливать. Было замечено, что даже небольшое количество разбавленного топлива может ухудшить физико-химические свойства смазочного материала (вязкость, общее щелочное и кислотное число), которые играют важную роль в системе смазки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные методы получения биоэтанола / Ф. Ш. Вильданов, Ф. Н. Латыпова, Р. Р. Чанышев, С. В. Николаева. – Текст : электронный // Башкирский химический журнал. – 2011. - № 18 (2). – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17310275&ysclid=lajwjax09y968126028> (дата обращения: 16.11.2022).

2. Manzetti S. A review of emission products from bioethanol and its blends with gasoline. Background for new guidelines for emission control/ S. Manzetti, O. Andersen. – Text : electronic. // Fuel. – 2015. – № 140. – URL : https://www.researchgate.net/publication/267024753_A_review_of_emission_products_from_bioethanol_and_its_blends_with_gasoline_Background_for_new_guidelines_for_emission_control (date of the application 16.11.2022).

3. Park S. H. Atomization and spray characteristics of bioethanol and bioethanol blended gasoline fuel injected through a direct injection gasoline injector / S. H. Park, H. J. Kim, H. K. Suh, C. S. Lee. – Text : electronic. // International journal of heat and fluid flow. – 2009. – № 30 (6). – URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S01422727X09001167> (date of the application 16.11.2022).

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОЭТАНОЛА

Старцев В. С., магистрант, startsev-vlad@mail.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Биоэтанол — это возобновляемое жидкое топливо не на нефтяной основе, которое считается многообещающим вариантом для преодоления возможного энергетического кризиса, а также для использования экологически чистого топлива. В течение последних десятилетий было проведено большое количество исследований для изучения различных видов сырья и дальнейшего преобразования этого сырья в биоэтанол. В данной статье рассматриваются различные методы производства биоэтанола в зависимости от природы исходного сырья.

Ключевые слова: биоэтанол, ферментация, гидролиз.

На Рис. 1 отражены способы производства биоэтанола из различного вида сырья.

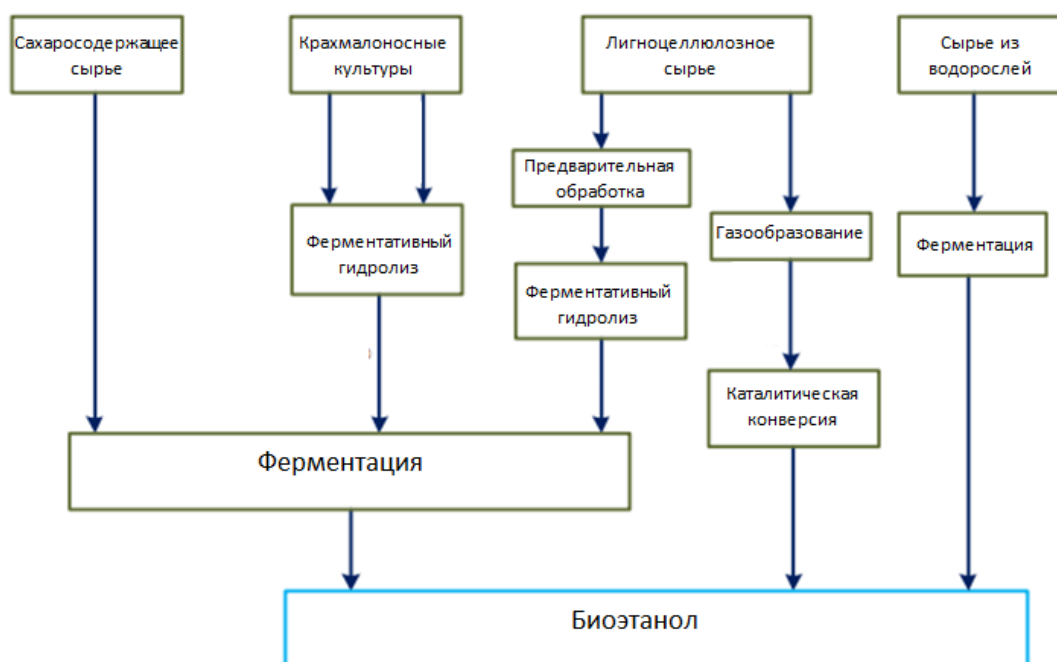


Рис. 1. Производство биоэтанола из различного сырья

Из сахаросодержащего сырья, такого как сахарный тростник и сладкое сорго, извлекают сахарный сок, а затем очищают известью для уменьшения количества красителей и нейтрализации органических кислот. Далее очищенный сахар ферментируют в присутствии подходящего микроорганизма (например, дрожжей) для получения биоэтанола и подвергают дистилляции для отделения биоэтанола [1].

Кукуруза и другие крахмалоносные культуры сначала подвергаются ферментативному гидролизу с образованием сахара, а затем сахар ферментируют для получения этанола. Влажный помол и сухой помол — два традиционных метода производства этанола из кукурузы и других крахмалистых культур. Технология мокрого помола разработана около 150 лет назад. В данной технологии кукурузное зерно разделяется на компоненты, а затем полученный крахмал подвергается ферментативному гидролизу с последующей ферментацией. При сухом помоле исключается процесс замачивания: все зерно кукурузы измельчается, и далее производится этанол, выполняя те же производственные этапы, что и при мокром помоле. В наше время большинство промышленных заводов по производству биоэтанола используют сухой помол, поскольку мокрый помол требует больших капитальных затрат из-за сложного и металлоемкого оборудования [2]. Лигнин из лигноцеллюлозной биомассы вместе с целлюлозой и гемицеллюлозой образует жесткую структуру, проявляющую сопротивляемость ферментативному воздействию во время ферментативного гидролиза. Поэтому, чтобы разрушить такие структуры принимаются химические и физико-химические методы предварительной обработки.

Самым перспективным сырьём для производства биоэтанола являются водоросли [3]. Они являются самыми быстрорастущими растениями на земле. Также для их роста необходимо легкодоступное сырьё: солнечный свет, вода и диоксид углерода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кольцова Е. С. Современное использование альтернативных топлив для автотранспорта / Е. С. Кольцова, Е. М. Иванникова. — Текст : электронный // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы III Междунар. науч. конф. — Санкт-Петербург, 2015. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/126/8288/> (дата обращения: 11.11.2022).

2. Kumar A. Multifarious pretreatment strategies for the lignocellulosic substrates for the generation of renewable and sustainable biofuels / A. Kumar, A. Rapoport, G. Kunze. — Text : electronic. // Renewable Energy. — 2020. — № 160. — URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148120311071> (date of the application 11.11.2022).

3. Morales M. Integrated process simulation for bioethanol production: Effects of varying lignocellulosic feedstocks on technical performance / M. Morales, A. Arvesen, F. Cherubini. — Direct text // Bioresource Technology. — 2021. — № 328. — P. 218-233.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Таранова Л. В., канд. техн. наук, доцент, taranova@list.ru

Попова Н. С., бакалавр, 8922072@gmail.com

г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Решение вопросов энергосбережения для процессов переработки углеводородного сырья весьма важно, учитывая, что производство характеризуется как непрерывно протекающие производства большой мощности. В работе рассмотрены методы повышения энергоэффективности и решения задач энергоресурсосбережения для объектов по переработке углеводородного сырья, а также примеры их применимости в процессах нефтегазопереработки. В итоге предложены подходы для повышения эффективности использования энергоресурсов некоторых типовых отраслевых объектов.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, переработка углеводородного сырья.

В современных условиях весьма значимым становится решение задач энергосбережения, рационального использования энергоресурсов и повышения энергоэффективности. Актуальность решения этих задач для предприятий нефте- и газопереработки, включая и объекты нефтехимической направленности обусловлена рядом их особенностей: большими объемами (мощностью) производства непрерывностью технологического процесса, значительным диапазоном изменения рабочих параметров ведения процессов (температуры и давления), высокими показателями удельных энергозатрат, значительными потерями тепла.

При анализе предлагаемых в научно-технической литературе путей и подходов решения задач энерго- и ресурсосбережения [1-3], можно сделать вывод, что в отраслях переработки углеводородных ресурсов основные энергосберегающие мероприятия необходимо определять применительно к протекающему технологическому процессу. При этом для создания энергоэффективных объектов целесообразно рассматривать мероприятия в двух аспектах – технологическом и техническом.

В этой связи в данной работе выполнен анализ возможных путей энергосбережения и типовых отраслевых технологических и технических решений с рассмотрением некоторых примеров их использования.

При анализе литературных источников и типовых схем базовых отраслевых производств можно выделить ряд направлений применимости энергосберегающих подходов.

Технологические аспекты энергосбережения могут быть, в частности, направлены на:

- разработку новых или оптимизацию и совершенствование существующих технологий и схем энергопотребления
- оптимизацию режимов работы установок
- обеспечение интеграции тепловых потоков и применение технологии замкнутого контура
- повышение степени рекуперации и регенерации тепла
- сокращение потребления внешних материально-энергетических ресурсов и потерь тепла за счет использования вторичных энергоресурсов и низкопотенциального тепла.

В качестве примеров использования технических аспектов при разработке энергосберегающих подходов можно привести:

- совершенствование оборудования для тепловых процессов и повышение эффективности теплопередачи
- сокращение тепловых потерь за счет эффективной и высококачественной теплоизоляции
- использование более эффективных разновидностей аппаратов и типов внутренних устройств с минимизацией гидравлических сопротивлений в трубопроводах и аппаратах
- повышение КПД агрегатов, аппаратов и их внутренних устройств

Возможность применимости тех или иных мероприятий рассмотрена в данной работе на примере анализа работы установки переработки этана и одного из важнейших технологических узлов для отраслевых объектов – узла ректификации.

В результате выполненных исследований предложены варианты модернизации технологических объектов, направленные на повышение степени использования энергетического потенциала собственных потоков установок (технологические аспекты) и эффективное использование оборудования объектов (технические аспекты).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаптев А. Г. Повышение энергоэффективности установок и импортозамещение в нефтегазохимическом комплексе / А. Г. Лаптев, М. М. Башаров. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4. – С. 100-106.
2. Кустова А. А. Энергоэффективность. Почему западная энергосервисная система не работает в России? / А. А. Кустова. – Текст : непосредственный // Энергосбережение. – 2010. – № 8. – С. 40-44.
3. Шихан Б. П. Оптимизация энергозатрат технологических процессов / Б. П. Шихан, С. Жу, В. Рыбкин. – Текст : непосредственный // Территория Нефтегаз. – 2009. – № 8. – С. 80-84.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ УЛАВЛИВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Шабарчин А. А., обучающийся, shabarchin1999@mail.ru
г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Несмотря на технические достижения последнего десятилетия, до сих пор идут споры насчет эффективности процессов улавливания углекислого газа. Существует множество компаний, которые продвигают такие технологии улавливания. Ожидается, что эти технологии сыграют главную роль в энергетической системе с нейтральными или отрицательными выбросами парниковых газов. В этом исследовании проводится обзор и анализ современных существующих технологий улавливания CO₂.

Ключевые слова: углеродная нейтральность, диоксид углерода, улавливание, парниковые газы, высокотемпературные водные растворы, низкотемпературные твердые сорбенты.

С точки зрения энергетической системы технологии улавливания углекислого газа классифицируются как высокотемпературные водные растворы и низкотемпературные твердые сорбенты. Рассмотрим компании, которые активно работают в данных областях улавливания углекислого газа.

Компания Carbon Engineering, основанная в 2009 году, является единственной компанией, занимающейся высокотемпературным улавливанием CO₂ на основе водных растворов. Демонстрационная установка производительностью 1 т CO₂ в день была введена в эксплуатацию в октябре 2015 года. В крупных масштабах компания рассчитывает достичь затрат в размере 75-113 евро/т CO₂, уловленного, очищенного и сжатого до 15 МПа.

Компания Climeworks, также основанная в 2009 году в Швейцарии, является наиболее известной компанией, работающая на низкотемпературных твердых сорбентах. В 2014 году в партнерстве с Audi и Sunfire компания запустила пилотную установку в Дрездене, которая улавливает 80% молекул CO₂ из воздуха, проходящего через систему, и преобразует их в синтетическое дизельное топливо. Компания рассчитывает себестоимость продукции на уровне около 75 евро/т CO₂ для крупных заводов.

Global Thermostat, созданная в 2010 году компанией Eisenberger в Нью-Йорке, является еще одной компанией низкотемпературного улавливания с ее многофункциональной технологией, способной улавливать CO₂ как из атмосферы, так и из выбросов точечных источников. Модульные установки могут использовать отходящее тепло при температуре 85-95 °С для регенерации CO₂ и имеют производительность 40 000 т CO₂/год. Компания объявила об амбициозных планах по доставке CO₂ по цене 11-38 евро/т CO₂.

Antecy, основанная в 2010 году в Нидерландах, использует умеренные температуры 80-100 °С для регенерации уловленного CO₂. После ла-

бораторных испытаний и завершения промышленных проектов в сотрудничестве с Shell компания готова к реализации опытной установки.

Hydrocell Ltd – финская компания, основанная в 1993 году, которая предоставила систему производительностью 1,387 т CO₂ в год. Система упакована в стандартный транспортировочный контейнер и является полностью портативной. Благодаря использованию температурно-вакуумной адсорбции при 70-80°C достигается самая низкая температура регенерации среди обнаруженных технологий, что расширяет возможности применения источников сбросного тепла.

Другими компаниями DAC являются Skytree и Infinitree, однако раскрываемая ими информация очень ограничена. Skytree, основанная в 2008 году и расположенная в Нидерландах, занимается коммерциализацией технологии улавливания CO₂, основанной на электростатическом поглощении и увлажняющей десорбции.

Компания Infinitree использует ионообменный сорбент в процессе изменения влажности. Ранние нишевые рынки для Skytree и Infinitree – это городские фермерские проекты, для которых они обеспечивают CO₂ для более быстрого роста растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Keith D. W. A process for capturing CO₂ from the atmosphere / D. W. Keith. – Direct text // Joule. – 2018. – Vol. 8. – P. 1573-1594.
2. Hepburn C. The technological and economic prospects for CO₂ utilization and removal / C. Hepburn. – Direct text // Nature. – 2019. – Vol. 575, Is. 7781. – P. 87-97.
3. Rabinowitz J. A. The future of low-temperature carbon dioxide electrolysis depends on solving one basic problem / J. A. Rabinowitz. – Direct text // Nature Communications. – 2020. – Vol. 11, №. 1. – P. 1-3.
4. Fasihi M. Techno-economic assessment of CO₂ direct air capture plants / M. Fasihi, O. Efimova. – Direct text // Journal of cleaner production. – 2019. – Vol. 224. – P. 957-980.

Научный руководитель: Дерюгина О. П., канд. техн. наук, доцент

ФЗ № 436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11
----------------	---

Научное издание

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ**

Материалы
Национальной с международным участием
научно-практической конференции
студентов, аспирантов, учёных и специалистов
(20-22 декабря 2022 года)
В 2-х томах
Том I

В авторской редакции

Подписано в печать 16.12.2022. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 19,12.
Тираж 500 экз. Заказ № 2540.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.