

ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Доклады
XVIII Международного симпозиума
«Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»

13–15 марта 2018 г.

**Казань
2018**

УДК 620.22-022.53(082)
ББК 30.3я43
Н25

*Под общей редакцией директора
ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан»
доктора технических наук, профессора,
заслуженного энергетика Республики Татарстан,
лауреата премии Правительства Российской Федерации
в области науки и техники
Е.В. Мартынова*

С о с т а в и т е л и:

Е.В. Мартынов, В.В. Чесноков, С.В. Артамонова

Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан: док. / под общ. ред. Е.В. Мартынова; сост.: Е.В. Мартынов, В.В. Чесноков, С.В. Артамонова // XVIII Междунар. симп., Казань, 13-15 марта 2018 г. / – Казань: Издательство: ИП Шайхутдинов А.И., 420138, РТ, г. Казань, ул. Дубравная, д. 12, кв. 87, 2018. – 402 с.

ISBN 978-5-905861-21-5

Доклады XVIII Международного симпозиума посвящены актуальным проблемам повышения эффективности использования материальных и энергетических ресурсов, разработки и реализации региональных и производственных программ энергоресурсоэффективности.

Предназначены для специалистов, работающих в промышленности, энергетике, финансовых и банковских структурах, работников муниципальных образований, преподавателей учебных заведений, аспирантов и студентов.

Материалы докладов публикуются в авторской редакции.

Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов.

Все права защищены. Материалы Сборника докладов не могут быть воспроизведены в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, магнитную запись или иные средства копирования или сохранения информации без письменного разрешения ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан».

ISBN 978-5-905861-21-5

© ГАУ «Центр энергосберегающих технологий
Республики Татарстан при Кабинете Министров
Республики Татарстан», 2018 г.
© Оформление ИП Шайхутдинов А.И., 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ОРГАНИЗАТОРЫ	14
ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ	15
ПРИВЕТСТВЕННЫЕ СЛОВА.....	17
<i>Приветствие Премьер-министра Республики Татарстан</i>	
<i>Алексея Валерьевича Песошина</i>	17
<i>Приветствие Заместителя Премьер-министра Республики Татарстан –</i>	
<i>министра промышленности и торговли Республики Татарстан</i>	
<i>Альберта Анваровича Каримова</i>	18

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ДОКЛАДЫ

О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН НА 2014-2020 ГОДЫ» ПО ИТОГАМ 2017 ГОДА И ЗАДАЧАХ НА 2018 ГОД <i>Каримов А. А., Заместитель Премьер-министра Республики Татарстан – министр промышленности и торговли Республики Татарстан, г. Казань</i>	20
О МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОРЕСУРСЭФФЕКТИВНОСТИ В ЖИЛИЩНО- КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН <i>Файзуллин И. Э., Министр строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан, г. Казань</i>	44
ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН <i>Фардиев И. Ш., генеральный директор ОАО «Сетевая компания», г. Казань</i>	50
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН <i>Ахметов М. Г., Министр сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, г. Казань</i>	53
СОВЕЩАНИЕ О ПРАКТИКЕ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ВНЕБЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ ПО СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ	
ЭНЕРГОСЕРВИС НА ОБЪЕКТАХ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>Ляшук В. Ф., Научно-экспертный совет при Рабочей группе Совета Федерации по мониторингу реализации законодательства в области энергетики, энергосбережения и повышения энергетической эффективности, г. Москва</i>	59
ЭНЕРГОСЕРВИСНЫЙ КОНТРАКТ ПО УЛИЧНОМУ ОСВЕЩЕНИЮ В Г. ЧИСТОПОЛЬ <i>Пушканов С. В., ООО «КВЕСТ», г. Чистополь</i>	63
ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ <i>Бойко Д. В., ООО «Эктив Соцэнергосервис», г. Москва</i>	65

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСЕРВИСНЫЕ КОНТРАКТЫ – ОПЫТ УДМУРТСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ

Берлинский П. В., АНО «Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики»,
г. Ижевск68

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
ГАУ «АГЕНТСТВО ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ» В 2017 ГОДУ

Федечкин В. А., ГАУ «Агентство по повышению эффективности использования
имущественного комплекса Саратовской области», г. Саратов72

КРУГЛЫЙ СТОЛ «ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОРЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ»

ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОРЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ

Кандони Фабрицио, Компания «AVIETTA Srl Italia», Италия, г. Милан.....76

«ЗЕЛЕННЫЕ» СТАНДАРТЫ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.
ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ

Капко Д. В., Ассоциация «Национальный центр зеленого строительства», г. Москва80

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Мингазетдинов И. Х., Кулаков А. А., ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева», г. Казань
Газеев Н. Х., Республиканский совет общественной организации «Общество
изобретателей и рационализаторов Республики Татарстан», г. Казань85

ТЕХНОЛОГИЯ ПОТОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА В ОРГАНИЧЕСКОЕ
УДОБРЕНИЕ И КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ АБСОРБЕНТОВ

Хафизов Р. А., Сулейманова С. В., ООО «БАРС», г. Уфа87

УСТОЙЧИВОСТЬ ASPERGILLUS NIGER К БЕЛОМУ ФОСФОРУ. МИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ Р4

Миндубаев А. З., Волошина А. Д., Бадеева Е. К., Институт органической и физической
химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань,
Бабынин Э. В., Акосах Й. А., ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный
университет, г. Казань,
Кабирова Г. Г., Шайхутдинов Р. К., Синицина А. А., Шарипов А. А., Махиянов А. Н.,
Пискунов Д. Б., Реджепов Д. К., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», г. Казань
Озерская С. М., Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина
Российской академии наук, г. Пуццоно91

ПРИМЕНЕНИЕ «ЗЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА» В ЧАСТИ ЭКОНОМИИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
Бадрутдинов Р. Р., ООО Инженерный Центр «Энергопрогресс», г. Казань.....95

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЕРНЫХ БЕТОНОВ <i>Медведева Г. А., Ахметова Р. Т., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно- строительный университет», г. Казань</i>	98
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДНЫХ СТОКОВ <i>Аетов А. У., Усманов Р. А., Габитов Р. Р., Мазанов С. В., Гумеров Ф. М., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань</i>	102
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОКОНТРОЛЛИНГА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ <i>Кантюков Р. Р., Гареев Р. А., Злобин А. В., ООО «Газпром трансгаз Казань», г. Казань</i>	106
ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДОНОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ <i>Апкин Р. Н., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань</i>	111
КРУГЛЫЙ СТОЛ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ НА РЫНКЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ»	
ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ТЕПЛОСЕТЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ИНЫХ СОБСТВЕННИКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ, НАЧИСЛЕНИИ ПОТЕРЬ <i>Лапин К. В., АО «Татэнерго», г. Казань</i>	117
ПЕРЕХОД НА ПРЯМЫЕ ДОГОВОРЫ: ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ <i>Запольская И. Н., АО «Татэнерго», г. Казань</i>	120
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ В ЧАСТИ СБОРА ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ УЧЕТА И ВЫЯВЛЕНИЯ НЕКОРРЕКТНОЙ РАБОТЫ ПРИБОРОВ УЧЕТА ПОСРЕДСТВОМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ <i>Козлов А. А., Зинурова Д. Р., АО «Татэнерго», г. Казань</i>	123
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ <i>Цветкович Д. М., Васев А. В., Бальзамов Д. С., ООО Инженерный Центр «Энергопрогресс», г. Казань</i>	127
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ <i>Алимулова С. Р., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань</i>	132

МАЛЫЕ ТЭЦ, ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ

Гумерова Р. Х., Смирнов П. В., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ», г. Казань 134

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛОСНАБЖЕНИЯ

Загретдинова А. Р., Кондратьев А. Е., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань 137

УСТРОЙСТВО ИТП КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Толуева Д. С., Ахмерова Г. М., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань 139

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Мингалимова Н. Р., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань 143

О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Звонарева Ю. Н., Ваньков Ю. В., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань 146

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ СТУ-Ф В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Кузнецова М. В., Ахмерова Г. М., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань 149

К ВЫБОРУ ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВОЙ СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕПЛОТЫ АБОНЕНТОВ К ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ

Сергеева Е. К., ООО «Элита-Регион», г. Казань,
Гусячкин А. М., Смирнова А. А., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань 151

КОНФЕРЕНЦИЯ «РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИЭ В МИРЕ И РОССИИ. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ТАТАРСТАНЕ

Грибков С. В., Российская инженерная академия, Комитет ВИЭ РосСНИО, ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского», г. Москва 155

КОНЦЕПЦИЯ ЭКСПЕРТНО-КОНСАЛТИНГОВОЙ СЕТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ И ПРОГРАММ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Мартынов Е. В., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань 166

ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ «РАЗВИТИЕ РЫНКА
ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН» В 2017 ГОДУ И ПЛАНЫ
ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ НА 2018 ГОД»

Газизуллин Б.Б., Филиал ООО «Газпром газомоторное топливо» в г. Казань, г. Казань170

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ НА ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ВИЭ В РОССИИ

Кролин А.А., ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва..174

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Закиров Д.Г., Ассоциация энергетиков Западного Урала, г. Пермь

Мухамедшин М.А., Горный институт Уральского отделения Российской академии наук,
г. Пермь.....178

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ВЕТРОГЕНЕРАТОР С МАХОВИЧНЫМ НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ
И С МАГНИТНЫМ МУЛЬТИПЛИКАТОРОМ

Афанасьев А.Ю., Берёзов Н.А., Газизов И.Ф., Макаров А.В., ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,
г. Казань.....182

РАЗРАБОТКА ТЕХНОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СЕРОВОДОРОДА С ПОЛУЧЕНИЕМ
ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА НА МИНИ-ТЭС

Афанасьева О.В., Мингалеева Г.Р., Вафин А.Р., ФГБОУ ВО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань.....185

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Мингазетдинов И.Х., Кулаков А.А., ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань

Газеев Н.Х., Республиканский совет общественной организации «Общество
изобретателей и рационализаторов Республики Татарстан», г. Казань189

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИЛИВОВ И ОТЛИВОВ
В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Ким А.Г., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань.....191

ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Иванова Е.Ю., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань.....194

О ШИРОКОМАСШТАБНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА
В АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ КОРИДОРАМ

Тарханов О.А., Чернов П.П., г. Казань197

О ПРОБЛЕМАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Иванова В.Р., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань.....200

КРУГЛЫЙ СТОЛ «КОНЦЕПЦИЯ УМНОГО РЭСА»

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ «УМНЫХ СЕТЕЙ» ГОРОДСКОГО И СЕЛЬСКОГО ТИПА

Галимзянов И. Р., ОАО «Сетевая компания», г. Казань204

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВОЗДУШНЫХ
ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

Парамонов М. А., ОАО «Сетевая компания», г. Казань 207

**ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЦИФРОВОГО РЭС НА ОБЪЕКТАХ ОАО «СЕТЕВАЯ
КОМПАНИЯ»**

Панков О. В., ООО МНПП «АНТРАКС», г. Фрязино

Карташева Е. А., ООО «А-Три», г. Фрязино210

КОМПЛЕКСНАЯ ДИСТАНЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

**Голенищев-Кутузов А. В., Иванов Д. А., Марданов Г. Д., Семенников А. В.,
Аввакумов М. В.**, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань 214

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Муфаздалов И. Р., Рыжов Б. А., Ахмадеев Р. Д., Петров А. А., ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ»,
г. Казань218

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**СИСТЕМА ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА КАК ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Бородай Е. Н., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань 221

**ЖИДКОЕ КОТЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЕРЕХОДА
К РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

Зверева Э. Р., Ахметвалиева Г. Р., Монгуш Ю. К., ФГБОУ ВО «Казанский
государственный энергетический университет», г. Казань

Макарова А. О., Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань226

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЁННЫХ
ПУНКТОВ СЖИЖЕННЫМ УГЛЕВОДОРОДНЫМ ГАЗОМ**

Калякин П. М., Барышева О. Б., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-
строительный университет», г. Казань 231

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ГАЗОПРОВОДОВ

Залялова А. Р., Барышева О. Б., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-
строительный университет», г. Казань235

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ СТАНКОВ И ПЕРСОНАЛА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ <i>Мухаметзянов И. А., ООО «ИЦ «Станкосервис», г. Смоленск</i>	239
РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ <i>Бородай Е. Н., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань</i>	242
РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУСКА И РАБОТЫ ГЛАВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА КРИВОШИПНОГО ПРЕССА <i>Дмитриев Е. В., Хайруллин И. Р., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань</i>	246
ВЛИЯНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ <i>Гумерова Р. Х., Каримов А. Р., Юнусов Н. А., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань</i>	252
РАЗРАБОТКА СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ <i>Николаева Л. А., Хамзина Д. А., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань</i>	255
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОНОМНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ <i>Барышева О. Б., Салахова А. Ф., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань</i>	259
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЬДОАККУМУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ <i>Халлиев И., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань</i> <i>Галиев А. И., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань</i>	262
МНОГОУРОВНЕВОЕ УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ВЫСШИХ ГАРМОНИК ТОКОВ <i>Афанасьев А. Ю., Газизов И. Ф., Макаров А. В. Берёзов Н. А., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань</i>	264
ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ <i>Намаева В. А., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань</i>	269
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В ИБП <i>Гумерова Р. Х., Матхаликов А. Р., Смирнов П. В., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань</i>	271

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Барышева О. Б., Варсегова Е. В., Харисова Д. Р., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань275

ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА РТ В ОТНОШЕНИИ НАСЕЛЕНИЯ И ПРИРАВНЕННЫХ К НЕМУ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЭ

Наумов А. А., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань278

«ТЕПЛАЯ» КЕРАМИКА КАК ПУТЬ К ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Ибрагимов Л. У., Барышева О. Б., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань282

МОТОР-КОЛЕСО С СИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ И УЛУЧШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Афанасьев А. Ю., Каримов А. Р., Петров А. А., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань286

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ

Лаптева Е. А., Коробова К. И., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань290

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ СЖИГАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА ПЕРЕМЕННОГО СОСТАВА В ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Сайфуллин Э. Р., Назарычев С. А., Малахов А. О., Ларионов В. М., ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань293

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В НЕОТАПЛИВАЕМЫХ ПОДВАЛАХ

Заялова А. Р., Салахова А. Ф., Чернышова В. А., Ахмерова Г. М., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань297

АНАЛИЗ ТРЕХФАЗНОЙ ОБМОТКИ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Афанасьев А. Ю., Петров А. А., Каримов А. Р., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань301

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Нуруллин Э. Г., ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань306

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ КЛАПАН

Барышева О. Б., Хабибуллин Ю. Х., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань310

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

Петров А. А., Найман М. О., Петрухин О. М., Найман С. М., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань	313
--	-----

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Гатауллин Р. Н., Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр Российской академии наук, г. Казань	317
---	-----

ВОДОСТОЙКИЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ БЕСКЛИНКЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Халиуллин М. И., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань	321
---	-----

СИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ С МАГНИТНОЙ РЕДУКЦИЕЙ

Афанасьев А. Ю., Рыбушкин Н. А., Килиманов К. А., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань	324
--	-----

ПРИМЕСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В МАСЛЕ – ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО АППАРАТА

Лютикова М. Н., Филиал ПАО «ФСК ЕЭС» – Ямало-Ненецкое ПМЭС, г. Ноябрьск	328
--	-----

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Танеева А. В., Кузнецова Т. И., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань	333
---	-----

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ В АСПЕКТЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Гусакова Н. В., Филюшина К. Э., Добрынина О. И., Ярлакабов А. А., ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск	336
---	-----

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТОКАМИ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ВОЗБУЖДЕНИЕМ ОТ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ С УЧЁТОМ ПОТЕРЬ В СТАЛИ

Макаров А. В., Афанасьев А. Ю., Берёзов Н. А., Газизов И. Ф., ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)», г. Казань	341
--	-----

КАУЧУК – КАК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ

Хаеретдинова А. Д., Барышева О. Б., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань	344
--	-----

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАБИЛИЗАТОРА РАСХОДА
ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА

Сафиуллин Ф. Ф., Бройда В. А., ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-
строительный университет», г. Казань 347

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ С ГОЛОНОМНЫМИ
СВЯЗЯМИ

Афанасьев А. Ю., Рыбушкин Н. А., Килиманов К. А., ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ»,
г. Казань 349

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУРАНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ

Ву Нгок Зан, Новиков В. Ф., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический
университет», г. Казань 353

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ И КОНВЕКТИВНОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩУЮ КОНСТРУКЦИЮ

Ключников О. Р., Астраханов М. В., ФГБОУ ВО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань 355

УСТАНОВКА ТЕПЛОХЛАДОСНАБЖЕНИЯ

Хабибуллин Ю. Х., Барышева О. Б., ФГБОУ ВО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань 359

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ ТЭС КАК ЭЛЕМЕНТ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Сенин С. В., Найман М. О., Петрухин О. М., Найман С. М., ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ»,
г. Казань 363

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ У ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Рыжов Б. А., Муфаздалов И. Р., Ахмадеев Р. Д., ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань 366

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАСАДОЧНЫХ ДЕКАРБОНИЗАТОРОВ

Лаптева Е. А., Фатхуллин Р. И., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический
университет», г. Казань 368

КОЭФФИЦИЕНТ МАССООТДАЧИ В СТРУЙНО-ПЛЕНОЧНОМ КОНТАКТНОМ УСТРОЙСТВЕ

Хафизова А. И., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань 372

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ
ОТХОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ
ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Фахреев Н. Н., Тухватуллин И. Л., Галимов И. Ф., ФГБОУ ВО «Казанский
государственный энергетический университет», г. Казань 375

ВОЗМОЖНОСТИ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СЪЕМКИ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Енюшин В. Н., Кабанова Т. В.</i> , ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань	378
СОРЕБЦИЯ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРИСАДКИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА НА СИЛИКАГЕЛЕ В СРЕДЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ <i>Никонова А. О., Ланду А. Н., Нигматуллин Р. Р., Новиков В. Ф.</i> , ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань	382
СЖИГАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ <i>Зинуров В. Э.</i> , ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань	384
ПРОБЛЕМА КОНТРОЛЯ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРИСАДКИ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ <i>Нгуен Зуи Хынг, Новиков В. Ф.</i> , ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань	386
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОЧНО – МОДУЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ <i>Енюшин В. Н., Кашапов И. Ф.</i> , ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань	388
ЗАМКНУТЫЕ ВОДООБОРОТНЫЕ СИСТЕМЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ <i>Шарафиева Н. С.</i> , ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань	391
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЖИДКОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ <i>Хабибуллин Ю. Х., Барышева О. Б., Хабибрахманов А. Ф.</i> , ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань	394
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	398

ОРГАНИЗАТОРЫ

Кабинет Министров Республики Татарстан

Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан

Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан

Министерство транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан

Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан

Министерство образования и науки Республики Татарстан

Министерства по делам молодежи и спорту Республики Татарстан

Министерства труда, занятости и социальной защиты Республики Татарстан

Министерство информатизации и связи Республики Татарстан

Агентство инвестиционного развития Республики Татарстан

ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан»

ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан»

РОР «Ассоциация предприятий и предпринимателей Республики Татарстан»

ПАО «Татнефть»

ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг»

АО «Татэнергосбыт»

АО «Татэнерго»

ОАО «Сетевая компания»

ОАО «Казанская ярмарка»

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева»

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

ПЕСОШИН АЛЕКСЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ

Премьер-министр Республики Татарстан, сопредседатель организационного комитета

ИНЮЦЫН АНТОН ЮРЬЕВИЧ

заместитель Министра энергетики Российской Федерации, сопредседатель организационного комитета

КАРИМОВ АЛЬБЕРТ АНВАРОВИЧ

заместитель Премьер-министра Республики Татарстан – министр промышленности и торговли Республики Татарстан, секретарь организационного комитета

Члены организационного комитета:

АБДУЛЛАЗЯНОВ ЭДВАРД ЮНУСОВИЧ

ректор ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

АХМЕТОВ МАРАТ ГОТОВИЧ

заместитель Премьер-министра Республики Татарстан – министр сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан

БУРГАНОВ РАФИС ТИМЕРХАНОВИЧ

заместитель Премьер-министра Республики Татарстан – министр образования и науки Республики Татарстан

ГАФУРОВ ИЛЬШАТ РАФКАТОВИЧ

ректор ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

ГИЛЬМУТДИНОВ АЛЬБЕРТ ХАРИСОВИЧ

ректор ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ»

ЗАРИПОВ АЙРАТ РИНАТОВИЧ

руководитель Республиканского агентства по печати и массовым коммуникациям «Татмедиа»

ЗАРИПОВ МАРАТ РИВГАТОВИЧ

председатель Государственного комитета Республики Татарстан по тарифам

ЗАРИПОВА ЭЛЬМИРА АМИРОВНА

министр труда, занятости и социальной защиты Республики Татарстан

ЛЕОНОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ

министр по делам молодежи и спорту Республики Татарстан

МАРТЫНОВ ЕВГЕНИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

директор ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан»

МЕТШИН ИЛЬСУР РАИСОВИЧ

глава муниципального образования г. Казани

МИНУЛЛИНА ТАЛИЯ ИЛЬГИЗОВНА

руководитель Агентства инвестиционного развития Республики Татарстан

ПАХОМОВ АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ

генеральный директор регионального объединения работодателей «Ассоциация предприятий и предпринимателей Республики Татарстан»

ПЕТРОВ БОРИС GERMAHOBИЧ

руководитель Приволжского управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору

CAДЫKOB MAPAT HAIIEBИЧ

министр здравоохранения Республики Татарстан

CAIAXOB MЯKЗЮM XAЛИMУЛOBИЧ

президент Академии наук Республики Татарстан

CAФИН ЛЕНАР PИHATOBИЧ

министр транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан

CEMЁHOB ЛEB ЛEOHИДOBИЧ

генеральный директор ОАО «Казанская ярмарка»

СУЛЕЙMАНОВ PИФHУP XАЙДАPOBИЧ

директор АО «Татэнергообит»

ТУKТАPOB ФAPИД XАЙДАPOBИЧ

директор ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Республике Татарстан»

ФАЙЗУЛЛИH ИPEK ЭHBAPOBИЧ

министр строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан

ФAPДИEB ИЛЫШАТ ШAEXOBИЧ

генеральный директор ОАО «Сетевая компания»

ФACXИEB GERMAH HИKОЛAEBИЧ

начальник отдела промышленности Аппарата Кабинета Министров Республики Татарстан

XAZИEB PAУЗИЛ MАГCУMЯHOBИЧ

генеральный директор АО «Татэнерго»

XOXOPИH APTEM BAEPЬEBИЧ

министр внутренних дел по Республике Татарстан

XУCAИHOB AЛMAЗ ШAEKATOBИЧ

заместитель министра промышленности и торговли Республики Татарстан

ШАДPИKOB AЛEКСАНДP BAEPЬEBИЧ

министр экологии и природных ресурсов Республики Татарстан

ШАЙХУТДИHOB POMAH AЛEКСАНДPOBИЧ

заместитель Премьер-министра Республики Татарстан – министр информатизации и связи Республики Татарстан

ЯPУЛЛИH PAFИHAT CАMATOBИЧ

генеральный директор ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг»



Приветствие
Премьер-министра Республики Татарстан
АЛЕКСЕЯ ВАЛЕРЬЕВИЧА ПЕСОШИНА

*к участникам XVIII Международного симпозиума
«Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»
и XIX Международной специализированной выставки
«Энергетика. Ресурсосбережение – 2018»!*

Дорогие друзья!

От имени Правительства Республики Татарстан и от себя лично приветствую участников и гостей XVIII Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» и XIX Международной специализированной выставки «Энергетика. Ресурсосбережение – 2018»!

Мир стремительно меняется под воздействием цифровых технологий, урбанизации и индустриализации. Происходящие сегодня масштабные изменения требуют действенных мер для обеспечения устойчивого и сбалансированного развития экономики республики. Вопросы энергоэффективности и энергосбережения выступают одними из ключевых драйверов происходящих изменений.

Ежегодно проводимые в республике симпозиум и выставка стали признанной площадкой международного уровня, открытой для прямого, профессионального диалога федеральных и региональных органов власти, крупнейших отраслевых компаний, экспертного и бизнес-сообщества, инициативы и практические примеры которых являются инструментом для выработки дальнейшей стратегии энергетической эффективности.

Уверен, что найденные в ходе проведения симпозиума и выставки решения по повышению энергетической эффективности и выработанные рекомендации будут способствовать развитию сотрудничества и реализации новых взаимовыгодных проектов.

Желаю всем продуктивной и успешной работы!



Приветствие

Заместителя Премьер-министра Республики Татарстан
– министра промышленности и торговли Республики
Татарстан
АЛЬБЕРТА АНВАРОВИЧА КАРИМОВА

**Уважаемые участники Международного симпозиума
и Международной выставки!**

От имени Министерства промышленности и торговли Республики Татарстан и от себя лично поздравляю с открытием XVIII Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» и XIX Международной специализированной выставки «Энергетика. Ресурсосбережение – 2018».

Устойчивый рост экономики невозможен без системного внедрения инновационных энергоэффективных технологий и прогрессивных подходов к энергосбережению. Сейчас важно ставить стратегические задачи, не бояться изменений и идти вперед.

Сегодня поддержка перспективных научных разработок и бизнес-инициатив, широкое внедрение энергоэффективных технологий и оборудования – это наша стратегическая цель. И конечно, необходимо уделять приоритетное внимание пропаганде культуры рационального энергопотребления среди населения.

Симпозиум и Выставка за годы своего существования стали действенным механизмом продвижения новейших инновационных технологий и проектов, современного оборудования, важнейших достижений в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Уверен, что участники Симпозиума и Выставки совместными усилиями найдут решения ключевых отраслевых и межотраслевых проблем, что будет способствовать укреплению научно-технического потенциала и развитию интеграционных связей на всех уровнях.

Желаю плодотворной работы, полезных встреч и достижения намеченных целей!

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ДОКЛАДЫ



**Заседание Правительства Республики Татарстан
«О ходе реализации государственной программы
«Энергосбережение и повышение энергетической
эффективности в Республике Татарстан на 2014-2020 годы»
по итогам 2017 года и задачах на 2018 год»**

**О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ
«ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН
НА 2014-2020 ГОДЫ» ПО ИТОГАМ 2017 ГОДА И ЗАДАЧАХ НА 2018 ГОД**

Каримов А. А.,

*Заместитель Премьер-министра Республики Татарстан – министр промышленности
и торговли Республики Татарстан, г. Казань*

**ON THE IMPLEMENTATION OF THE GOVERNMENT PROGRAMME
«ENERGY SAVING AND ENHANCING ENERGY EFFICIENCY IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN
IN 2014-2020» FOLLOWING THE RESULTS OF 2017 AND TARGETS FOR 2018**

Karimov A. A.,

Deputy Prime Minister and Minister of Industry and Trade of the Republic of Tatarstan, Kazan

Аннотация

В данном докладе представлен отчет о ходе реализации государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Республике Татарстан на 2014-2020 годы», утвержденный постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 04.12.2013 № 954, по итогам 2017 года и задачах на 2018 год.

Подведены итоги реализации мероприятий и индикаторов программы, их сравнительные характеристики: энергоемкость валового регионального продукта по первичным энергоносителям, структура потребления топливно-энергетических ресурсов по отраслям экономики, индикатор энергоемкости промышленности и сельского хозяйства. Также представлены направления развития цифровых технологий в энергетическом комплексе, рынка газомоторного топлива, альтернативной энергетики, распределенной генерации и механизма энергосервисного контракта в бюджетной сфере.

Отражены показатели энергоэффективности муниципальных образований и отраслевых министерств Республики Татарстан (бюджетная сфера), информационная поддержка и пропаганда, а также сотрудничество с регионами Российской Федерации.

Annotation

The report provides an account of the progress in implementing the government programme «Energy Saving and Enhancing Energy Efficiency in the Republic of Tatarstan in 2014-2020» approved by the Decree of the Tatarstan Cabinet of Ministers No. 954 of December 4, 2013, based on the results of 2017 and stating tasks for 2018.

The paper sums up the results of implementing the programme activities and indicators, their comparative characteristics: the energy intensity of the gross regional product for primary energy carriers, the consumption structure of fuel and energy resources broken down by economy sectors, and the energy intensity indicator in manufacturing industries and agriculture. The author identifies growth areas for digital technologies in the energy sector, gas-engine fuel market, alternative energy sources, distributed generation, and the mechanism of energy service contracts in the public sector.

The report also covers energy efficiency indicators of municipalities and sectoral ministries of Tatarstan (budgetary sphere), information support and publicity, as well as cooperation with the regions in the Russian Federation.

Основным документом по реализации политики энергоэффективности является государственная программа энергосбережения Республики Татарстан на 2014-2020 годы.

Ключевой индикатор программы – это энергоемкость валового регионального продукта, представляющий собой отношение потребления первичных топливно-энергетических ресурсов к объему валового регионального продукта (рис. 1).

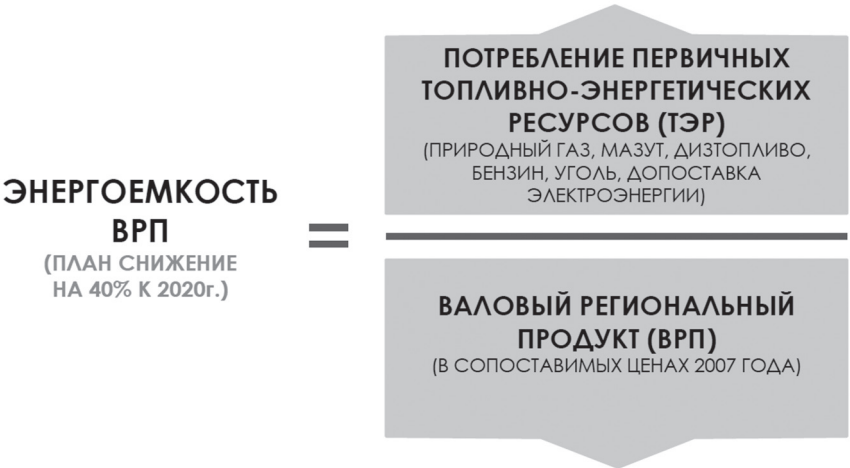


Рис. 1. Индикатор энергоемкости валового регионального продукта Республики Татарстан

В структуре потребления первичных топливно-энергетических ресурсов основные потребители – это энергетика, промышленность, добыча полезных ископаемых, сельское хозяйство, строительство и ЖКХ (рис. 2).

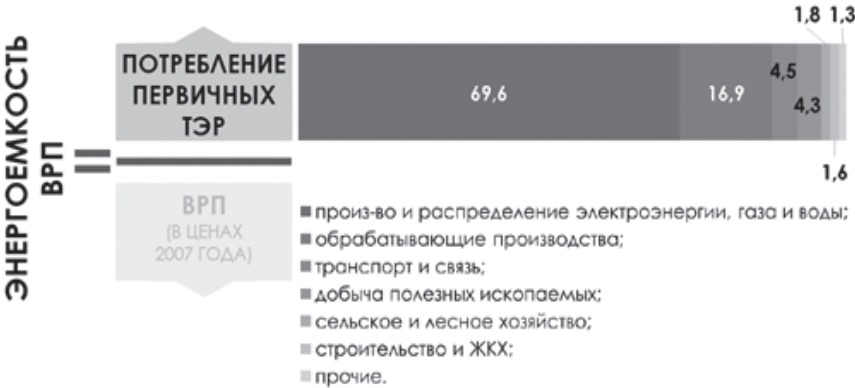


Рис. 2. Потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в Республике Татарстан



Основной потребитель первичных топливно-энергетических ресурсов – это энергетика (рис. 3).

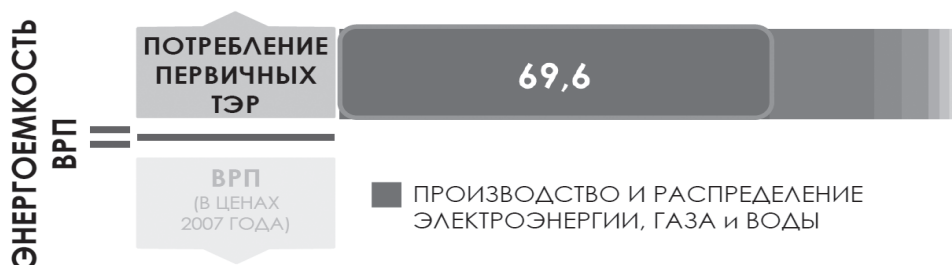


Рис. 3. Потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в Республике Татарстан (энергетика)

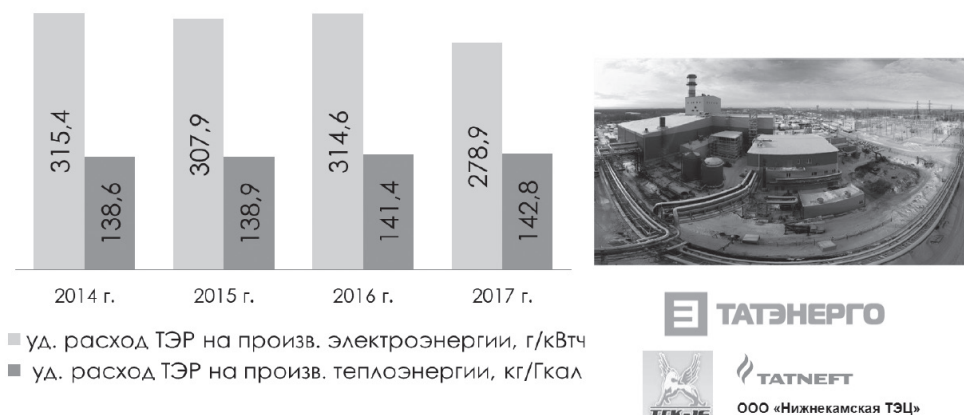
Энергетическая отрасль является одной из ключевых и стратегически важных отраслей экономики Республики Татарстан.

В целом по энергетическому комплексу модернизация и ввод новых мощностей позволили снизить удельный расход топлива на выработку электроэнергии по итогам 2017 года на 10,3%.

Среди энергетических станций республики можно отметить хорошие результаты по уровню и динамике снижения удельных расходов топлива на станциях «ТГК-16» и Набережночелнинской ТЭЦ – филиала «Татэнерго».

В 2017 году завершен проект по вводу новых мощностей на Казанской ТЭЦ-3 – филиале «ТГК-16», направленный на повышение надежности энергоснабжения «Казаньоргсинтез» и в целом потребителей Казанского энергорайона.

Продолжается работа по строительству парогазовой установки 230 МВт на филиале АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1, ввод которой будет выполнен в июне 2018 года (рис. 4).



По итогам 2017г.:

- удельный расход топлива на выработку электрической и тепловой энергии **снизился на 10,3% к 2016г.;**

Рис. 4. Удельный расход ТЭР на производство электрической и тепловой энергии в Республике Татарстан

В электросетевом хозяйстве республики в 2017 году реализованы ряд крупных проектов: введена в эксплуатацию воздушная линия 220 кВ Щелоков-Центральная, завершена комплексная реконструкция подстанции 110 кВ Южная, а также запущена новая подстанция 110 кВ Юбилейная, которая обеспечит надежным и бесперебойным энергоснабжением южную часть столицы республики, что особенно важно для предстоящих спортивных мероприятий мирового уровня.

Благодаря проделанной работе, доля потерь электрической энергии в сетях в сравнении с прошлым годом снизилась на 4,4% и составила 6,8% (рис. 5).



По итогам 2017г.:

- доля потерь электрической энергии в сетях **снизилась** на **4,4%** к 2016г. и составила **6,79%**.

Рис. 5. Потери электрической энергии в сетях Республики Татарстан

Однако нужно отметить, что мы ежегодно увеличиваем объемы потребления электрической энергии, закупаемой за пределами Республики Татарстан.

Так, например, по итогам 2017 года мы потребили 28,9 млрд. кВтч, из которых порядка 7 млрд. кВтч закупили извне (рис. 6).



По итогам 2017г.:

- производство электроэнергии **снизилось** на **2,6%** к 2016г.;
- потребление электроэнергии **выросло** на **0,4%** к 2016г.

2014 – 2016 гг. по данным Росстата;
2017 г. по данным филиала АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана.

Рис. 6. Динамика производства и потребления электрической энергии в Республике Татарстан



Перед энергетиками республики стоит задача повысить эффективность производства и распределения электрической и тепловой энергии и снизить потери, продолжив модернизацию энергетических мощностей, с применением в том числе современных парогазовых технологий. А также обеспечить максимальную загрузку своих энергообъектов с использованием, в том числе технологий распределенной генерации.

Другим крупным потребителем энергоемкости является промышленность (рис. 7).

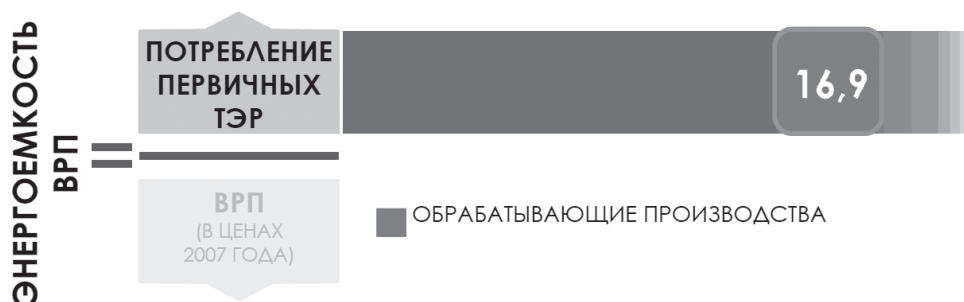


Рис. 7. Потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в Республике Татарстан (промышленность)

По итогам 2017 года индикатор энергоемкости в промышленности снижен на 9,8% к 2016 году.

В разрезе основных отраслей промышленности наблюдается снижение индикатора энергоемкости продукции во всех отраслях, за исключением легкой промышленности, что связано прежде всего со снижением объема производства в данной отрасли (рис. 8).

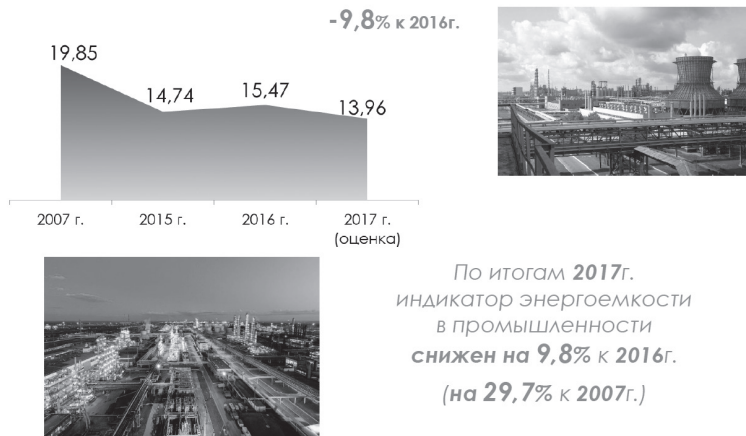


Рис. 8. Энергоэффективность в промышленности Республики Татарстан

Одной из наиболее энергоемких отраслей промышленности является химическое и нефтехимическое производство.

По итогам 2017 года энергоемкость по отрасли химия и нефтехимия снизилась на 1,7% к уровню 2016 года.

Среди предприятий отрасли наиболее результативная работа по снижению энергоемкости производства проведена на заводах «Данафлекс», «Татхимфармпрепараты», «Казаньоргсинтез», «КВАРТ».

Среди проектов по повышению энергоэффективности в отрасли можно отметить проект по оптимизации пароснабжения с вводом в эксплуатацию двухкамерной печи пиролиза «Текнип» на установке Этилен-100 на «Казаньоргсинтез», который в том числе позволил в 2017 году снизить на предприятии энергоемкость производства на 5,1% (рис. 9).



Рис. 9. Индикатор энергоемкости по отрасли химия и нефтехимия Республики Татарстан

В машиностроении и оборонно-промышленном комплексе в 2017 году обеспечено снижение энергоемкости на 23%. Значительные результаты показали такие предприятия, как «ЕлАЗ», который снизил энергоемкость на 28%, «Казанский электротехнический завод» со снижением энергоемкости на 29%, «Зеленодольский завод имени Горького» – снижение энергоемкости на 31% (рис. 10).



Рис. 10. Индикатор энергоемкости по отрасли машиностроение и оборонно-промышленному комплексу Республики Татарстан



По нефтедобыче и нефтепереработке в 2017 году энергоемкость снижена на 1,8% к уровню 2016 года. Хорошее снижение энергоемкости отмечено на «ТАНЕКО» по итогам 2017 года на 5,2% (рис. 11, 12).



Рис. 11. Потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в Республике Татарстан (добыча полезных ископаемых)

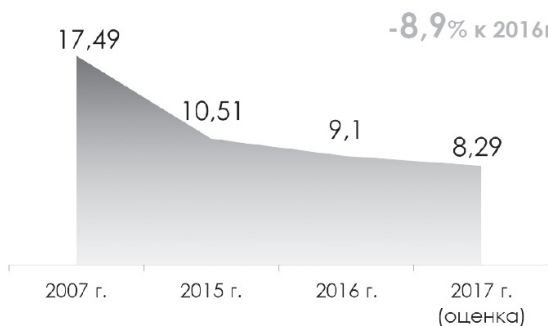


Рис. 12. Индикатор энергоемкости по нефтедобыче и нефтепереработке Республики Татарстан (т.у.т. / млн. рублей)

В сельском хозяйстве по итогам 2017 года обеспечено снижение энергоемкости производства сельскохозяйственной продукции на 8,9% к 2016 году за счет роста производства сельскохозяйственной продукции и обновления оборудования (рис. 13, 14).



Рис. 13. Потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в Республике Татарстан (сельское хозяйство)



По итогам 2017г.
индикатор энергоемкости
в сельском хозяйстве
снижен на 8,9% к 2016г.
(на 52,6% к 2007г.)

Рис. 14. Энергоэффективность сельского хозяйства Республики Татарстан (т.у.т. / млн. рублей)

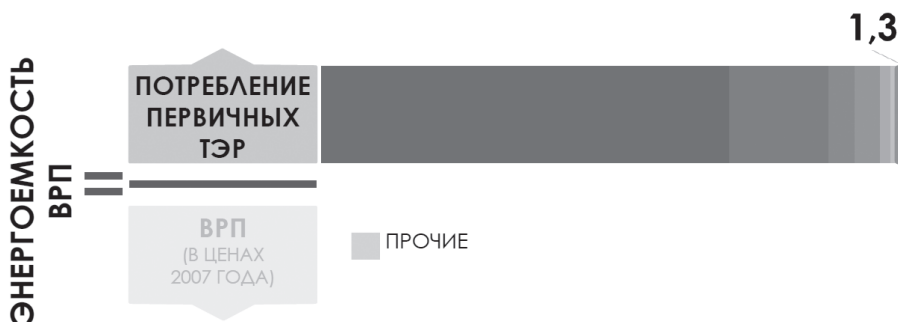


Рис. 15. Потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в Республике Татарстан (прочие)

Немаловажную роль в формировании энергоемкости играет жилищно-коммунальная сфера.

Ежегодно в жилищно-коммунальной сфере проводится большая работа по повышению энергоэффективности в рамках реализации республиканских программ капитального ремонта многоквартирных домов, модернизации коммунальной инфраструктуры, уличного освещения.

Более подробно о реализации энергосберегающих мероприятий в жилищно-коммунальной сфере расскажет министр строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан Ирек Энварович Файзуллин.

Другим важным направлением в энергосбережении является повышение энергоэффективности бюджетной сферы на республиканском и на муниципальном уровнях.

В течение года ежеквартально проводился анализ показателей энергоэффективности в разрезе муниципальных образований и министерств, имеющих большую подведомственную сеть бюджетных учреждений, а также мониторинг заполнения энергетических деклараций в информационной системе ГИС «Энергоэффективность».

С этого года мы изменили методику оценки по показателям энергоэффективности, добавив весовые коэффициенты по каждому показателю, а также пропорциональное начисление итоговых баллов. Все представляемые сегодня рейтинги рассчитаны по новой методике.

В целом по Республике Татарстан по итогам 2017 года в муниципальной бюджетной сфере обеспечено снижение удельных показателей потребления воды – на 6%, электрической энергии – на 1% и по показателю «отопление» (тепло и газ) – на 0,4% (рис. 16).

Показатели оснащенности приборами учета энергетических ресурсов и воды на объектах муниципальной сферы по состоянию на 1 января 2018 года составили:

- по тепловой энергии – 87,2%;
- по газу – 98,6%;
- по горячей воде – 96,6%;
- по холодной воде – 94%;
- по электроэнергии – 99,3%.

Доля созданных энергетических деклараций за отчетный период по муниципальным организациям составила 75%. Это очень низкий показатель. Не заполняя энергетические декларации, мы не только не выполняем требования федерального закона об энергосбережении, но и не показываем той работы, что у нас уже возможно сделана. Еще раз обращаю на это внимание присутствующих здесь глав районов и прошу разобраться и обеспечить полный ввод данных в ГИС «Энергоэффективность».

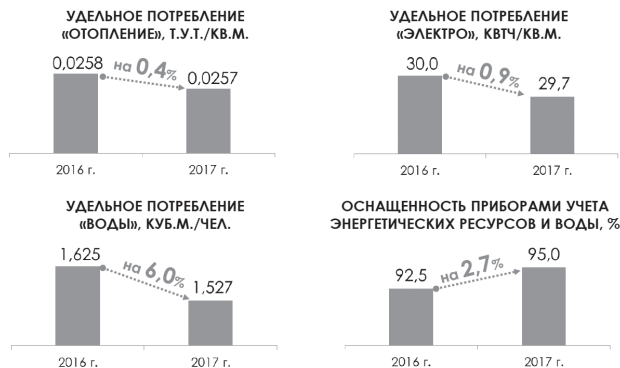


Рис. 16. Показатели энергоэффективности муниципальных образований Республики Татарстан (бюджетная сфера)

На рисунках 17, 18, 19 представлены результаты проведенной оценки по показателям энергоэффективности и количеству созданных энергетических деклараций в разрезе трех групп муниципальных образований Республики Татарстан.

Отмечу эффективную работу в этой области:

по 1-ой группе: Лениногорского, Альметьевского, Нижнекамского районов;

по 2-ой группе: Мамадышского, Ютазинского, Арского районов;

по 3-ей группе: Муслюмовского, Алькеевского и Атнинского районов.

Худшие показатели энергосбережения и энергоэффективности в разрезе муниципальных районов представлены в трех нижних строках таблиц рис. 17, 18, 19.

Таким муниципальным образованиям как Зеленодольский, Мензелинский и Высокогорский и другим районам, находящимся на нижних строчках рейтинга, необходимо усилить работу в этом направлении. Руководителям данных муниципальных образований республики необходимо провести отраслевой анализ полученных результатов по подведомственным учреждениям бюджетной сферы, для принятия соответствующих решений.

Группа 1. Муниципальные районы с центром-городом республиканского значения

Наименование муниципального района (городского округа)	Удельный расход энергоресурсов и воды за 2017 г.			Доля оснащённости ПУиУР используемых энергоресурсов и воды, 01.01.2018, %	Доля созданных энергодеклараций за 2016 г. в ГИС «Энергоэффективность», %
	отопление (газ и тепло), Т.У.Т./КВ.М.	электро-энергия, КВТЧ/КВ.М.	вода (гвс и хвс), куб.м./чел.		
Средний по гр. 1	0,0239	31,0	1,675	96,7	95,7
Лениногорский	0,0227	19,6	1,280	97,2	98
Альметьевский	0,0193	29,9	1,143	100	91,3
Нижнекамский	0,0209	23,5	2,127	99,6	98,4
г. Наб. Челны	0,0200	25,3	2,181	99,8	89,3
Буинский	0,0282	26,0	0,963	95,7	98,5
Нурлатский	0,0292	31,5	0,861	98,4	91,7
Азнакаевский	0,0294	21,9	1,484	96,5	97,1
Бугульминский	0,0246	24,2	1,821	84,7	100
Чистопольский	0,0245	35,4	1,103	99,4	100
Елабужский	0,0265	37,7	0,951	99	59,3
Бавлинский	0,0254	39,9	1,229	89,8	100
Заинский	0,0314	34,1	1,014	83	99,2
г. Казань	0,0255	39,5	1,662	99,9	98,6
Зеленодольский	0,0299	33,5	1,693	83,4	98,6

Рис. 17. Рейтинг энергоэффективности в разрезе муниципальных образований Республики Татарстан (бюджетная сфера)



Группа 2. Муниципальные районы с городским и сельским населением

Наименование муниципального района (городского округа)	Удельный расход энергоресурсов и воды за 2017 г.			Доля оснащенности ПУиУР используемых энергоресурсов и воды, 01.01.2018, %	Доля созданных энергодеклараций за 2016 г. в ГИС «Энергоэффективность», %
	отопление (газ и тепло), т.у.т./кв.м.	электро- энергия, кВтч/кв.м.	вода (гвс и хвс), куб.м./чел.		
Средний по гр. 2	0,0277	25,8	1,060	57,3	53,3
Кукморский	0,0193	21,5	0,622	100	0
Ютазинский	0,0336	15,6	0,860	100	100
Мамадышский	0,0225	24,0	0,843	100	49,5
Арский	0,0234	20,5	1,146	99,6	0
Аксубаевский	0,0298	19,7	0,884	97,7	71,4
Балтасинский	0,0303	16,4	0,936	85,8	0
Агрызский	0,0247	23,5	1,359	91,6	99,0
К-Устьинский	0,0245	20,5	1,772	81,3	0
Тетюшский	0,0288	34,4	0,654	81,9	100
Спасский	0,0308	29,1	0,917	97,8	100
Апастовский	0,0363	34,4	0,590	100	98,8
Р-Слободский	0,0378	33,9	0,414	77,6	0
Сармановский	0,0291	29,3	1,007	100	42,7
Сабинский	0,0265	38,4	1,580	99,8	100
Алексеевский	0,0390	26,4	1,157	98,6	96,1
Менделеевский	0,0273	30,8	1,595	83,1	13,5
Лаишевский	0,0324	28,0	1,268	96,4	23,4
Мензелинский	0,0347	36,4	1,620	51,7	97,3

Рис. 18. Рейтинг энергоэффективности в разрезе муниципальных образований Республики Татарстан (бюджетная сфера)

Группа 3. Муниципальные районы только с сельским населением

Наименование муниципального района (городского округа)	Удельный расход энергоресурсов и воды за 2017 г.			Доля оснащенности ПУиУР используемых энергоресурсов и воды, 01.01.2018, %	Доля созданных энергодеклараций за 2016 г. в ГИС «Энергоэффективность», %
	отопление (газ и тепло), т.у.т./кв.м.	электро- энергия, кВтч/кв.м.	вода (гвс и хвс), куб.м./чел.		
Средний по гр. 3	0,0332	29,6	0,935	95,6	58,6
Муслюмовский	0,0267	19,4	0,812	100	100
Алькеевский	0,0314	17,9	0,577	85,1	0
Атнинский	0,0387	18,8	0,483	100	0
Кайбицкий	0,0297	23,9	1,192	97,0	100
Тукаевский	0,0295	31,0	0,789	96,9	100
Тюлячинский	0,0286	36,2	0,843	99,4	100
Новошешминский	0,0302	26,5	1,349	93,2	100
Черемшанский	0,0242	34,1	1,637	93,8	17,9
Дрожжановский	0,0464	30,3	0,520	89,7	100
Актанышский	0,0363	26,3	0,995	100	0
Пестречинский	0,0367	28,5	1,040	97,4	0
Верхнеуслонский	0,0358	36,2	1,076	94,2	34,4
Высокогорский	0,0404	48,3	0,963	98,1	98,2

Рис. 19. Рейтинг энергоэффективности в разрезе муниципальных образований Республики Татарстан (бюджетная сфера)

В разрезе государственного сектора по итогам 2017 года наблюдается снижение удельного потребления воды на 14%, удельного потребления электроэнергии на 0,8%, а также энергоресурсов на нужды «отопления» на 3,5% (рис. 20).

Показатели оснащенности приборами учета энергетических ресурсов и воды на объектах государственного сектора по состоянию на 1 января 2018 года составили:

- по тепловой энергии – 90,3%;
- по газу – 98,3%;
- по горячей воде – 99,1%;

- по холодной воде – 98,3 %;
- по электроэнергии – 99,5 %.

Доля созданных энергетических деклараций за отчетный период по государственным организациям составила 96,7 %.

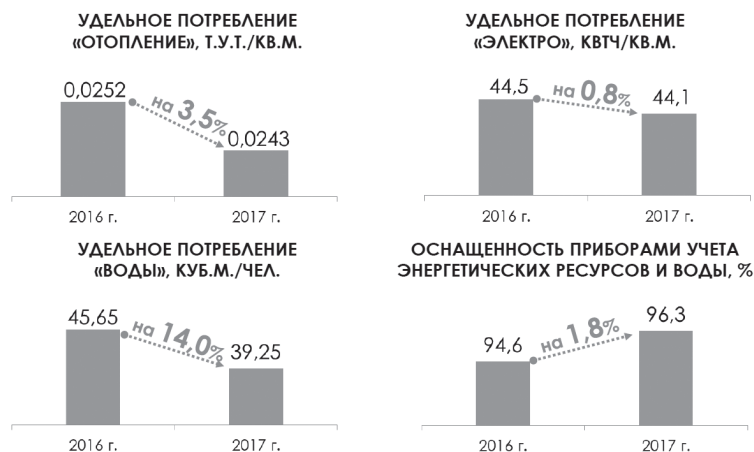


Рис. 20. Показатели энергоэффективности отраслевых министерств Республики Татарстан (бюджетная сфера)

По удельным показателям потребления энергоресурсов и воды, а также по количеству созданных энергетических деклараций в системе ГИС «Энергоэффективность» наилучшие результаты по итогам 2017 года получены в Министерстве образования и науки Республики Татарстан (рис. 21).

Наименование отрасли	Удельный расход энергоресурсов и воды за 2017 г.			Доля оснащённости ПУиУР используемых энергоресурсов и воды, 01.01.2018, %	Доля созданных энергодеклараций за 2016 г. в ГИС «Энергоэффективность», %
	отопление (газ и тепло), т.у.т./кв.м.	электро-энергия, кВтч/кв.м.	вода (гвс и хвс), куб.м./чел.		
Ср. показатель	0,0243	44,1	39,2	96,3	96,7
Образование	0,0209	24,5	52,3	92,4	92,4
Культура	0,0213	48,2	21,0	88,5	100
Социальная сфера	0,0275	44,6	34,4	98,6	97,2
Здравоохранение	0,0264	52,9	38,4	97,7	100
Спорт	0,0218	73,6	65,4	100	96,3

Рис. 21. Рейтинг энергоэффективности отраслевых министерств Республики Татарстан (бюджетная сфера)

Целевой ориентир программы – это снижение к 2020 году энергоемкости валового регионального продукта Республики Татарстан не менее чем на 40% относительно 2007 года (в соответствии с Указом Президента РФ от 4 июня 2008 года №889 и государственной программой РФ по энергоэффективности).



При этом следует отметить, что в государственной программе Российской Федерации снижение энергоёмкости ВВП на 40% планировалось за счет энергосберегающих мероприятий на 13,5%, а все остальное снижение – путем развития основных отраслей экономики с высокой добавленной стоимостью.

В целом энергоёмкость ВРП республики в 2017 году снизилась на 24% к уровню 2007 года в сопоставимых ценах. Снижение данного индикатора к уровню 2016 года составило 0,5%. Следует отметить, что ежегодно темпы снижения энергоёмкости ВРП Республики Татарстан замедляются и мы начинаем отставать от плановых показателей республиканской программы (рис. 22).

При этом из доклада Минэнерго России следует, что по итогам 2016 года снижение энергоёмкости ВВП России составило 11,43% к уровню 2007 года, что вдвое ниже уровня снижения энергоёмкости ВРП Татарстана за тот же период.

Замедление темпов снижения энергоёмкости экономики республики связано прежде всего со снижением темпов роста ВРП Татарстана. С 2013 года темп роста ВРП республики не превышает в среднем 2%.

Прогноз показывает, что при выполнении предусмотренных программой планового роста ВРП на 6,5% и одновременного роста энергопотребления на 1,5% в год, к отчетному периоду 2020 года Республика Татарстан обеспечить снижение энергоёмкости ВРП на 44%.

Для повышения энергоэффективности экономики Республики Татарстан сегодня важно реализовывать крупные инвестиционные проекты, направленные на модернизацию производственных мощностей в реальном секторе экономики, прежде всего в обрабатывающих отраслях.

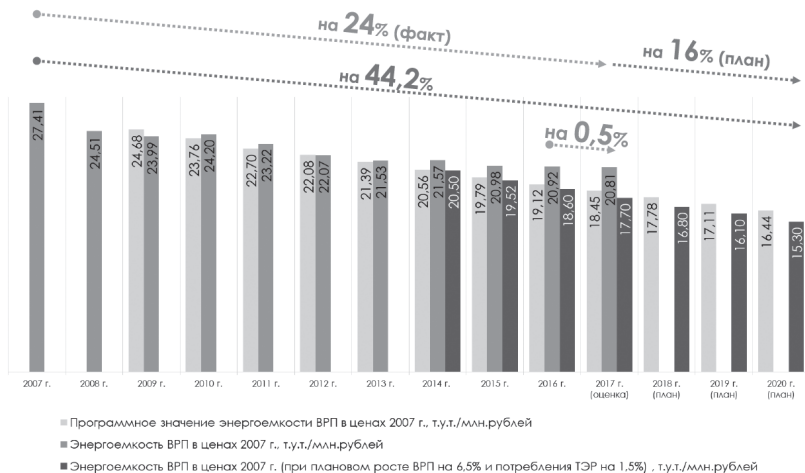


Рис. 22. Энергоёмкость валового регионального продукта Республики Татарстан по первичным энергоносителям

Кроме того, на сегодняшний день в рейтинге энергоэффективности регионов России, формируемом ежегодно Минэнерго России, в своей группе мы занимаем 4-е место, уступая Санкт-Петербургу, Ханты-Мансийскому автономному округу и Москве. При этом надо отметить, что по данным прошлогоднего рейтинга мы были 2-ми (рис. 23).



*Субъекты разделяются по категориям в соответствии с уровнем расчетной бюджетной обеспеченности, определяемым в соответствии с постановлением Правительства РФ от 22.11.2004 № 670 «О распределении дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ» по следующему критерию:
 - 1 и выше – категория 1 - 0,7 – 1 – категория 2 - ниже 0,7 – категория 3

Рис. 23. Рейтинг энергоэффективности субъектов Российской Федерации за 2016 г.

Конечно, в сравнении с лидерами по уровню снижения энергоемкости в текущих ценах мы обеспечиваем лучшие значения, но при этом в совокупности по показателям, учитываемым в рейтинге, показываем меньшие результаты, чем наши коллеги – лидеры рейтинга (рис. 24).

Наименование показателя	г. Санкт-Петербург к 2015г.		Ханты-Мансийский АО к 2015г.		г. Москва к 2015г.		Республика Татарстан к 2015г.	
Энергоемкость ВРП в текущих ценах, кг у.т./10 тыс.руб.	-10,8%		-9,2%		+33,3%		-13,9%	
	2015г.	2016г.	2015г.	2016г.	2015г.	2016г.	2015г.	2016г.
Доля зданий бюджетной сферы с предварительным классом энергоэффективности D и выше	36,5%	39,0%	42,6%	45%	31,9%	34%	17,5%	24%
Доля натриевых светоточек со светоотдачей не менее 80 Лм/Вт и светодиодных светоточек в уличном освещении	x	70%	x	73%	x	85%	x	72%
Доля светодиодного освещения в бюджетном секторе	8%	10%	7,8%	9%	7,3%	6%	5,7%	7%
Доля оснащённости ИТП с автоматическим регулированием температуры теплоносителя зданий, с 2011/2012 года введенных в эксплуатацию или прошедших кап.ремонт на сумму от 5 млн.руб.	18,3%	20%	9,1%	11%	7,6%	7%	22%	15%
Оснащенность МКД общедомовыми приборами учета тепловой энергии	97%	100%	63%	68%	94%	97%	87%	94%
Доля заполненных энергодеклараций	x	96%	x	94%	x	95%	x	93%
Доля отраслевых госпрограмм с показателями	x	67%	x	100%	x	88%	x	100%

Данные из госдоклада о состоянии энергосбережения в РФ за 2016г.

Рис. 24. Рейтинг энергоэффективности субъектов Российской Федерации за 2016 г.

Нужно отметить, помимо того, что мы уступили свои позиции, есть и недоработка по полноте и корректности представления данных в государственной информационной системе «Энергоэффективность», на основании которой в том числе формируются показатели рейтинга.



Поэтому присутствующих здесь глав районов и руководителей ведомств призываем обратить на этот момент особое внимание. Вам необходимо обеспечить своевременное, корректное и полное заполнение энергодеклараций.

В октябре прошлого года состоялось одно из ключевых мероприятий в сфере топливно-энергетического комплекса.

Я говорю о Международном форуме по энергоэффективности и развитию энергетики «Российская энергетическая неделя». Татарстан также принял участие в форуме, представив единую выставочную экспозицию и посетив мероприятия деловой программы форума.

Ключевым мероприятием форума стало пленарное заседание с участием Президента страны Владимира Владимировича Путина.

Говоря о будущем, Владимир Владимирович отметил, что в рамках повышения энергоэффективности к 2035 году планируется снизить энергоемкость внутреннего валового продукта страны примерно в 1,5 раза. Этому будут способствовать структурная перестройка экономики, а также снижение потерь в сетях, внедрение энергосберегающих и цифровых технологий, сокращение удельного расхода топлива на транспорте и в электрогенерации (рис. 25).



«В рамках повышения энергоэффективности к 2035 году планируется снизить энергоемкость внутреннего валового продукта страны примерно в 1,5 раза. Этому будут способствовать структурная перестройка экономики, а также снижение потерь в сетях, внедрение энергосберегающих и цифровых технологий, сокращение удельного расхода топлива на транспорте и в электрогенерации.»

В.В. Путин

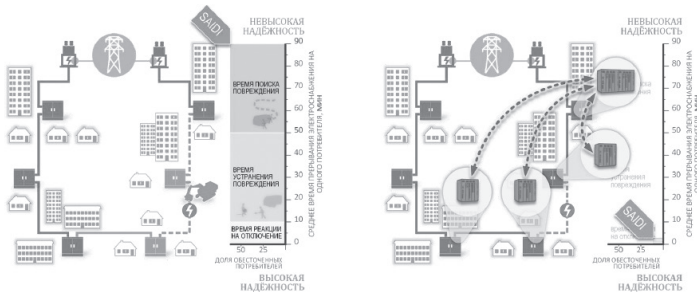
Рис. 25. Перспективные направления развития государственной энергетической политики

В сфере развития цифровых технологий в Татарстане также ведется большая работа, в частности в энергетическом комплексе. Так, например, Сетевой компанией республики реализуется проект по внедрению технологий «умных сетей» Smart Grid. Это интеллектуальные самовосстанавливающиеся сети, позволяющие автоматизировать процесс передачи электроэнергии и многократно сократить время устранения аварийной ситуации. В Казани, Нижнекамске и Набережных Челнах созданы пилотные участки «умных сетей».

Более подробно о реализации проекта по внедрению цифровых технологий в электросетевом хозяйстве Республики Татарстан расскажет генеральный директор Сетевой компании Ильшат Шаехович Фардиев (рис. 26).

ОАО «СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ» РАЗВИТИЕ SMART-СЕТЕЙ

«Сетевая компания» введет работу по внедрению технологии «умных сетей» Smart Grid на территории Республики Татарстан. В городах Казань, Нижнекамск, Набережные Челны созданы пилотные участки («умных сетей»).



ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА:

- автоматизация процесса реагирования на аварийную ситуацию;
- повышение надежности электроснабжения.



Рис. 26. Развитие цифровых технологий в энергетическом комплексе («умные сети»)

Одним из крупных потребителей топливно-энергетических ресурсов является транспорт. Перевод и приобретение транспортных средств на газомоторное топливо осуществляется в рамках государственной программы Республики Татарстан развития рынка газомоторного топлива на 2013-2023 годы.

В настоящее время на территории республики расположены 19 действующих автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. Планируется также построить еще 3 АГНКС: в 2019 году – в Альметьевске и Заинске, в 2020 году – в Нурлате.

Объем реализации компримированного природного газа по Республике Татарстан по итогам 2017 года составляет 28,6 млн. куб. метров.

Средний процент загрузки действующих АГНКС за 2017 год составил 19,4%. В то же время следует отметить, что по ряду АГНКС средний процент загрузки ниже чем по Республике Татарстан (Азнакаево – 4%, Алексеевское – 5%, Елабуга – 6%, Лениногорск – 4%, Бугульма – 9%).

Исполнительным комитетам данных муниципальных образований следует активизировать работу по переводу транспортных средств на компримированный природный газ в своих районах.

За период действия программ (2013-2017 годы) приобретено (1916 единиц) и переоборудовано (1641 единиц) транспортных средств в количестве 3557 единиц.

Нам поставлена задача на 2018 год продолжить данную работу: переоборудовать не менее 1000 единиц транспортных средств на газомоторное топливо и закупить около 450 единиц в газомоторном исполнении. В связи с этим, прошу оказать содействие и поддержать предоставление субсидирования на возмещение части затрат на переоборудование транспорта на газомоторное топливо до конца действия программы до 2024 года (рис. 27).



Рис. 27. Развитие рынка газомоторного топлива Республики Татарстан

Для обеспечения нашей конкурентоспособности внедрять новые технологии и проводить мероприятия в области энергосбережения и повышения энергоэффективности необходимо уже здесь и сейчас.

Поэтому в существующих экономических условиях важно привлекать внебюджетное финансирование в реализацию энергоэффективных проектов. Одним из инструментов привлечения инвестиций в реализацию энергосберегающих мероприятий могут быть энергосервисные контракты.

Механизм энергосервисных контрактов был запущен еще в 2009 году со вступления в силу 261 федерального закона об энергосбережении. Однако, по сути распространение получил только в последнее время.

Всего за период 2011-2016 годов по России заключено 702 энергосервисных контракта, по которым основными заказчиками являются бюджетные организации – это порядка 88% от общего количества заключенных контрактов.

Что касается Татарстана, то работа по развитию энергосервиса в республике ведется уже давно, и не первый год вопрос стоит на повестке обсуждения.

Сегодня в Республике Татарстан бюджетными учреждениями заключено 16 энергосервисных контрактов, в том числе 6 из них в 2017 году и один – в 2018 году. Общая сумма заключенных энергосервисных контрактов составляет 367,3 млн. рублей.

За период 2014-2017 годов в рамках реализации заключенных энергосервисных контрактов сэкономлено 27622,6 тыс. кВтч электрической энергии на сумму 154 млн. рублей.

Конкретно о примере реализации энергосервисного контракта по модернизации уличного освещения в городе Заинск сегодня еще расскажет глава района – Каримов Разиф Галиевич. Контракт был заключен в конце 2016 году и за год реализации в районе уже достигнуты определённые результаты.

В рамках проделанной за последний год работы по развитию энергосервисных услуг в Татарстане количество заключенных контрактов увеличилось.

Этому способствовало утверждение на региональном уровне необходимой нормативной правовой базы, а также введение Министерством финансов Республики Татарстан в рамках бюджетного планирования дополнительного кода функциональной классификации расходов, предусматривающий выплаты по энергосервисным контрактам в рамках статьи ЖКХ.

Например, в Елабужском районе в прошлом году был заключен энергосервисный контракт по модернизации уличного освещения – планируемый объем экономии по электроэнергии составляет до 73%, а также заключен контракт по проведению ряда энергосберегающих мероприятий в жилом доме города Елабуга, реализация которого позволит сэкономить по оплате за тепло в зимние месяцы до 40%.

Конечно, необходимо отметить, что в отличие от других регионов, в Татарстане при существующем потенциале энергосбережения в бюджетном секторе коммерчески привлекательными с точки зрения инвесторов объектов не так много. За предыдущие годы, нам удалось проделать работу по повышению энергоэффективности бюджетного сектора, в том числе в рамках софинансирования из федерального бюджета. Так, например, доля светодиодного уличного освещения по Татарстану составляет 72%, в среднем по России 27%, а внедрение АИТП в бюджетном секторе по Татарстану 15%, тогда как по России 7%.

И сегодня, проводя работу по заключению энергосервисных контрактов, мы столкнулись с определенными трудностями и барьерами на пути развития энергосервисных услуг в Республике Татарстан.

В течение 2017 года государственными и муниципальными заказчиками было объявлено 16 конкурсов на право заключения энергосервисных контрактов. Однако, по итогам заключено только 6 контрактов (рис. 28).

Заключено **16 ЭСК** на общую сумму
367,3 млн.рублей, из них:

- 5 в государственном секторе;
- 11 в муниципальном секторе.

За период **2014-2017** годов
сэкономлено **27,6 млн.кВтч**
электроэнергии на сумму
154 млн.рублей.

ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭСК:

- **модернизация уличного освещения**
(Азнакаевский, Буинский, Елабужский, Заинский, Менделеевский, Сабинский, Сармановский, Чистопольский районы);
- **установка и балансировка индивидуальных тепловых пунктов**
(в учреждениях здравоохранения);
- **модернизация внутреннего освещения**
(по учреждению здравоохранения и зданию Министерства культуры РТ);
- **внедрения когенерационной установки**
(в спортивной школе Пестречинского района).

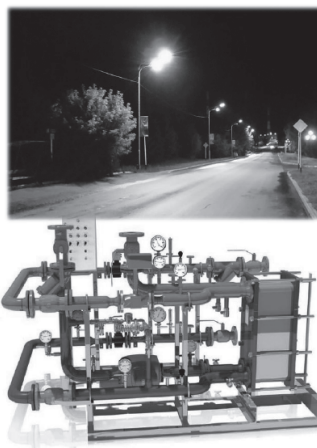


Рис. 28. Реализация энергосервисных контрактов Республики Татарстан

Нами проведен соответствующий анализ проблемных вопросов по заключению энергосервисных контрактов в Татарстане. При проведении анализа учитывалось как мнение заказчиков, представленных бюджетными организациями, так и позиция непосредственно энергосервисных компаний (рис. 29).

БАРЬЕРЫ НА ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ УСЛУГ В ТАТАРСТАНЕ:



- **нормативы затрат не соответствуют фактически понесенным расходам учреждений**
(Ежегодно фактические затраты на нужды уличного освещения не соответствуют лимитам, например, по Нижнекамскому району и г.Казани);
- **выделение прямого бюджетного финансирования на мероприятия по энергосбережению**
(На модернизацию уличного освещения населенных пунктов РТ из бюджета РТ за 4 года выделено порядка 1 млрд.рублей. В 2017 году за счет бюджета РТ установлено 165 ИТП на бюджетных объектах на общую сумму 168 млн.рублей);
- **ограниченное количество социальных объектов, коммерчески привлекательными для инвесторов**
(Доля светодиодного уличного освещения по РТ составляет 72% (по России – 27 %), внедрения в бюджетном секторе 15% (по России – 7 %));
- **отсутствие профильных специалистов по энергосбережению в бюджетных учреждениях**
(В 2017 году обучено только 510 человек).

Рис. 29. Развитие рынка энергосервисных услуг Республики Татарстан

Учитывая проведенный анализ, можно выделить следующие основные факторы, тормозящие заключение энергосервисных контрактов в республике.

Прежде всего, необходимо отметить, следующее.

Расчет по энергосервисным контрактам за экономию электрической энергии производится из статьи на коммунальные услуги.

Денежные средства на оплату электроэнергии поступают исходя из выделенного лимита и цены электрической энергии, которая формируется энергоснабжающей организацией на момент расчета. При этом средства, выделяемые бюджетным организациям на оплату энергетических ресурсов по нормативу, не соответствуют фактически понесенным расходам.

Так, в администрации г. Чистополь при расчете с энергосервисной компанией ООО «Квест» по итогам выполнения энергосервисного контракта, возникла задолженность по оплате услуг энергосервисной компании за выполненные работы.

При расчете экономической целесообразности реализации проекта по модернизации уличного освещения через механизм энергосервисного контракта с такой проблемой столкнулись г. Казань и Нижнекамский район, у которых ежегодно фактические затраты на потребление электрической энергии для нужд уличного освещения не соответствуют плановым.

В связи с чем, уважаемый Рустам Нургалиевич, считаем целесообразным поручить Центру экономических и социальных исследований республики совместно с Министерством финансов и «Татэнергосбыт» представить предложения по корректировке методики расчета нормативов затрат на оплату энергетических ресурсов с учетом фактических объемов потребления в натуральном выражении и действующего тарифа.

Другим не менее важным моментом является выделение прямого бюджетного финансирования на мероприятия по энергосбережению, которые могли бы быть выполнены за счет привлеченных внебюджетных средств в рамках энергосервисных контрактов.

Так, например, за последние четыре года на модернизацию уличного освещения из бюджета Республики Татарстан выделено порядка 1 млрд. рублей по 225 млн. рублей ежегодно, а в 2017 году в Казани по программе модернизации системы горячего водоснабжения города

были установлены индивидуальные тепловые пункты в том числе на 165 бюджетных объектах на общую сумму 168,5 млн. рублей.

В связи с чем заинтересованность со стороны заказчиков по заключению и дальнейшей реализации энергосервисных контрактов низкая.

Учитывая, что энергосервисный контракт является одной из форм государственно-частного партнерства, для повышения эффективности использования бюджетных средств, целесообразно, часть средств, выделяемых в качестве прямого финансирования из бюджета республики, направлять на софинансирование работ в рамках реализации энергосервисных контрактов.

В связи с чем, уважаемый Рустам Нургалиевич, считаем необходимым в целях привлечения инвестиций на реализацию энергосберегающих мероприятий, в том числе через механизм энергосервисного контракта нам совместно с Министерством финансов необходимо разработать положение, регулирующее отношения инвесторов и организаций бюджетной сферы, в форме государственно-частного партнерства.

Кроме того, в рамках организованных встреч с энергосервисными компаниями инвесторами было отмечено отсутствие профильных специалистов по энергосбережению в бюджетных учреждениях. Хочу отметить, что это характерно не только для Республики Татарстан, но и для России в целом.

Все больше перед сотрудниками бюджетных учреждений ставятся задачи по повышению энергетической эффективности, требующие специализированных знаний и определенное понимание вопроса. Низкий уровень квалификации специалистов бюджетных учреждений, а также высокая текучесть кадров затрудняют работу по заключению и дальнейшей реализации энергосервисных контрактов.

В соответствии с Вашим поручением, Рустам Нургалиевич, в 2017 году были выделены средства на повышение квалификации специалистов бюджетных учреждений по энергоэффективности. Благодарим Вас за оказанную поддержку.

Проведенное системное повышение квалификации кадров в этой области показало, что практику проведения обучения целесообразно поддерживать и сделать ежегодной.

Полагаю, что решение перечисленных вопросов будет способствовать развитию рынка энергосервисных контрактов и позволит сделать Республику Татарстан еще более инвестиционно-привлекательным регионом, в том числе и для инвестиций в энергоэффективные проекты.

В связи с чем, прошу присутствующих глав муниципальных образований республики и руководителей республиканских ведомств обратить на данный вопрос особое внимание и усилить контроль за реализацией данного направления подведомственными организациями.

В области применения возобновляемых источников энергии в Татарстане реализуется проект по развитию ветроэнергетики.

Согласно Вашему поручению, Рустам Нургалиевич, в прошлом году мы приступили к реализации проекта по проведению ветромониторинга на территории Республики Татарстан.

Для проведения ветроизмерений отобраны площадки в Камско-Устьинском, Рыбно-Слободском и Спасском районах.

Данные площадки соответствуют основным необходимым критериям – это требования по ветроэнергетическому ресурсу (скорость ветра от 7,05 до 7,19 м/с), ближайшие населенные пункты находятся на расстоянии более 1 км, а также имеется возможность технологического присоединения к подстанциям общего пользования.

Завершение работ по проведению ветромониторинга запланировано в середине 2019 года.

Республика Татарстан заинтересована в получении компетенций не только в сфере строительства ветропарков, а также и в производстве компонентов ветроэнергетического оборудования.

Для этого при Министерстве промышленности и торговли Республики Татарстан создана рабочая группа по локализации производства компонентов ветроэнергетического оборудования. И на сегодняшний день мы прорабатываем возможность включения предприятий Республики Татарстан в программы локализации производства ветроустановок (рис. 30).

Приоритетные районы размещения ветропарков с учетом имеющегося ветропотенциала, балансов электрогенерации и сетевой инфраструктуры



Рис. 30. Развитие альтернативной энергетики в Республике Татарстан

В Татарстане наряду с развитием «большой» энергетики рассматриваются варианты энергообеспечения потребителей за счет распределенной генерации. Сейчас уже реализованы проекты на ОЗЗ «Алабуга», «Нижнекамскнефтехим», Буинском сахарном заводе, тепличном комбинате и энергоцентре «Майский» и других объектах.

Предварительный анализ возможных мест установки показывает необходимость установки генерации единичной мощности от 5 до 25 МВт. Установка распределенной генерации экономически и технологически выгодна. Необходимо её дальнейшее развитие в республике.

Например, в середине этого года планируется ввести в эксплуатацию газотурбинную установку на 20,4 МВт электрической мощности и 28 Гкал/ч – тепловой в г. Елабуга. Производимую электроэнергию планируется выдавать в электрические сети ОАО «Сетевая компания», а часть использовать на собственные нужды.

После ввода ГТУ образуется существенная экономия энергоресурсов при производстве электрической и тепловой энергии в комбинированном режиме. Здесь очень важно, чтобы данная экономия направлялась не на сдерживание тарифа, а на окупаемость проекта, модернизацию оборудования и в целом для привлекательности распределенной энергетики в малых городах.

Инвесторы готовы удерживать рост тарифов для населения при условии, что Государственный комитет Республики Татарстан по тарифам не урежет экономию, которая образовалась после ввода газотурбинной установки.

В этой связи нам совместно с Государственным комитетом по тарифам и при поддержке Государственной Думы необходимо подготовить механизм возврата инвестиций, вложенных в строительство распределенной генерации, с целью снижения тарифной нагрузки для населения (рис. 31).

РЕАЛИЗОВАННЫЕ ПРОЕКТЫ:

➤ **«Кастамону Интегрейted Вуд Индастри»** (ОЭЗ «Алабуга»)

генерирующие мощности на базе ГТУ – 42,99 МВт;

➤ **«Хаят Кимья»** (ОЭЗ «Алабуга»)

генерирующие мощности на базе ГТУ – 18,4 МВт;

➤ **ПАО «Нижнекамскнефтехим»**

генерирующие мощности на базе ГТУ, электрическая мощность – 75 МВт, тепловая мощность – 119 МВт;

➤ **«Буинский сахарный завод»**

генерирующие мощности на базе ТЭЦ – 12 МВт;

➤ **АО «Нижнекамсктехуглерод»**

генерирующие мощности на базе ТЭЦ – 12 МВт;

➤ **ТК «Майский»**

газопоршневые когенерационные установки, электрическая мощность – 47 МВт;

➤ **Энергоцентр «Майский»**

газопоршневые когенерационные установки, электрическая мощность – 23,12 МВт;

➤ **АО «Альметьевские тепловые сети»**

генерирующие мощности на базе мини-ТЭЦ-2 – 8 МВт, мини-ТЭЦ-3 – 6 МВт, мини-ТЭЦ-4 – 10 МВт.

РЕАЛИЗУЕМЫЕ ПРОЕКТЫ:

➤ **АО «Елабужское ПТС»**

строительство ГТУ-ТЭС в г. Елабуга, электрическая мощность – 20,4 МВт, тепловая мощность – 28 Гкал/час.



Рис. 31. Проекты в области распределенной генерации в Республике Татарстан

Еще одним перспективным проектом в распределенной генерации является строительство малых гидроэлектростанций. Результаты проведенных оценок показали, что на территории Республики Татарстан можно построить 67 малых гидроэлектростанций с установленной мощностью 27 МВт и ежегодной выработкой электроэнергии 68 млн. кВтч.

Учитывая перспективность данного направления, в настоящее время ведется работа по формированию рабочей группы по вопросу строительства малых гидроэлектростанций на территории Республики Татарстан, в том числе с участием представителей ПАО «РусГидро».

Немаловажную роль для развития энергоэффективности играет популяризация и пропаганда. Для достижения значимых результатов необходимо проводить постоянную работу по изменению нашего сознания и привития культуры бережного отношения к имеющимся ресурсам. Это необходимо закладывать с юных лет, а также регулярно информировать о имеющихся технологиях в области энергосбережения взрослое население.

В Республике Татарстан пропаганде и информационной поддержке в области энергосбережения и повышения энергоэффективности уделяется большое внимание (рис. 32.). Так, например, второй год подряд Татарстан поддерживает проведение Всероссийского фестиваля энергосбережения «Вместе ярче». В 2017 году на территории республики фестиваль прошел в формате социальной кампании, в которой приняли участие более 150 образовательных учреждений, порядка 20 муниципальных образований и 16 организаций и предприятий Республики Татарстан. В рамках кампании проведены уроки энергосбережения для школьников, организованы встречи со студентами вузов, дни открытых дверей на предприятиях топливно-энергетического комплекса и другие мероприятия.



- международные симпозиум «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» и выставка «Энергетика. Ресурсосбережение»;
- проведение республиканских конкурсов энергосбережения и участие во всероссийских;
- участие в Международном форуме «Российская энергетическая неделя»;
- деятельность Центра компетенций и технологий в области энергосбережения РТ на базе КГЭУ;
- участие во Всероссийском фестивале энергосбережения «Вместе ярче»;
- обучение в области энергосбережения.



Рис. 32. Информационная поддержка и пропаганда в области энергосбережения Республики Татарстан

Татарстан активно сотрудничает с другими регионами Российской Федерации по вопросам энергосбережения, в том числе в рамках межрегиональных соглашений (рис. 33).

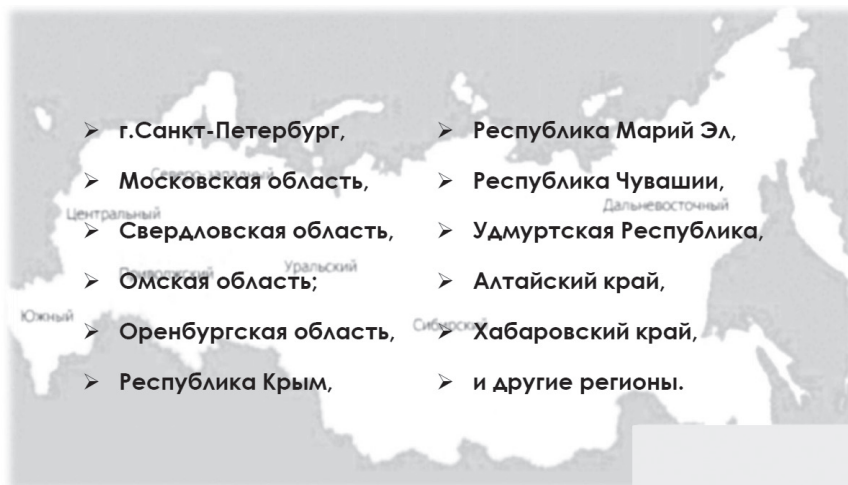


Рис. 33. Сотрудничество с регионами Российской Федерации в рамках межрегиональных соглашений

Основной площадкой для обсуждения наиболее актуальных вопросов и обмена опытом традиционно становятся открывшиеся сегодня международные симпозиум и выставка в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Сегодня в работе симпозиума и выставки принимают участие руководители и специалисты органов государственной власти и центров энергосбережения из 10 регионов России.

Благодарим наших коллег за проявленный интерес к проводимым в Татарстане мероприятиям. Мы готовы к дальнейшему развитию сотрудничества в вопросах повышения энергоэффективности и энергосбережения.

В завершении считаю необходимым определить, что на 2018 год приоритетными направлениями реализации государственной политики в области энергосбережения в Республике Татарстан являются:

- внедрение систем энергосервисных контрактов и энергоменеджмента в промышленности и в бюджетной сферах;
- реализация инвестиционных программ по модернизации производственных и энергетических мощностей республики;
- внедрение энергосберегающих и цифровых технологий;
- развитие рынка газомоторного топлива;
- развитие альтернативной энергетики (в частности – ветроэнергетики);
- развитие распределенной генерации (в частности – малых ГЭС);
- информационная поддержка и пропаганда энергоэффективного образа жизни.

Уважаемые участники Заседания!

В заключение отмечу, энергосбережение и повышение энергоэффективности – это ключевые факторы развития экономики и поддержания ее конкурентоспособности.

Мы будем и в дальнейшем прикладывать усилия и использовать все имеющиеся ресурсы и возможности для снижения энергоемкости и повышения энергоэффективности экономики Республики Татарстан.



**Заседание Правительства Республики Татарстан
«О ходе реализации государственной программы
«Энергосбережение и повышение энергетической
эффективности в Республике Татарстан на 2014-2020 годы»
по итогам 2017 года и задачах на 2018 год»**

**О МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ
В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Файзуллин И.Э.,

*Министр строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства
Республики Татарстан, г. Казань*

**MEASURES TO INCREASE ENERGY RESOURCE EFFICIENCY IN THE HOUSING AND
COMMUNAL SERVICES OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

Fayzullin I.E.,

*Minister of Construction, Architecture, Housing and Communal Services of the Republic of Tatarstan,
Kazan*

Аннотация

Энергоэффективность в жилищном строительстве это комплекс мероприятий, направленных на снижение потребляемой зданиями тепловой энергии, необходимой для поддержания в помещениях требуемых параметров микроклимата, при соответствующем технико-экономическом обосновании внедряемых мероприятий и обеспечении безопасности. В статье рассматривается каким образом в Республике Татарстан достигается снижение потребления тепловой энергии, как при процессе строительстве, так и при капитальном ремонте.

Annotation

Energy efficiency in housing construction is a set of measures aimed at reducing the thermal energy consumed by buildings necessary to maintain the required microclimate parameters in the premises, with the appropriate technical and economic justification for the implemented measures and ensuring security. The article examines how the Republic of Tatarstan achieves a reduction in the consumption of thermal energy, both during the construction process and during major repairs.

Одним из основных этапов реализации программы энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве Республики Татарстан стало оснащение многоквартирных домов общедомовыми приборами учета.

К 2011 году удалось полностью оснастить все многоквартирные дома приборами учета, что позволило оценить факт потребления в разрезе объектов и ресурсов и правильно планировать программу ремонта.

Для жилья – актуально внедрение узлов погодного регулирования, что позволяет снизить потребление тепловой энергии в жилом доме до 30%.

На сегодня 48% многоквартирных домов с центральным отоплением оснащены узлами погодного регулирования и индивидуальными тепловыми пунктами.

Большой объем работ по повышению энергоресурсоэффективности многоквартирных домов выполняется по программе капитального ремонта МКД.

Программно капитальный ремонт жилых домов в Республике Татарстан начал реализовываться с 2008 года. За время реализации программы был выполнен капитальный ремонт 14 тыс. 711 домов.

При формировании ежегодных планов капремонта в него включаются ряд мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности домов, например установка узлов погодного регулирования, замена ртутных светильников в местах общего пользования на светодиоды, замена окон в подъездах на пластиковые, утепление крыш, замена изношенных сетей и т.д. При выполнении работ используются современные материалы с высокими эксплуатационными качествами и длительным сроком службы.

Так за 2017 год выполнен капитальный ремонт с утеплением крыши в 426 МКД, ремонт фасадов с использованием энергосберегающих материалов и технологий в 427 МКД.

Реализация программы модернизации системы горячего водоснабжения Казани

В целях реализации Федеральных законов 190-ФЗ и 261-ФЗ по предложению Исполкома Казани и Татэнерго была разработана программа модернизации системы горячего водоснабжения Казани, в основу которой было положено вывод из эксплуатации действующих центральных тепловых пунктов (ЦТП) и переключение потребителей на индивидуальные тепловые пункты (ИТП) с функцией приготовления горячей воды.

В 2017 году по программе перехода от ЦТП на ИТП установлены индивидуальные тепловые пункты на 1273 объектах (1386 ИТП), в том числе на 164 бюджетных объектов и 1109 многоквартирных домах (931 дом, накапливающий средства капремонта на счете Регоператора и 178 домов – на спецсчетах).

Также осуществляется реализация программы по выводу из эксплуатации сетей централизованного горячего водоснабжения в г. Набережные Челны. На сегодняшний день 84% МКД переведены на ИТП (из 1300 МКД), реализация программы продолжается.

Программы Фонда газификации

В Республике Татарстан активно реализуются программы, финансируемые из республиканского бюджета, направленные на модернизацию коммунальной инфраструктуры и повышение ее энергоресурсоэффективности. На данные цели ежегодно направляются более 1 млрд. руб. бюджетных средств.

Программа перехода на поквартирные системы отопления и установки блочных котельных в городах и районах республики

Программа позволила ликвидировать высокочрезвычайно, экономически не выгодные котельные, снизить потери на тепловых сетях, улучшить комфортность проживания населения с предоставлением новой услуги – горячее водоснабжение для сельской местности.

За время реализации программы на индивидуальные системы отопления было переведено более 50 тыс. квартир (более 2 тыс. 500 домов) в 43 муниципальных образованиях, из них 16 районов полностью перешли на индивидуальные системы отопления.

Уход от котельных позволил снизить потребление тепловой энергии до 130 Мегаватт и снизить платежи населения до 2 раз.

В 2017 году была полностью решена задача по пгт. Уруссу. Переведено на индивидуальные системы отопления 3383 объекта (142 МКД и 230 частных домов), построено 23 БМК, установлено 4 ГРПШ, проложено 24,2 км подводящих, кольцевых и фасадных газопроводов.

Размер оплаты за отопление 2-х комнатной квартиры (50 кв. м.) при переходе от централизованного теплоснабжения к индивидуальному с установкой 2-х контурных и электрических котлов снижается почти в 2 раза. Ежемесячный платеж снижается по отношению к централизованному теплоснабжению на 48,3% при переходе на 2-х контурные котлы и на 30,2% при переходе на электрические котлы.



Программа по замене котлов в котельных социально – культурной сферы

Программа позволила заменить высокочрезвычайно, экономически невыгодные котлы, повысить качество теплоснабжения в помещениях бюджетной сферы, снизить затраты на выработку тепловой энергии,

С 2014 по 2017 год за счет республиканского бюджета произведена замена 921 котла в 500 котельных, это позволило снизить объем потребления природного газа на 15%.

Программа восстановления освещения в населенных пунктах

Программа направлена на обеспечение освещенности сельских населенных пунктов и на снижение потребления электрической энергии за счет внедрения энергосберегающего оборудования при эксплуатации наружного освещения.

С 2014 по 2017 год заменено 45 тыс. 726 светильников на светодиодные, установлено 2 тыс. 93 пункта учета электроэнергии, проведен монтаж 1250 км линий электропередач.

Реализация программ энергосбережения изменила требования и подходы к проектированию и строительству новых объектов. Все разрабатываемые проекты при проведении государственной экспертизы проверяются на соблюдение норм энергоэффективности.

В строительстве домов применяются следующие энергосберегающие технологии, позволяющие снизить и оптимизировать потребление энергоресурсов:

- монтаж индивидуальных тепловых пунктов с автоматическими датчиками погодного регулирования;
- монтаж горизонтальной разводки систем отопления с установкой терморегуляторов на радиаторах отопления, что позволяет регулировать температуру в отдельно взятом помещении;
- установка светодиодных светильников в местах общего пользования с автоматическими датчиками движения и звука;
- установка автоматических систем удаленного считывания данных, позволяющих управляющим компаниям удаленно снимать/считывать показания счетчиков и вести контроль за энергоэффективностью дома в целом, в т.ч. позволит:
- экономии энергоресурсов в натуральном и стоимостном выражении,
- оперативность контроля за состоянием объектов в режиме реального времени,
- контроль качества предоставляемых ресурсов,
- сокращение расходов на оплату энергетических ресурсов и коммунальных услуг.
- применение эффективных строительных энергоэффективных материалов (теплоизоляционных, многокамерных окон, теплоизоляционных входных дверей и пр.);
- устройство теплых чердаков (отапливается излишками тепла от квартир)
- применение двухконтурных котлов, что позволяет не применять котельные, снизить потери на тепловых сетях, улучшить комфортность проживания населения.

Ежегодно Министерством проводится оценка муниципальных образований в области энергоэффективности в многоквартирном жилищном фонде по удельному потреблению энергоресурсов и воды, в многоквартирных домах по трем группам:

К 1 группе относятся – города;

К 2 группе – муниципальные районы, имеющие городское и сельское население (смешанные населенные пункты);

К 3 группе – муниципальные районы, имеющие сельское население (сельские населенные пункты).

В целом по республике в 2017 году в сравнении с 2016 годом удельное потребление ресурсов снизилось (Рис. 1.):

- по тепловой энергии осталось на прошлогоднем уровне;
- по горячему водоснабжению на 0,6%;
- в части холодного водоснабжения на 2,1 %;
- в части электрической энергии на 2 %.

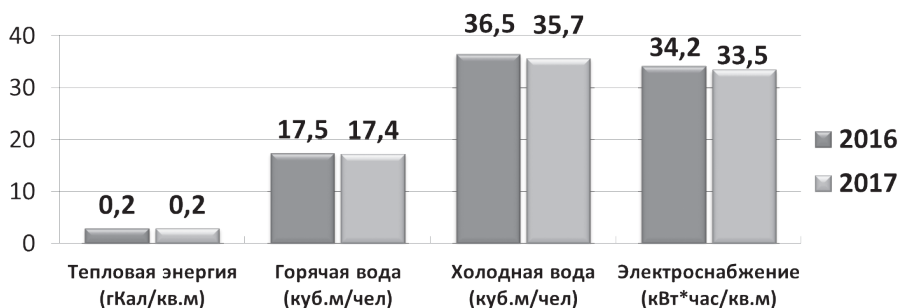


Рис. 1. Показатели энергоэффективности в МКД

Рассмотрим результаты рейтинга МО по потреблению 4 видов ресурсов: тепловой энергии, горячей и холодной воды, электрической энергии в МКД.

Лидерами в 1 группе «города» являются Менделеевский, Заинский, Мамадышский районы.

Большие удельные потребления ресурсов по итогам 2016 года в Мензелинском, Тетюшском районах и г. Казани. (Рис. 2.)

Рейтинг МО по удельному потреблению ресурсов 1 группа - города					
Муниципальное образование	Тепловая энергия	Горячая вода	Холодная вода	Электрическая энергия	Средний ранг
	Гкал/кв.м.	куб.м/чел	куб.м/чел	кВт*час/кв.м	
Менделеевский	0,20	12,6	22,8	25,6	2,8
Заинский	0,25	13,1	23,1	26,9	5,3
Мамадышский	0,16	х	25,0	30,6	6,3
Казань	0,24	20,8	45,2	30,8	15,5
Тетюшский	0,32	х	29,5	31,6	16,3
Мензелинский	х	х	35,6	33,6	19,0

Рис. 2. Рейтинг МО по удельному потреблению ресурсов, 1 группа «города»

Во второй группе «смешанные населенные пункты» наименьшие показатели в Сармановском, Рыбно-Слободском, Сабинском районах, наибольшие в Алексеевском, Апастовском и Аксубаевском районах. (Рис. 3.)

**Рейтинг МО по удельному потреблению ресурсов
2 группа - смешанные н.п.**

Муниципальное образование	Тепловая энергия	Горячая вода	Холодная вода	Электрическая энергия	Средний ранг
	Гкал/кв.м.	куб.м/чел	куб.м/чел	кВт*час/кв.м	
Сармановский	0,24	14,1	23,7	27,0	1,5
Рыбно-Слободской	0,28	х	27,4	31,3	4,0
Сабинский	0,34	х	24,5	33,1	4,3
Аксубаевский	х	х	32,6	32,8	6,0
Апастовский	х	х	29,7	35,6	8,0
Алексеевский	х	х	36,2	34,8	9,0

12

Рис. 3. Рейтинг МО по удельному потреблению ресурсов, 2 группа «смешанные населенные пункты»

И наконец, в 3 группе «сельские населенные пункты» лидеры: Дрожжановский, Черемшанский, Актанышский районы, районы показавшие наибольшее потребление ресурсов: Алькеевский, Пестречинский и Тюлячинский район. (Рис. 4.)

**Рейтинг МО по удельному потреблению ресурсов
3 группа - сельские н.п.**

Муниципальное образование	Тепловая энергия	Горячая вода	Холодная вода	Электрическая энергия	Средний ранг
	Гкал/кв.м	куб.м/чел	куб.м/чел	кВт*час/кв.м	
Дрожжановский	х	х	23,1	29,5	3,5
Черемшанский	х	х	27,1	16,8	4,0
Актанышский	0,26	14,2	24,9	37,6	4,3
Тюлячинский	х	х	40,6	26,5	7,0
Пестречинский	0,32	х	36,1	40,5	7,3
Алькеевский	х	х	42,6	36,2	9,0

13

Рис. 4. Рейтинг МО по удельному потреблению ресурсов, 2 группа «сельские населенные пункты»

В завершении необходимо выделить основные задачи, которые сегодня стоят в области энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Доля объема потребления энергоресурсов жилищно-коммунальным хозяйством в общей энергосистеме составляет не более 10%.

Сегодня Министерством строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства в республике обеспечен учет ресурсов и работоспособность приборов учета. В жилищном фонде необходимо продолжать установку узлов погодного регулирования тепловой энергии. Эти мероприятия носят социальный характер и направлены на экономию средств каждого жителя.

Основным источником потребления энергии в ЖКХ являются водозаборы, канализационно-насосные станции, котельные. На этих объектах необходимо обеспечить контроль за режимами работы энергооборудования. Снижать потери передаваемых ресурсов в сетях.

Основная задача, которая стоит перед нами, это формирование сознания энергосбережения у населения, начиная уже с детского сада и это не только научить их правильно пользоваться светом, умывальником, но также не бросать мусор мимо урны.



**Заседание Правительства Республики Татарстан
«О ходе реализации государственной программы
«Энергосбережение и повышение энергетической
эффективности в Республике Татарстан на 2014-2020 годы»
по итогам 2017 года и задачах на 2018 год»**

**ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Фардиев И. Ш.,

ОАО «Сетевая компания», г. Казань

**IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ELECTRIC GRID OF THE REPUBLIC
OF TATARSTAN**

Fardiev I. S.,

JSC «Grid company», Kazan

Аннотация

ОАО «Сетевая компания», являясь основным оператором магистральных и распределительных сетей в Республике Татарстан, выполняет функции по обеспечению надежного и бесперебойного электроснабжения потребителей. Наряду с обеспечением системной надежности, строительством новых объектов магистральных сетей повышенное внимание уделяется распределительным сетям.

Annotation

JSC «Grid Company», being the main operator of transmission and distribution networks in the Republic of Tatarstan, performs functions to ensure reliable and uninterrupted power supply to consumers. Along with ensuring system reliability, the construction of new objects of backbone networks, increased attention is paid to distribution networks.

Для решения проблем надёжности электроснабжения конечных потребителей – снижения времени и частоты отключений в Компании разработана дорожная карта целевых технологических проектов по мониторингу и управлению состоянием распределительной сети:

- внедрение автоматизированных систем секционирования сельских сетей;
- внедрение системы повышения наблюдаемости длинных воздушных линий с использованием индикаторов короткого замыкания;
- внедрение элементов «умной» сети в кабельных линиях городских сетей (самовосстанавливающиеся городские сети);
- разработка и создание в республике системы интеллектуального учёта электроэнергии.

В части построения систем секционирования распределительных сетей 10 кВ компания находится в стадии активного выполнения – такие проекты уже развёрнуты в большинстве районов республики. По другим проектам компания находится на уровне начала тиражирования, по системе интеллектуального учёта на стадии пробных разработок.

Сочетание данных комплексных технических решений позволит инициировать создание полностью автоматизированных «цифровых» (или умных) РЭСов в республике, что обеспечит существенное повышение надёжности электроснабжения и энергоэффективности распределительной сети.

В 2014 году в рамках модернизации сетей 10 кВ Мамадышского РЭС была введена в строй инновационная система автоматизированного секционирования распределительной сети, основанная на элегазовых выключателях нагрузки, управляемых дистанционно.

Проект по секционированию сетей с использованием элегазовых выключателей нагрузки стал площадкой для испытания элементов интеллектуальной сети в Компании и позволил повысить надежность электроснабжения потребителей. Результатом внедрения проекта стало снижение средней величины недоотпуска за одно отключение почти в четыре раза.

Положительный опыт, полученный при эксплуатации данного оборудования, стал основанием для проведения в 2015 году модернизации электрических сетей в округе Иннополиса, Альметьевских, Буинских, Нижнекамских, Приволжских и Чистопольских электрических сетей (всего 11 районов Республики).

В целях повышения эффективности работы системы с 2017 года в Компании начата программа по внедрению комбинированных систем секционирования с применением, как выключателей нагрузки, так и реклоузеров, позволяющих проводить автоматическое повторное отключение токов короткого замыкания. Комбинированная схема предусматривает установку реклоузеров на магистрали воздушной линии и в кольцующих пунктах, а на отпайках – выключатели нагрузки. При повреждении воздушной линии, выключатель на подстанции не отключается, а срабатывает реклоузер, сразу локализуя часть поврежденной схемы. Данное решение позволяет сохранить коммутационный ресурс выключателя на ПС и повысить надежность электроснабжения потребителей из-за уменьшения количества операций по секционированию в бестоковую паузу. На сегодняшний день в эксплуатации в Компании находится 255 элегазовых выключателей нагрузки Ensto Auguste и 49 реклоузеров. Ежегодно планируется вводить в эксплуатацию до 100 выключателей и реклоузеров.

В 2016 году Компанией совместно ООО МНПП «Антракс» (г. Фрязино) разработана система мониторинга состояния протяженных фидеров посредством применения индикаторов короткого замыкания. Такие устройства при различных типах повреждений на линии отправляют диспетчеру информацию о месте повреждения, что облегчает задачу оперативно-ремонтного персонала по выявлению аварийного участка, что в итоге сокращает время прерывания электроснабжения более чем в два раза.

В планах ОАО «Сетевая компания» продолжить работу по применению систем определения повреждения на ВЛ в целях повышения надёжности электроснабжения районов республики. Дополнительно начата разработка секционирующего устройства, которое представляет собой совмещение управляемого разъединителя с ИКЗ для установки непосредственно на ВЛ.

Ввиду того, что ранее опробованные цифровые решения по системам секционирования для кабельных линий городских электрических сетей не применимы, был изучен имеющийся мировой опыт в области автоматизации и совместно с республиканским ИЦ «Энергоразвитие» и компанией «Прософт-Системы» (г. Екатеринбург) было разработано принципиально новое техническое решение по созданию самовосстанавливающихся электрических сетей.

ТП и РП в такой сети оснащаются автоматикой, которая следит за состоянием оборудования и линий электропередач. Если по какой-то причине жилые дома в такой «умной сети» остались без напряжения, система анализирует все возможные варианты для восстановления их электроснабжения и начинает процедуру последовательной конфигурации питающей электрической сети для подачи напряжения, оставшимся без света потребителям. В рамках первой очереди реализации проекта по умным сетям в республике произведена модернизация электрической сети в микрорайонах трех городов Казань, Нижнекамск, Набережные Челны. Всего под реконструкцию попали сети протяженностью 95 км, 5 РП и 28 ТП, на которых произведена замена силового оборудования и установлены средства автоматики. В рамках реализации второй очереди объектов «умных сетей» проработаны технические ре-



шения по частичной автоматизации сети, что позволит оптимизировать инвестиции компании на модернизацию при сохранении высокой степени надёжности электроснабжения.

За четыре года реализации мероприятий дорожной карты по внедрению интеллектуальных решений в электросетевом комплексе республики удалось добиться следующего:

- в зоне охвата систем секционирования продолжительность и частота отключений по международным индексам надёжности SAIDI и SAIFI снижена в среднем на 30% по отношению к остальной сети;
- в схемах с установленными системами определения места повреждения время восстановления электроснабжения удалось сократить в половину (до 1,5 часов вместо 3);
- применение элементов «умных сетей» позволило не только повысить эффективность работы самой сети, но также и сократить издержки компании на недоотпуске в 2-4 раза в зависимости от особенностей электрической схемы.

Активное внедрение приборов учета с дистанционным съемом показаний позволяет много лет поддерживать устойчивый тренд по снижению потерь электроэнергии. Однако для сохранения этих показателей требуется выработка нового подхода к организации учета электроэнергии. В настоящее время 46% объектов сети 0,4-10 кВ оснащены системами автоматизированного учета, которые, к сожалению, имеют функциональное ограничение только ежемесячного чтения данных энергопотреблений.

Уровень телемеханизации сетей низкого и среднего напряжения составляет всего чуть более 1%. Совокупность этих факторов иллюстрирует невысокий уровень наблюдаемости распределительных сетей. Опыт ведущих мировых сетевых компаний показывает, что для решения обеих задач – повышения наблюдаемости распределительных сетей и поддержания потерь электроэнергии на уровне 6% и ниже наиболее эффективным является создание систем интеллектуального учета.

Переход к интеллектуальным системам учёта позволит существенно повысить не только наблюдаемость, но и управляемость электрической сетью, вплоть до сети класса напряжения 0,4 кВ. Разработанная в Компании концепция развития интеллектуальных систем учета электроэнергии предполагает новый подход к автоматизации учета по следующим направлениям:

- 100% охват всех категорий потребителей умными приборами учета;
- предоставление потребителям доступа к данным со счетчиков;
- передача информации о графике нагрузки и аварийных сигналов о нештатных ситуациях в реальном времени;
- использование систем интеллектуального учета не только для снижения потерь, но и для повышения наблюдаемости распределительных сетей.

Разработка и внедрение в ОАО «Сетевая компания» лучших международных практик, базирующихся, в том числе на отечественном оборудовании, требует значительных финансовых затрат, но и эффект от их реализации, как показывает опыт эксплуатации, существенен. Переход к интеллектуальной цифровой сети является правильным и обоснованным выбором.

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Ахметов М.Г.,

Министр сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, г. Казань

**ENERGY CONSERVATION IN THE AGRICULTURAL SECTOR
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

Akhmetov M. G.,

the Ministr of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan, Kazan

Аннотация

Одним из крупных потребителей энергоресурсов в Республике Татарстан является агропромышленный комплекс. Применение энергоресурсосберегающих технологий оказывает положительное воздействие на развитие его экономики, позволяет рационально использовать трудовые и материальные ресурсы, добиваться производства конкурентоспособной продукции.

Техническая и технологическая модернизация АПК республики позволила сократить потребление электроэнергии с 2011 года на 50 млн кВт/ч, дизельного топлива на 20 тыс. тонн, снизить расход топлива на 1 га пашни до 51 кг, повысить производительность труда до 1,7 млн. руб. на 1 работника.

Несмотря на определенные трудности в экономике в целом, в сельском хозяйстве удалось нарастить производство валовой продукции до 256,1 млрд руб. и занять 1-ое место в Приволжском ФО и 3-ое место по РФ.

Потребность населения республики в сельхозпродукции обеспечено в полном объеме. На 2018 год поставлена задача – сохранить объемы производства продукции растениеводства и увеличить производство продукции животноводства на 5%.

Annotation

Agro-industrial complex of the Republic of Tatarstan is one of major energy consumers. The use of energy saving technologies has a positive impact on the development of its economy, allows rational use of labor and material resources, to achieve the production of competitive products.

Technical and technological modernization of agriculture of the republic has reduced electricity consumption since 2011 by 50 million kW/h, diesel fuel for 20 thousand tons, to reduce fuel consumption per 1 ha of arable land up to 51 kg, increase labor productivity to 1.7 million rubles per 1 employee.

The held events in the field of energy saving have reduced power consumption of agricultural products since 2010 by 7 times and amounted to 1,7kr. conditional of fuel for 1000 rub of gross output, at the moment expenses of energy resources is 7,4 kopeks for 1 rub of monetary revenue.

Despite certain difficulties in economy in general, in agriculture it was succeeded to increase production of gross output to 238,6 billion rubles and to take the 1st place in the Volga Federal District and the 3rd place in Russian Federation.

The need of the population of the Republic in agricultural products is provided in full. In 2018, the task is to maintain the volume of crop production and increase livestock production by 5%.

**Энергоресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе Республики
Татарстан**

Важнейшей задачей АПК является обеспечение населения продовольствием, а перерабатывающей промышленности необходимым сельскохозяйственным сырьем. Решение этих задач связано с дальнейшей интенсификацией отрасли, использованием достижений науч-



но-технического прогресса, активным использованием логистических схем, совершенствованием экономических отношений.

Объем валовой продукции сельского хозяйства во всех категориях хозяйств достиг 256,1 млрд. руб. и как задача АПК республики на ежегодный рост на 5% в 2017 году нами выполнена.

В Приволжскому ФО по валовой продукции Татарстан стабильно занимает первые места – занимая 8,8% сельхозугодий, имеем 19,0% ее сельхозпродукции, то есть использует его в 2 раза эффективнее и среди регионов Татарстан занимает позицию в тройке лидеров после Краснодарского края и Ростовской области.

По производству зерна собрала 5,2 млн. тн, а по сахарной свекле добились роста на 33% и впервые превысили планку в 3,1 млн. тн.

Успешно сработали в животноводстве, увеличив производство мяса на 101,1%, по молоку на 2,7%, в том числе, по сельхозформированиям на 5,5%.

Достижение желаемых показателей стало возможным только из-за целенаправленного внедрения в производство энергоресурсоэффективных технологий на основе современной техники и оборудования.

Уровень энергообеспеченности в АПК, ежегодными объемами обновления парка в 6,6 млрд. руб. удерживается на уровне 159 л. с. на 100 га посевных площадей. Ежегодно сельхозтоваропроизводителями республики приобретается более 5 тыс. единиц современной техники и оборудования. Поставлена задача к 2020 году повысить уровень энергообеспеченности до 200 л. с. на 100 га посевов.

Система энергонасыщенных широкозахватных многофункциональных машин, внедряемых в АПК РТ, позволили довести посев до 1,8 млн. га по энергосберегающим технологиям, увеличить производительность труда в 3 раза, снизился расход дизтоплива 51 кг/га, а где внедрены энергосберегающие технологии в растениеводстве – 25-30 кг/га.

В последние годы технологию растениеводческой отрасли земледелия Татарстана удалось адаптировать к изменяющимся климатическим условиям, благодаря чему удалось собрать достойный урожай и обеспечить рост объемов производства продукции растениеводства на 109%.

Система сберегающего земледелия

Система сберегающего земледелия – это долгосрочная стратегия менеджмента каждого хозяйства, которая предлагает возможность повышения эффективности производства при одновременном снижении затрат и минимизации ущерба, наносимого окружающей среде посредством применения ресурсосберегающих технологий и точного земледелия.

В системе сберегающего земледелия снижение затрат обеспечивается внедрением элементов точного земледелия с помощью специальной аппаратуры, что позволяет сократить затраты за счёт параллельного вождения и минимизации перекрытий: экономии химикатов, топлива, времени, исключения пропусков; расширения временных возможностей за счёт работы ночью и при плохой видимости.

К методам, уменьшающим количество вносимых минеральных удобрений и средств защиты растений, относятся:

1) мониторинг кислотности почвы. Нейтрализация уровня кислотности почвы позволяет повысить эффективность внесения удобрений от 20 до 40 и более %, в зависимости от показателя кислотности почвы;

2) использование биопрепаратов различного спектра действия: биоудобрительного на основе почвенных бактерий, главный принцип действия которых основывается на естественных природных процессах фиксации атмосферного азота и переводе связанных форм

фосфора в доступные растениям формы и защитного, на основе конкуренции патогенов и свободноживущих форм бактерий и насекомых.

Использование микробиудобрений при затратах 75 руб/га для обработки семян обеспечивает прибавку 1000 руб/га. В 2018 году микробиологические удобрения, биологические средства защиты растений, микроэлементарные препараты применены на площади около 1,4 млн. га.

Применение биопестицидов при затратах около 200 руб/га дает прибавку урожая 4 ц/га.

Микроудобрения при затратах 250 руб/га обеспечивают прибавку урожая 3-4 ц/га.

Кроме того, в 2017 году на полях было внесено около 1,0 млн. тонн измельченной соломы. Использование измельчённой соломы равносильно внесению около 34 кг д. в. на гектар.

Так же на полях республики внесено 4,3 млн. тонн органических удобрений.

3) Оптимизация структуры посевных площадей. В структуре посевных площадей необходимо иметь:

3.1) 15% паров, желательно все сидеральные.

Площадь пара в 2017 году составила 356 тыс. га (свыше 11% площади пашни), в том числе сидеральных паров около 60 тыс. га. Сидеральные культуры оставляют после себя питательные вещества (NPK) на сумму около 17,0 тыс. руб/га.

3.2) кормовые культуры из расчета 1,5 га на 1 условную голову, при этом и в структуру кормового клина должны входить 70% многолетних бобовых и бобово-злаковых трав. Площадь кормовых культур составляет 1022 тыс. га или 31% от пашни, свыше 463 тыс. га занимают бобовые травы и бобово-злаковые смеси.

3.3) Использование многолетних трав, которые после себя оставляют питательные вещества (NPK) на сумму около 8,8 тыс. руб/га. Площадь многолетних трав около 496 тыс. га, ежегодно обновляется более 130 тыс. га.

4) Организация полнокультурных севооборотов (севооборот в системе сберегающего земледелия имеет особое значение), так как многие проблемы (засорённость и распространение вредителей и болезней) можно решить путём чередования сельскохозяйственных культур.

Использование в севообороте бобовых культур позволит сэкономить значительное количество азотных удобрений, а культур с глубоко проникающими в землю корнями (рапс) – наряду с экономией азота снять проблему плужной подошвы, улучшить структуру почвы без механических обработок. Выращивание крестоцветных культур в севообороте позволяет улучшить фитосанитарное состояние почвы.

5) Дифференцированная обработка почвы – выбор способа обработки почвы в зависимости от биологии размещаемой культуры и типа почвы. Например, отзывчивые культуры к глубокому рыхлению: зернобобовые, рапс, сахарная свекла, картофель, кукуруза, гречиха.

Задачи дифференцированной обработки почвы:

- улучшение водно-физического и пищевого режима почвы;
- уничтожение сорняков, вредителей и болезней;
- активизация деятельности полезной микрофлоры.

В 2017 году основная обработка проведена на площади 1,9 млн. га, из них на площади около 450 тыс. га проведено с углублением пахотного слоя.

6) Развитие элитного семеноводства. Неоднократно доказано, что использование в посевах семян высоких репродукций дополнительно без каких либо затрат дают прибавки до 5 ц/га; перспективные сорта дают прибавку до 10 ц/га. Поэтому в республике стоит задача максимально увеличить долю оригинальных и элитных семян. В 2017 году доля оригинальных и элитных семян составила 25%.



7) Интегрированная защита растений позволяет бороться с вредными объектами сорняками, болезнями, вредителями.

В 2017 году применено 1953,9 тонн средств защиты растений, фактически обработана 3272 тыс. га. из них против сорняков 1822 тыс. га, вредителей 683 тыс га, болезней 766 тыс га.

Ресурсосберегающие технологии в животноводстве

В республике интенсивно внедряются новейшие технологии в производство животноводческой продукции.

Мероприятия по ресурсосбережению в животноводстве направлены, в первую очередь, на внедрение новых прогрессивных технологий, а также на повышение уровня кормления, улучшение условий содержания животных и повышения качества продукции.

Республика Татарстан по валовому производству молока с объемом 1822 тыс. тонн занимает первое место в России, по мясу скота и птицы на убой 491,6 тыс. тонн – 4 место.

Человеко-зависимое молочное направление в сельхозформированиях с продуктивностью коров 5447кг (+271 кг к 2016 г.) для Татарстана – это еще далеко не предел. Задача на 2018 г. – 5,7 тыс. кг молока на 1 корову, с выходом к 2020 году на 6 тыс. кг.

Поголовье является главным показателем стабильности и эффективности любого района и сельхозформирования.

Во всех категориях хозяйств содержится одно из самых больших в стране поголовье КРС – 1,02 млн. голов, в том числе 354 тыс. голов коров, свыше 459 тыс. гол. свиноголовья, 356 тыс. голов овец и коз, 17,0 млн. птицы.

Успешные руководители это понимают и стараются всеми средствами обеспечить не только его сохранность и стабильность, но и рост.

В республике с 2014 года реализуются республиканские программы капитального ремонта животноводческих помещений и строительства силосно-сенажных траншей.

Продолжилась работа по модернизации и строительству молочно-товарных ферм, комплексов с переводом на высокотехнологичное оборудование.

Промышленное птицеводство и свиноводство достигли проектных мощностей, для их дальнейшего развития необходимы новые серьезные инвестиции.

Перечень крупнейших и наиболее значимых инвестиционных проектов животноводства находящихся в стадии реализации:

1. Строительство предприятия по убою птицы производительностью 10500 голов в час в г. Набережные Челны, ул. Хлебный проезд, инициатор: ООО «Челны Бройлер», сроки реализации – 2018-2019 гг., общий объем инвестиций – 4254,4 млн. рублей (из них освоено на 01.12.2017 147,9 млн. руб.), предполагается создание 778 рабочих мест.

2. Строительство откормочной площадки бройлеров мощностью на 96 тыс. тонн мяса птицы в год в Тукаевском районе, н. п. Мусабай-Завод, инициатор: ООО «Челны Бройлер», сроки реализации – 2017-2020 гг., общий объем инвестиций – 6128,3 млн. рублей (из них освоено на 01.12.2017 23,6 млн. руб.), предполагается создание 295 рабочих мест.

3. Строительство молочного животноводческого комплекса на 1000 голов в н. п. Кшкловое Атнинского района, инициатор: СХПК «ТАН», сроки реализации – 2016-2017 гг., общий объем инвестиций – 328,1 млн. рублей (из них освоено на 01.12.2017 328,1 млн. руб.), предполагается создание 20 рабочих мест (из них создано на 01.12.2017 20 рабочих мест).

4. Строительство молочного животноводческого комплекса на 1200 голов в н. п. Большая Атна Атнинского района, инициатор: ООО «Тукаевский», сроки реализации – 2017-2018 гг., общий объем инвестиций – 534,1 млн. рублей, (из них освоено на 01.12.2017 396,4 млн. руб. 1 очередь коровник на 600 голов), предполагается создание 30 рабочих мест (из них создано на 01.12.2017 20 рабочих мест).

5. Строительство молочно-товарной фермы беспривязного содержания на 1070 коров в н. п. Станция Акташ Альметьевского района, инициатор: АО «им. Н.Е. Токарликова», сроки реализации – 2016-2018 гг., общий объём инвестиций – 494,8 млн. рублей (из них освоено на 01.12.2017 472,4 млн. руб.), предполагается создание 36 рабочих мест (из них создано на 01.12.2017 34 рабочих места).

6. Строительство животноводческого комплекса на 2400 голов КРС с молочным блоком, в н. п. Малмыжка Мамадышского района, инициатор: ООО АПК «Продовольственная программа», сроки реализации – 2016-2018 гг., общий объём инвестиций – 1501,5 млн. рублей (из них освоено на 01.12.2017 1501,5 млн. руб.), предполагается создание 80 рабочих мест (из них создано на 01.12.2017-80 рабочих мест).



**СОВЕЩАНИЕ
О ПРАКТИКЕ ПРИВЛЕЧЕНИЯ
ВНЕБЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ
КОНТРАКТОВ ПО СНИЖЕНИЮ
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ БЮДЖЕТНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЙ**

**ЭНЕРГОСЕРВИС НА ОБЪЕКТАХ БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Ляшук В. Ф.,

*Научно-экспертный совет при Рабочей группе Совета Федерации по мониторингу реализации
законодательства в области энергетики, энергосбережения и повышения энергетической
эффективности, г. Москва*

**ENERGOSERVIS ON OBJECTS OF BUDGETARY SPHERE
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Lyashuk V. F.,

*Scientific and expert Council under the working group of the Federation Council on monitoring the
implementation of legislation in the field of energy saving and energy efficiency, Moscow*

На сегодняшний день опыт заключения энергосервисных контрактов (далее – ЭСК), в том или ином виде, есть практически во всех субъектах РФ. По данным «Обзора российского рынка энергосервиса за 2017 год» [1], за год было заключено 488 контрактов на общую сумму более 17,4 млрд рублей. И это только ЭСК, заключенные по ФЗ-44 и ФЗ-223: исследование проводилось на основе данных Единой информационной системы в сфере закупок по государственным и муниципальным закупкам энергосервисных услуг. При этом за 2011 год те же показатели зафиксированы на уровне 73,5 млн руб. Таким образом, за 6 лет рынок энергосервиса вырос более, чем в 200 раз. А если учесть энергосервис на промышленных предприятиях – сумма контрактов окажется еще больше.

Все эти годы рынок находился в стадии становления, которое происходило за счет проб и ошибок компаний-пионеров. Думается, именно благодаря им в апреле 2016 года вступил в силу Приказ Минэнерго № 67, утвердивший методику определения объема потребления энергоресурсов расчетно-измерительным способом. Без преувеличения можно сказать, что этот Приказ стал серьезным драйвером развития рынка, особенно в части повышения энергоэффективности систем внутреннего и наружного освещения. Если в количественном соотношении в 2017 году преобладают ЭСК, направленные на экономию тепловой энергии (61% от общего числа ЭСК за 2017 год), то в суммарной цене контрактов преобладают направленные на экономию электроэнергии (59% от общей суммы).

Надо заметить, что тепловая энергия в рамках ЭСК экономится, как правило, на небольших социальных объектах (школы, детские сады, поликлиники). Тогда как экономия электроэнергии в рамках ЭСК часто происходит как раз на объектах уличного освещения. Цена каждого из таких контрактов может быть гораздо выше, чем у ЭСК на экономию тепла в школе или поликлинике. В итоге только за 2016 год сумма заключенных ЭСК выросла более, чем в 5 раз по сравнению с предыдущим годом. А за 2017 год – суммарная цена контрактов еще удвоилась, то есть по сравнению с 2015 годом – выросла более, чем в 10 раз.

При этом на сегодняшний день все еще есть барьеры для массового тиражирования ЭСК в бюджетной сфере. Научно-экспертный совет при Рабочей группе Совета Федерации по мониторингу реализации законодательства в области энергетики, энергосбережения и повышения энергетической эффективности в рамках осуществляемой деятельности по мониторингу правоприменения тесно взаимодействует со всеми участниками рынка энергосервиса. В субъектах РФ при активном участии органов исполнительной власти проводятся совещания, круглые столы, конференции. Только за последний год секцией «Практика реализации ФЗ-261 на объектах социальной сферы» организованы и проведены 19 совещаний «О практике привлечения внебюджетных средств для реализации энергосервисных контрактов по снижению энергопотребления зданий и сооружений бюджетных учреждений социальной сферы». Подавляющее большинство из них были выездными, они прошли в следующих



субъектах РФ: Пермский край, Тверская область, Вологодская область, Липецкая область, Калининградская область, Тамбовская область, Кировская область, Республика Мордовия, Ставропольский край, ГФЗ Санкт-Петербург, Республика Марий Эл, Алтайский край, Республика Татарстан, Новосибирская область, Республика Калмыкия, Нижегородская область. Собранные в ходе этой работы данные позволяют выделить пять основных преград для массового тиражирования в регионах РФ проектов, реализуемых в рамках механизмов энергосервисных контрактов.

Преграда первая. Взаимоотношения между потенциальными заказчиками и инвесторами. В большом количестве бюджетных организаций социальной сферы до сих пор нет профильных специалистов по энергосбережению. Особенно остро эта проблема стоит в дошкольных и общеобразовательных учреждениях. В ВУЗах и учреждениях здравоохранения есть инженеры, отвечающие за эксплуатацию. Но и им достаточно тяжело продвигать внутри своих организаций идеи энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В этой части мотивация руководства учреждений находится на низком уровне. И если до 2015 года Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении» [2] обязывал все бюджетные предприятия обеспечивать сокращение энергопотребления не менее, чем на 3% ежегодно по отношению к показателям 2009 года (что хоть как-то мотивировало обращать внимание на энергосервис), то сейчас нет даже этого. Часто оценку необходимости энергосервиса поручают бухгалтерам. Они первым делом запрашивают у инвесторов финансовые модели и начинают считать их прибыль. И это абсолютно логично исходя из основной деятельности бухгалтерии. Итогом такого анализа зачастую становится фраза «Мы лучше все сами сделаем: проведем эти мероприятия за свой счет и будем оставлять экономию у себя». И это действительно было бы хорошим решением и позволило бы сэкономить больше бюджетных средств. Но в моменте фраза «сделаем сами» означает потратить бюджетные средства здесь и сейчас. В итоге, зачастую проекты не реализуются. Хотя энергосервис позволил бы начать экономить, не откладывая и не привлекая дополнительные бюджетные средства.

Преграда вторая. Действующие конкурсные процедуры не учитывают особенность энергосервиса. Сложность самих процедур запуска энергосервисного контракта по Федеральному закону № 44-ФЗ [3] и необходимость проведения глубокого анализа ситуации на объекте для определения экономической оправданности проведения энергосервиса, а также указанное выше отсутствие профильных специалистов вынуждает бюджетные учреждения обращаться к компетенциям энергосервисных компаний (далее – ЭСКО). В итоге может сложиться такая ситуация, при которой потенциальный инвестор, инициировавший работу в рамках энергосервисных контрактов, затративший ресурсы на разъяснение руководству бюджетного учреждения механизмов энергосервиса и проводивший за свой счет озвученные выше предварительные работы, оказывается по отношению к конкурентам в заведомо более рискованной позиции. Между тем, этот барьер можно было бы устранить, сохранив конкуренцию. Например, так, как это сделано в случае с инициативной концессией.

Преграда третья. Затраты инвестора на обеспечение исполнения долгосрочного инвестиционного контракта. С одной стороны, мероприятия в рамках энергосервисного контракта реализует инвестор за свой счет, без привлечения бюджетных средств, с другой – этот же инвестор перечисляет на счет заказчика еще и обеспечение исполнения, которое «замораживается» на весь срок действия энергосервисного контракта. Выпуск банковской гарантии за 10 дней (от победы на конкурсе до подписания контракта, когда заказчику уже должны быть предъявлены обеспечение или гарантия) в реальной жизни практически нереализуем. А последующая замена денежного обеспечения на банковскую гарантию вызывает отторжение со стороны специалистов на стороне заказчика. Было бы логично если не отменить совсем

обеспечение исполнения энергосервисных контрактов, то хотя бы ограничить его необходимость сроком реализации предусмотренных контрактом энергоэффективных мероприятий.

Преграда четвертая. Отсутствие проектного финансирования. Фактически на данный момент на рынке энергосервиса не работает механизм проектного финансирования. Более-менее сдвинулось с мертвой точки и стало развиваться рефинансирование – появился факторинг. Но и здесь много проблем: в действующем правовом поле решающиеся на выкуп денежного потока банки вынуждены перекладывать все риски на ЭСКО. В итоге, зачастую, условия по факторингу таковы, что идут на них те самые компании-пионеры, которые служат своего рода «ледоколами»: осознанно прорубают дорогу, которой будут пользоваться все участники рынка. А проблема кредитования ЭСКО для реализации мероприятий, заложенных в энергосервисные контракты, ждет своего решения.

Преграда пятая. Риск невозврата инвестиций. Механизм энергосервиса сам по себе предполагает взятие инвестором на себя риска недостижения (по той или иной причине) экономии и – соответственно – невозврата даже вложенных средств, не говоря уже о прибыли. При этом зачастую еще и возникает ситуация с неплатежами в адрес ЭСКО по факту достижения экономии. Причем, речь здесь не о спорах между заказчиком и исполнителем на предмет наличия самого факта возникновения экономии: нет, речь именно о задолженностях, возникающих по факту признания экономии обеими сторонами контракта (после подписания актов об экономии). Этот фактор является настолько существенным, что многие ЭСКО вынуждены прекращать свою деятельность из-за подобного рода неплатежей.

Это, конечно, не все, но, пожалуй, ключевые преграды, стоящие на пути массового тиражирования энергосервисных контрактов в бюджетной сфере. При этом надо отметить, что подготовленный Минэкономразвития России и внесенный в Правительство РФ проект Комплексного плана повышения энергетической эффективности отечественной экономики позволяет надеяться на скорую ликвидацию большей части указанных выше барьеров. Первое публичное обсуждение документа 11 августа 2017 года в Аналитическом центре при Правительстве РФ показало, что он предусматривает принятие целого ряда нормативных правовых актов, формирующих законодательную базу для дальнейшего развития энергетической эффективности экономики страны. Так, например, уже подготовлен и проходит согласительные процедуры Законопроект по упрощенной процедуре заключения энергосервисных контрактов, вносящий изменения в ФЗ-44 и ФЗ-261. Позднее, 19 октября 2017 года на заседании Правительства было принято решение о том, что за все показатели энергоэффективности в стране теперь будет отвечать Минэкономразвития России. Среди решений заседания были следующие:

- о дополнении госпрограммы РФ «Экономическое развитие и инновационная экономика» подпрограммой «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности», исключив указанную подпрограмму из госпрограммы «Энергоэффективность и развитие энергетики»;
- о передаче Минэкономразвития России полномочий по подготовке ежегодного доклада о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в РФ, а также полномочий по сопровождению ГИС в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и соответствующего ресурсного обеспечения.

Осталось, пожалуй, добавить, что заданный Минэкономразвития России как новым профильным ФОИВом темп позволяет надеяться на динамичное развитие в нашей стране в последующие годы всех направлений деятельности, связанных с энергосбережением и повышением энергетической эффективности.



Литература

1. «Обзор российского рынка энергосервиса за 2017 год» - подготовлен Ассоциацией энергосервисных компаний «РАЭСКО».
2. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

ЭНЕРГОСЕРВИСНЫЙ КОНТРАКТ ПО УЛИЧНОМУ ОСВЕЩЕНИЮ В Г. ЧИСТОПОЛЬ

Пушканов С. В.,

ООО «КВЕСТ», г. Чистополь

ENERGOSERVICE CONTRACT ON STREET LIGHTING IN CHISTOPOL

Pushkanov S. V.,

KVEST LTD, Chistopol

Аннотация

Во многих городах система уличного освещения организована с применением устаревшего осветительного и управляющего оборудования. К сожалению, во многих муниципалитетах отсутствует возможность провести модернизацию уличного освещения с целью снижения расходов по ее содержанию и сокращения потребления энергоресурсов.

Одним из инструментов для решения таких проблем является механизм энергосервисного контракта, при котором заказчик, не расходуя ни рубля бюджетных средств, получает современную, надежную и энергоэффективную систему уличного освещения.

Annotation

In many cities, street lighting is organized using outdated lighting and control equipment. Unfortunately, in many municipalities there is no possibility to modernize street lighting in order to reduce the costs of its maintenance and reduce energy consumption.

One of the tools to solve such problems is the energy service contract mechanism, in which the customer, without spending a ruble of budgetary funds, receives a modern, reliable and energy-efficient street lighting system.

Одним из первых энергосервисных контрактов в Республике Татарстан, является заключенный 31 декабря 2013 года между Исполнительным комитетом города Чистополь и ООО «Энергоинвест» контракт на проведение энергоэффективных мероприятий в сетях уличного освещения.

В рамках данного контракта было заменено 5677 единиц традиционных газоразрядных светильников на энергосберегающие светодиодные светильники торговой марки «КВЕСТ», кроме того была внедрена автоматизированная система управления наружным освещением «КВЕСТ-АСУНО» (табл. 1).

Таблица 1. Осветительное оборудование до модернизации

п/п	Тип светильника	Номинальная мощность лампы, Вт	Количество, шт.
1	РКУ	250	4836
2	РКУ	400	386
3	ЖКУ	400	77
4	ЖКУ	250	73
5	РКУ	125	286
6	НКУ	500	9
7	НКУ	60	10

Все работы по демонтажу и монтажу осветительных приборов, а также пуско-наладка системы управления были произведены в течении трех месяцев. В ходе работ были выявлены и ликвидированы несанкционированные подключения, проведена полная инвентариза-



ция устанавливаемого оборудования с составлением фактических линейных схем по каждой из действующих трансформаторных подстанций.

Замена осветительного оборудования на энергоэффективное светодиодное позволило снизить потребление электроэнергии на 67% (табл. 2).

Таблица 2. Результаты модернизации

№	Наименование статей	Количество
1	Энергопотребление до модернизации, тыс. кВт/ч (при 3855,93 часа работы в год)	5362,09
2	Количество светильников по результатам реализации проекта, штук	5677
3	Энергопотребление после модернизации, тыс. кВт/ч (при 3855,93 часа работы в год)	1589,75
4	Фактическое сбережение электроэнергии, тыс. кВт в год	3772,34

Внедрение автоматизированной системы управления позволяет осуществлять полный мониторинг уличного освещения, оперативное получение параметров сети, дистанционный съем показаний приборов учета, что позволило снизить эксплуатационные расходы

Сравнение потребления системы уличного освещения до модернизации и за последний прошедший год можно представить в виде таблицы 3:

Таблица 3. Сравнение потребления системы уличного освещения до модернизации и за 2017 год

	Потребление, кВт/ч		Тариф, руб. с НДС		Оплата, руб. с НДС	
	2012 г.	2017 г.	2012 г.	2017 г.	Расчетная, без ЭСК**	факт
Январь	679314	197433	3,10	5,85	3973986,90	1154983,05
Февраль	533400	157880	3,10	6,45	3440430,00	1018326,00
Март	507784	141232	3,06	6,02	3056859,68	850216,64
Апрель	396266	106037	2,76	6,30	2496475,80	668033,10
Май	319965	80425	2,77	6,20	1983783,00	498635,00
Июнь	223226	58230	2,83	6,02	1343820,52	350544,60
Июль	254452	67416	3,58	6,50	1653938,00	438204,00
Август	315659	97012	3,63	6,58	2077036,22	638338,96
Сентябрь	421149	125572	3,66	6,62	2788006,38	831286,64
Октябрь	527786	159129	3,59	6,67	3520332,62	1061390,43
Ноябрь	586263	167341	3,52	6,63	3886923,69	1109470,83
Декабрь	596828	206391	3,52	6,42	3831635,76	1325030,22
Итого за год	5362092	1564098	3,26*	6,36*	34053228,57	9944459,47

*Среднегодовое значение

**Энергосервисный контракт

Реализация данного контракта наглядно показывает эффективность работы механизма энергосервисного контракта. Заказчик, в лице муниципалитета получил современную энергоэффективную систему уличного освещения с дистанционным мониторингом ее состояния, не привлекая дополнительных бюджетных средств.

**ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ
В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Бойко Д. В.,

ООО «Эктив Соцэнергосервис», г. Москва

**EXPERIENCE OF INTRODUCTION OF ENERGY-SERVICE CONTRACTS
IN BUDGETARY INSTITUTIONS**

Boyko D. V.,

LLC «Active Sotsenergoservis», Moscow

Аннотация

В статье предлагается общий обзор деятельности компании ООО «Эктив Соцэнергосервис» и процесса внедрения энергосервисных контрактов на территории РФ. Особое внимание уделяется проектам по экономии тепловой и электрической энергии в Республике Татарстан, по 2 из которых уже заключен энергосервисный контракт, 26 находятся в работе.

Annotation

The article offers a General overview of the activities of company Asset SpetsEnergoServis and implementation of energy service contracts in the territory of the Russian Federation. Particular attention is paid to projects on saving heat and electricity in the Republic of Tatarstan, 2 of which have already signed an energy service contract, 26 are in operation.

Опыт внедрения энергосервисных контрактов в бюджетных учреждениях

ООО «Эктив Соцэнергосервис» входит в состав группы компаний ACTIVE CIS – российского производственно-технологического холдинга, специализирующегося на разработке и реализации высокотехнологичных проектов в нефтегазовой, телекоммуникационной и энергетической отраслях. Штат Группы компаний составляет 1500 человек, а выручка достигла 17 млрд. руб.

ООО «Эктив Соцэнергосервис» – компания, активно участвующая в программах энергосбережения и энергоэффективности в России. На сегодняшний день ООО «Эктив Соцэнергосервис» имеет положительный опыт выполнения энергосервисных контрактов: заключено около 300 контрактов в 16 регионах Российской Федерации на сумму около 1,5 млрд руб., энергосберегающие мероприятия уже выполнены более чем на 180 объектах. Это позволило нашей компании занять первое место по итогам 2016 года в рейтинге энергосервисных компаний, составляемом Российской Ассоциацией Энергосервисных Компаний (РАЭСКО).

Энергосервисные проекты, реализованные нашей компанией, получили награды Министерства энергетики РФ в номинациях «Лучший проект по энергосбережению и повышению энергоэффективности в медицинском учреждении» (1-е место) и «Лучший проект по энергосбережению и повышению энергоэффективности в образовательном учреждении» (2-е место) в Четвертом Всероссийском конкурсе реализованных проектов в области энергосбережения и повышения энергоэффективности ENES-2017, проводимом в рамках Российской энергетической недели 2017.

Энергосервисный контракт (ЭСК) – договор, предполагающий выполнение специализированной энергосервисной компанией (ЭСКО) полного комплекса работ по внедрению энергосберегающих технологий на объектах заказчика. Реализация ЭСК не требует финансовых затрат заказчика и реализуется за счет средств энергосервисной компании «Эктив Соцэнергосервис». Оплата производится после выполнения проекта за счет средств, сэкономленных вследствие внедрения энергосберегающих технологий. Энергосервисная компания «Эктив Соцэнергосервис», в свою очередь, напрямую заинтересована в качественном выполнении



комплекса работ, так как окупаемость проекта и полученная прибыль зависит от размера сэкономленных заказчиком средств.

Типовые мероприятия, реализуемые в рамках заключённых ЭСК:

- установка автоматизированного узла управления теплоснабжением: экономия 15-35 %;
- замена люминесцентных источников света на светодиодные: экономия 50-55 %;
- замена оборудования пищеблока (индукционные плиты, пароконвектоматы): экономия 20-60 %.

Дорожная карта по заключению энергосервисных контрактов

Как показывает наш опыт и опыт наших коллег, для массового запуска энергосервисных контрактов в регионе необходима системная работа, которая должна координироваться из единого центра компетенций и принятия решений: это может быть либо специально сформированный из членов правительства и представителей заинтересованных министерств «проектный офис» (как, например, в Орловской области, Республики Карелия), либо функции такого проектного офиса могут быть возложены на одно из Министерств или Департаментов (Министерство промышленности и торговли в Татарстане, Департамент ЖКХ в Белгородской области), либо на региональный центр энергосбережения и т.д. В задачи такого «проектного офиса» входит координация взаимодействия территориальных министерств и департаментов по определению круга потенциальных объектов (заказчиков услуг энергосервиса) для оценки потенциала энергосбережения, поручения курирующим министерствам по сбору опросных листов, утверждению типовых форм конкурсной документации, дальнейшему запуску конкурсных процедур, решению всех возникающих в процессе работы вопросов.

На сегодняшний день регионами-лидерами по количеству заключённых энергосервисных контрактов являются те регионы, где работы в этом направлении четко структурированы и координируются: Белгородская, Смоленская, Орловская и др. области.

У ООО «Эктив Соцэнергосервис» сложилось конструктивное взаимодействие с Министерством промышленности и торговли, Министерством здравоохранения, Министерством образования и Министерством культуры Республики Татарстан. Наша компания уже имеет опыт работы в республике: заключены 2 энергосервисных контракта на экономию тепловой и электрической энергии:

- 1) ГАУЗ РТ «Актюбинский психоневрологический диспансер» (экономия тепловой энергии за счет установки АИТП): проект согласован с РСО, оборудование установлено, окончание СМР и ПНР запланировано на 23.04.2018
- 2) Министерство Культуры Республики Татарстан (модернизация внутреннего освещения): сейчас заканчивается светотехнический расчет и подбор оборудования, окончание СМР запланировано на конец мая 2018.

Сейчас в работе:

1 объект образования (экономия тепловой энергии):

- 1) ГАБОУ «Елабужский политехнический колледж» – экономия потребления тепловой энергии.

16 объектов культуры (электрическая энергия):

- 1) ГБУК РТ «Билярский Государственный Историко-Археологический и Природный Музей-Заповедник»;
- 2) ГБУК РТ «Государственный большой концертный зал имени Салиха Сайдашева»;
- 3) ГБУ «Татарский государственный академический театр имени Галиасгара Камала»;

- 4) Елабужский государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник;
 - 5) ГАУК РТ «Казанский государственный цирк»;
 - 6) ГАПОУ «Казанское Театральное Училище» (Техникум);
 - 7) ГАПОУ «КХОУ»;
 - 8) ГБУК «Краеведческий музей г. Менделеевск»;
 - 9) ГБУ «Татарский государственный театр драмы и комедии им. К. Тинчурина»;
 - 10) Республиканская юношеская библиотека;
 - 11) ГБУ «Татарский академический государственный театр оперы и балета имени Мусы Джалиля»;
 - 12) ГАПОУ «Набережночелнинский колледж искусств»;
 - 13) ГБУК «Национальный музей РТ»;
 - 14) ГБУК РТ «Государственный большой концертный зал им. С. Сайдашева»;
 - 15) Казанский Академический Русский Большой Драматический театр им. В. И. Качалова;
 - 16) ГАПОУ «Нижнекамский музыкальный колледж имени Салиха Сайдашева».
- 9 объектов здравоохранения (тепловая и электрическая энергия):
- 1) ГАУЗ «Бугульминская ЦРБ»;
 - 2) ГАУЗ «Заинская ЦРБ»;
 - 3) ГАУЗ «Елабужская ЦРБ»;
 - 4) ГАУЗ «Азнакаевская ЦРБ»;
 - 5) ГАУЗ «Верхнеуслонская ЦРБ»;
 - 6) ГАУЗ «Кайбицкая ЦРБ»;
 - 7) ГАУЗ «Агрызская ЦРБ»;
 - 8) ГАУЗ «Мензелинская ЦРБ»;
 - 9) ГАУЗ «Лаишевская ЦРБ».

Осознавая значимость реализации проектов в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности, ООО «Эктив Соцэнергосервис» стремится расширить свое присутствие в регионах.

Обоснованно считаем Республику Татарстан стратегически важным и имеющим значительный потенциал в сфере проведения энергосберегающих мероприятий регионом. Со своей стороны, подтверждаем серьезность намерений по реализации энергосервисных контрактов на территории Республики Татарстан и готовность проводить дальнейшую работу по определению потенциала энергосбережения и участию в конкурсных процедурах на право заключения энергосервисных контрактов. Готовы инвестировать до 1 млрд. рублей в модернизацию бюджетных учреждений и наружного уличного освещения Республики Татарстан.



**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСЕРВИСНЫЕ КОНТРАКТЫ –
ОПЫТ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Берлинский П. В.,

АНО «Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики», г. Ижевск

**ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SERVICE CONTRACTS –
EXPERIENCE OF THE UDMURT REPUBLIC**

Berlinskiy P. V.,

Agency for Energy Saving of the Udmurt Republic, Izhevsk

В Удмуртской Республике действует Программа развития энергетики, состоящая из четырех подпрограмм: «Энергосбережение и повышение энергоэффективности» (куда входят мероприятия в ЖКХ, в том числе в части многоквартирных домов), «Развитие и модернизация электроэнергетики», «Развитие использования возобновляемых источников энергии», «Развитие рынка газомоторного топлива».

С 2007 года экономия составила по республике около 17%, или 6,7 млрд рублей в год. Задача по-прежнему стоит снизить энергоемкость на 40% к 2020 году. И хотя она фактически недостижима, т.к. ставилась в других макроэкономических условиях, но стремиться к ней необходимо (рис. 1).



Рис. 1. Динамика энергоемкости ВРП Удмуртской Республики

В 2016 году ВРП республики составил 529 млрд рублей, а затраты на покупные извне топливно-энергетические ресурсы – 41 млрд рублей. Здесь уже сэкономили 6,7 млрд в год, задача стоит достичь ежегодной экономии еще в 2-3 млрд рублей.

В отраслевом разрезе лидирует агропромышленный сектор – здесь на 40% снижена энергоемкость – как за счет роста объемов производства, так и новых энергоэффективных технологий (рис. 2).

Промышленность в целом снизила энергоемкость на 25%, показатель в ТЭК – 32% снижения, здесь выполняются программы энергосбережению и четко контролируются со стороны Министерства энергетики и строительства республики.

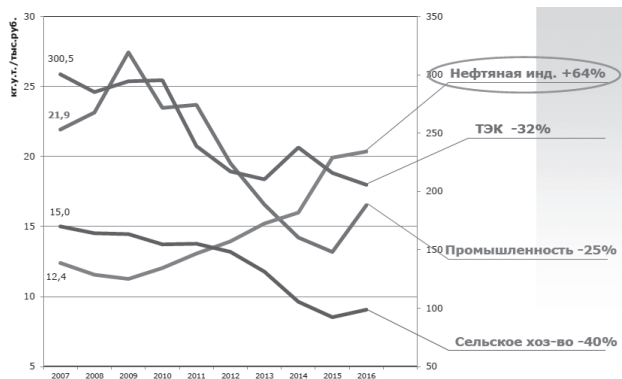


Рис. 2. Динамика энергоемкости по отраслям экономики

Аутсайдеры – нефтяная индустрия, где энергоемкость выросла на 64%. Причина понятна – легкая нефть заканчивается, и добыча требует все больших усилий и большей энергии. Однако это тянет вниз всю республику. Выступаем за создание отдельной программы энергосбережения в республиканском нефтяном секторе.

Если проанализировать, за счет чего снижена энергоемкость ВРП – за счет роста самого ВРП (17%), плюс благодаря экономии ТЭР в абсолютном выражении (0,2%). Задача до 2020-21гг сэкономить еще 29-30% за счет энергоемкости. При этом, если принять в расчет прогнозные показатели Минэкономразвития (к 2021 году суммарный рост ВРП должен составить 3,4%, относительно 2016 г.), то сократить потребление ТЭР в республике надо на 27,4%. Снова недостижимые, но целевые цифры.

Если в предыдущие годы снижение энергоемкости достигалось ростом ВРП и реализацией быстроокупаемых проектов, то сейчас таковых практически не осталось, надо принимать за мероприятия со сроками окупаемости 10 и более лет.

Сформулированы следующие принципы:

- инвестиции только в соответствии с разработанными перспективными схемами энергоснабжения;
- реализация комплексных проектов со сроком окупаемости более 5 лет;
- развитие ГЧП;
- субсидирование энергоэффективных проектов, компенсация выпадающих доходов PCO;
- разработка и реализация проектов комплексной застройки с элементами Smart-City;
- разработка и реализация программы снижения электроемкости нефтедобывающей отрасли УР.

Цель – энергоемкость 19,6 кг у. т. на тыс. рублей ВРП.

Оснащенность приборами учета в бюджетных учреждениях почти 100% в части учреждений республиканского подчинения, в муниципалитетах около 70%, основные резервы – в учете тепла, холодной и горячей воды. В МКД ситуация различна, в среднем 70-80% оснащенность общедомовыми приборами учета – от 76% по теплу до 95,9% по электроэнергии (рис. 3).

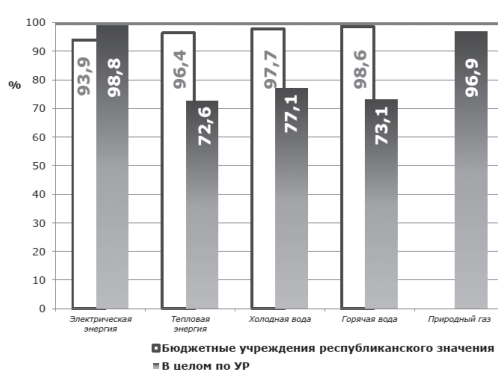


Рис. 3. Доля объемов энергетических ресурсов, расчеты за которые осуществляются с использованием приборов учета

Один из вариантов финансирования энергоэффективных проектов – энергосервисный контракт.

В активе Агентства за 5 лет – реализация 54 контрактов на 300 млн рублей, со средним сроком окупаемости 4,5 года и ежегодной экономией около 70 млн рублей. Чаще всего это проекты реконструкции котельных с переводом на газ, также перевод котельных с электричества и угля на пеллеты, модернизация уличного освещения, замена насосов в системах тепло-водоснабжения с установкой ЧРП.

Сегодня в республике используются два типа механизмов – энергосервисные договоры и инвестиционные договоры.

В тех случаях, когда экономия недостаточна, используем инвестиционный договор, где финансирование комбинированное – как за счет достигаемой экономии, так и за счет оплаты из средств заказчика. Чаще это касается крупномасштабных проектов (рис. 4).

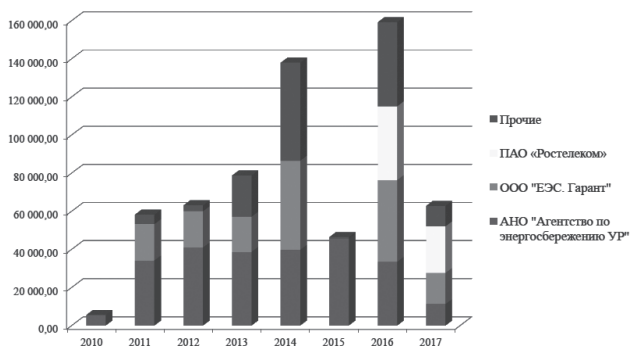


Рис. 4. Динамика реализации энергосервисных контрактов на территории Удмуртской Республики

Примеры энергосервисных проектов:

- МУП «Коммунальные тепловые сети» г. Воткинска: заменены насосные агрегаты, установлены ЧРП, диспетчеризация, всего модернизированы 21 ЦТП; годовой экономический эффект порядка 5,5 млн рублей, удельное потребление электроэнергии снизилось прак-

- тически на 50%; плюс увеличение надежности, снижение аварийности в системах ХВС и ГВС, улучшение обоснованности управленческих решений за счет диспетчеризации;
- МУП ЖКХ г. Можги – аналогичный проект по холодной воде, также вдвое снижено удельное потребление электроэнергии, эффект 4 млн рублей в год;
 - Сарapul, замена 965 светильников уличного освещения, почти 3 млн рублей в год экономия, существующие затраты снизились почти на 70%, плюс улучшение освещенности, снижение эксплуатационных расходов;
 - Селтинская ЦРБ – установлена транспортабельная газовая котельная установка, подогревающая горячую воду для нужд больницы, до этого использовался нагрев электродкотлами, экономия составила 5,6 млн рублей в ценах 2014 года;
 - Синтекский психоневрологический интернат – замена 576 светильников внутреннего освещения и замена электрических плит на два пищеварочных котла дали годовой экономический эффект 459 тыс. рублей, а также улучшение освещенности, снижение эксплуатационных расходов.

В качестве примера инвестиционного договора можно привести село Завьялово, где была установлена крышная котельная для нужд отопления и ГВС многоквартирного дома. Застройщику это выгодно, т.к. в противном случае перекладка сетей централизованного теплоснабжения обошлась бы гораздо дороже.

Однако потенциал энергосбережения в бюджетных учреждениях и МКД гораздо выше, он сдерживается нормативным регулированием, когда невозможно реализовывать контракты со сроками более срока бюджетного планирования (3 года). Разработано и согласуется проект постановления Правительства Удмуртской Республики, которое снимет эту проблему. Потенциал проектов, сроки по которым превышают 3 года, и которые в остальном готовы выходить на контракт, посчитан, он составляет порядка 137 млн рублей для учреждений республиканского бюджета.

Также серьезным подспорьем станет возврат финансирования региональных программ энергосбережения.

С подробной информацией все желающие могут ознакомиться на региональном портале «Энергетика. Энергосбережение. Инвестиции» energoser18.ru.



**ОСНОВНЫЕ ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ГАУ
«АГЕНТСТВО ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМУЩЕСТВЕННОГО
КОМПЛЕКСА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ» В 2017 ГОДУ**

Федечкин В. А.,

*ГАУ «Агентство по повышению эффективности использования имущественного комплекса
Саратовской области», г. Саратов*

**THE MAIN RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF ENERGY-EFFICIENT MEASURES OF
THE STATE INSTITUTION «AGENCY FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE PROPERTY
COMPLEX OF THE SARATOV REGION» IN 2017**

Fedechkin V. A.,

Agency on increase of efficiency of use of a property complex of the Saratov region, Saratov

Аннотация

В статье приводятся основные итоги реализации Государственной программы Саратовской области «Повышение энергоэффективности и энергосбережения в Саратовской области до 2020 года» в 2017 году. Определены источники финансирования и основные направления реализации программных мероприятий. Представлена информация по основным направлениям деятельности ГАУ «Агентство по ПЭИ ИК СО» в рамках выполнения ФЗ №261 от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и повышения энергетической эффективности».

Annotation

The article presents the main results of the implementation of the state program of the Saratov region «Improving energy efficiency and energy saving in the Saratov region until 2020» in 2017. The sources of financing and the main directions of implementation of program actions are defined. Presents information on the main directions of activities of GAU «Agency PE AND IKSO» in the framework of the implementation of the Federal law №261 of 23 November 2009 «On energy saving and energy efficiency».

В 2017 году Государственное автономное учреждение «Агентство по повышению эффективности использования имущественного комплекса Саратовской области» осуществляло реализацию энергосберегающих мероприятий по модернизации систем теплоснабжения и освещения объектов бюджетной сферы и ЖКХ в 29 муниципальных районах области и в г. Саратове на основе предварительного анализа энергопотребления организаций, включая информацию инструментального обследования.

В рамках выполнения государственного задания (ГЗ), утвержденного на 2017 год, разработаны и переданы Заказчикам отчеты с методическими рекомендациями по 10 учреждениям здравоохранения: ГУЗ «Противотуберкулезный диспансер Заводского района г. Саратова», ГУЗ «Областной клинический центр комбустиологии», ГУЗ «Хвалынская РБ им. Бржозовского», ГУЗ «Саратовская детская инфекционная клиническая больница №5», ГУЗ СО «Духовницкая РБ», ГУЗ СО «Новобурасская РБ», ГУЗ «Балашовский противотуберкулезный диспансер», ГУЗ СО «Марковская РБ», ГУЗ СО «Федоровская РБ», ГУЗ «СГКБ №9» (здание Бальнеологической лечебницы).

Реализация энергоэффективных мероприятий осуществлялась по следующим основным направлениям:

- выполнение прикладных научных исследований (ПНИ) с применением инструментальных методов, подготовка отчетов с разработкой технико-экономического обоснования;

- энергетические обследования (ЭО) промышленных предприятий, организаций жилищно-коммунального комплекса и бюджетных учреждений с разработкой отчетов и энергетических паспортов;
- разработка проектно-сметной документации (ПСД);
- выполнение строительно-монтажных (СМР) и пуско-наладочных работ;
- реализация энергоэффективных мероприятий, включая фиксацию экономии электрической и тепловой энергии с помощью приборов учета в рамках энергосервисных контрактов (договоров);
- проведение строительного контроля на объектах вводимых в эксплуатацию;
- организация технического обслуживания объектов, в том числе на основе диспетчеризации.

При формировании и выполнении плана реализации энергоэффективных мероприятий в 2017 году основной объем средств (44,3%) был направлен на строительно-монтажные работы теплотехнического оборудования, включая систему газоснабжения. Соответственно для выполнения этих работ в структуре Агентства было сформировано подразделение, состоящее из опытных квалифицированных специалистов. При необходимости данное подразделение выполняло пуско-наладочные работы на объектах, вводимых в эксплуатацию.

Традиционно значительный объем средств был направлен на реализацию мероприятий в рамках энергосервисных контрактов (32,6%), учитывая, что Агентство выполняло функции энергосервисной компании (ЭСК).

При выполнении прикладных научных исследований завершены работы на 77 объектах в следующих районах области: Александрово-Гайском, Базарно-Карабулакском, Балаковском, Балашовском, Воскресенском, Духовницком, Ершовском, Ивантеевском, Краснопартизанском, Марксовском, Петровском, Питерском, Пугачевском, Турковском, Федоровском, ЗАТО п. Михайловский и в г. Саратове. Продолжалась работа по обследованию системы освещения с последующим заключением энергосервисных контрактов. В 2017 году было проведено в г. Вольске, г. Энгельсе, г. Марксе, с. Духовницкое, с. Питерка с подготовкой картографического материала.

Завершено энергетическое обследование, включая тепловизионные измерения, и разработаны энергетические паспорта и отчеты для 20 объектов, в том числе ГУП СО «Облводоресурс» (9 филиалов), 2 объекта в Энгельсе (ГАПОУ СО Энгельсский политехникум, ГАУ СО «КЦСОН Энгельсского района»), 9 объектов в Саратове: Управление Роскомнадзора по Саратовской области, МУП «ФСК» в г. Саратове, ФАУ ДПО Учебный центр ФПС по Саратовской области, ФБУ «Государственный центр стандартизации, метрологии и испытаний им. Дубовикова Б. А.», ГАУ «Региональный центр экспертизы в строительстве», ГУ МЧС – учебный центр. Завершается разработка энергетических паспортов для ГУЗ «СГДП №8», АО «ЕПК Саратов», АО «САРЭНЕРГОМАШ».

Большой объем работ по подготовке проектно-сметной документации был выполнен отделом проектирования и технического обеспечения реализации энергоэффективных мероприятий. Отделом разработано и согласовано 539 комплектов проектно-сметной документации в 17 районах области. Масштабная работа выполнена в Озинском районе, где подготовлены 373 проекта по переводу квартир в п. Сланцевый рудник на индивидуальное отопление. Кроме этого, аналогичные проекты выполнены в Воскресенском, Марксовском, Федоровском, Саратовском районах, а также выполнены проекты по системам отопления 5 храмовых комплексов г. Саратова.

В 2017 году большой объем работ выполнен специалистами отдела строительно-монтажных работ, обслуживания, диспетчеризации и пуско-наладочных работ объектов имуще-



ственного комплекса региона. Отдел сформирован из опытных специалистов, в том числе профессиональными наладчиками теплотехнического оборудования. От эффективной работы специалистов отдела зависит конечный результат деятельности Агентства. В текущем году выполнены работы в 17 районах области на 462 объектах, в том числе переведено на индивидуальное отопление 360 квартир в п. Сланцевый рудник р. п. Озинки.

В 2017 году в составе Агентства была создана группа по техническому обслуживанию и диспетчеризации теплового оборудования (котельных) объектов бюджетной сферы. В настоящее время на основании договоров осуществляется обслуживание 12 объектов в Советском, Питерском районах, в Ершове, в Саратове (Храмовые комплексы). Кроме этого, осуществляется обслуживание 22 объектов теплоснабжения, реализованных в рамках энергосервисных контрактов, в 14 районах области и в г. Саратове. При дистанционном обслуживании уточняется состояние котельной техники, параметры теплоносителя и другие показатели. При необходимости мобильная бригада выезжает на объект для ликвидации аварийных ситуаций.

В рамках энергосервисных договоров продолжается реализация энергоэффективных мероприятий, включая фиксацию экономии электрической и тепловой энергии с помощью приборов учета, на 39 объектах в 18 районах Саратовской области. В 2017 году было заключено 24 энергосервисных контракта, 15 контрактов были заключены ранее.

Освещением многогранной деятельности ГАУ «Агентство по ПЭИ ИК СО» занимался отдел информационного обеспечения в сфере повышения эффективности использования имущественного комплекса региона. В рамках ежегодной выставки «Энергетика. Энергоэффективность. 2017» в г. Саратове проведена конференция «Мероприятия по реализации государственной программы Саратовской области «Повышение энергоэффективности и энергосбережения в Саратовской области до 2020 года в 2016 году» с подведением итогов Конкурса по энергосбережению за 2016 год, а также проведен круглый стол «Разработки молодых ученых и специалистов в области повышения энергоэффективности использования топливно-энергетических ресурсов». Издано 4 номера научно-практического журнала «Энергосбережение в Саратовской области», в которых рассматривались актуальные вопросы реализации энергоэффективных мероприятий в Саратовской области и России, внедрение современного оборудования, механизмы финансирования энергосберегающих проектов, проблемы экологии в промышленности и жилищно-коммунальном комплексе.

В целом в 2017 году ГАУ «Агентство по ПЭИ ИК СО» выполнило все достаточно сложные задачи, обеспечило ввод в эксплуатацию объектов теплоснабжения, провело энергетические обследования, включая обследования в рамках Государственного задания. Необходимо отметить, что в 2017 году в полной мере был отработан комплексный механизм реализации энергоэффективных мероприятий, начиная от обследования (выполнение ПНИ), разработки проектно-сметной документации, проведения строительно-монтажных и пуско-наладочных работ, техническое обслуживание объектов, в том числе на основе диспетчеризации. Результаты реализации энергоэффективных мероприятий по основным направлениям представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные результаты выполнения работ

Основные направления (количество объектов)							
	Госзадание	ПНИ	ПСД	СМР	Энергосервис	Энергоаудит	Диспетчеризация
2016 г.	10	69	117	144	19	35	–
2017 г.	10	77	539	462	24	20	34



КРУГЛЫЙ СТОЛ «ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ»



ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Кандони Фабрицио,

Компания «AVIETTA Srl Italia», Италия, г. Милан

ENVIRONMENT AND ENERGY RESOURCE EFFICIENCY

Cadoni Fabrizio,

Company «AVIETTA Srl Italia», Italy, Milan

Введение

Наша миссия – Инновационное развитие экономики страны и зеленое будущее планеты.

Наши цели – Повышение энергоэффективности и энергобезопасности экономики страны и улучшение экологии крупных городов.

В настоящее время проблема повышения энергоэффективности и экологии является одной из наиболее актуальных задач для обеспечения устойчивого инновационного развития экономики России и других стран мира.

Это обусловлено высоким уровнем энергоемкости производств во всех ведущих секторах экономики, необходимостью повышения конкурентоспособности продукции российских предприятий на мировом рынке. Следует отметить, что снижение энергоемкости ВВП является необходимым условием для обеспечения устойчивого экономического роста страны, сохранения невозобновимых ископаемых природных ресурсов, улучшения экологической ситуации и повышения качества жизни.

Сравнение России с другими странами по показателю энергоемкости показывает огромные резервы повышения эффективности использования энергии. Энергоемкость российской экономики существенно превосходит аналогичные показатели развитых стран.

Снижение энергоемкости экономики даст возможность:

- повысить степень энергетической безопасности страны;
- повысить конкурентоспособность предприятий;
- снизить негативное воздействие на окружающую среду;
- увеличить доход от экспорта нефти и газа на 100 млрд. долл. в год.

Необходимо также отметить, что энергетический сектор вносит существенный вклад в загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов и деградацию экосистем на огромных территориях. На долю энергетического сектора приходится около 50% выбросов вредных веществ в атмосферу, 12% загрязненных сточных вод, 90% отходов производства и обращения и примерно 80% выбросов парниковых газов. А реализация планов по расширению добычи нефти и газа на северных территориях и шельфах может привести к утрате экологического баланса и необратимому разрушению хрупких природных экосистем, которые являются достоянием всего человечества.

AVIETTA SRL ITALIA. GREEN ENERGY&ENVIROMENT

AVIETTA – компания по разработке экологически чистой энергии и защите окружающей среды (на новых и действующих месторождениях), ориентированная на развитие рынка. «Avietta Green Energy & Environment» является дочерней (spin-off) компанией от Avietta International Affairs ltd, 18-летняя бизнес-компания, хорошо известная фирмами в России, Иране, Марокко, Тунисе, Алжире, Нигерии: странах, где экологически чистая энергия и защита окружающей среды будут в центре внимания в течение ближайших 20 лет.

Имея штат из специалистов с разнообразными и взаимодополняющими навыками в различных технических дисциплинах, мы обращаемся к отдельным лицам и государственным

администрациям, предлагая специализированные и комплексные консультации по вопросам, связанные с отходами, мелиорацией земель, землепользованием и энергетикой.

Мы разработали более 1500 проектов для более чем 300 государственных и частных клиентов в Италии, Румынии, Украине, России, Тибете и Китае, Пакистане, Бразилии, Судане, Гондурасе, Мозамбике, Кот-д'Ивуаре...

AVIETTA это:

- 18 лет присутствия на новых международных рынках (в настоящее время и в течение следующих 10 лет – основные рынки экологически чистого развития).
- Прямые отношения с государственными лицами, принимающими решения.
- Проверенная репутация в управлении и завершении сложных международных проектов.
- Благодаря нашей квалифицированной группе партнеров мы следим за всей цепочкой поставок.
- Планирования, проектирования и внедрения мер по охране окружающей среды и устойчивости.
- Мы также предоставляем проектные, консалтинговые и подрядные услуги в области окружающей среды и энергетики.

Наша сильная сторона – это наши прямые отношения с государственными структурами, принимающими решения, и проверенный опыт в управлении и завершении сложных международных проектов.

РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЙ ДЛЯ УСТОЙЧЕВОГО РАЗВИТИЯ

РАЗВИТИЕ

Avietta – ведущий разработчик энергетических проектов, ориентированный на разработку проектов высокого качества и вывод их на рынок.

КОНСУЛЬТАТИВНОСТЬ

Группа развития определяют потенциальный объект, оценивая качество ветра и солнечных ресурсов, доступные рынки сбыта электроэнергии, возможность получения разрешений, доступ к системе передачи, воздействие на окружающую среду, текущее использование земли и конструктивность проекта.

ИНЖЕНЕРИЯ

Мы предоставляем проектные, консультационные и подрядные услуги в области охраны окружающей среды (рис. 1).

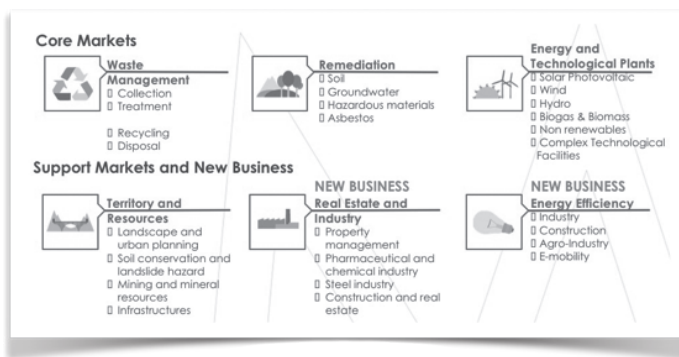


Рис. 1 Проектные, консультационные и подрядные услуги в области охраны окружающей среды



ПРОЦЕСС

В стратегическом партнерстве с мировым лидером в области разработки нефтяных и газовых месторождений мы предоставляем технологические решения в области машиностроения, уделяя особое внимание разработке HSE. Мы предоставляем самые современные и передовые технологические решения с техническим анализом рисков, связанных с промышленными предприятиями.

Опыт Avietta охватывает весь жизненный цикл проекта, и мы поддерживаем наше обязательство предоставить нашим землевладельцам и их сообществам взаимовыгодную возможность участвовать в проектах в области возобновляемых источников энергии и экологии.

Биометан/Биогаз

Avietta может следовать этапам проектирования, строительства «под ключ» как биометана так и биогаза.

Факторы инвестиционной привлекательности:

Экономические:

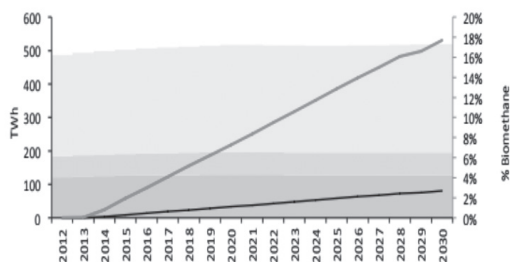
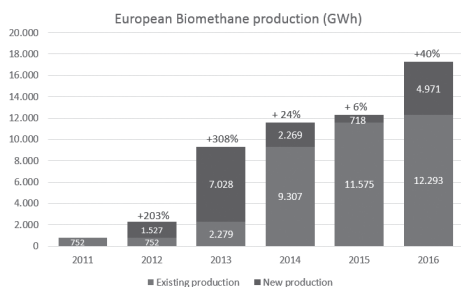
- Возможность получения прибыли от переработки отходов производства
- Производство электроэнергии и получение прибыли от продажи в сеть, а также возможность продажи электроэнергии «зеленым тарифам»
- Снижение себестоимости продукции на животноводческих предприятиях
- Замена дорогих минеральных удобрений на более дешевые и. т. д

Экологические:

- Полная утилизация отходов животноводства и растениеводства, минимизация рисков со стороны экологической безопасности
- Решение экологических проблем

Энергетические:

- Получение биогаза, производство экологически безопасной энергии
- Производство электрической энергии, как возобновляемого источника энергии
- Производство тепловой энергии и возможность дальнейшего ее использования по технологической цепочке.



Italian Biomethane Market Matrix

Сотрудники

Услуги для окружающей среды:

- Высокопоставленные, междисциплинарные сотрудники;
- Расширенная сеть консультантов и местных корреспондентов;
- Штаб квартира в Милане и три операционных офиса в Риме, Пизе и Тревизо.

Инженерное дело, разработка, технологические системы:

- Более 55 специалистов с разнообразными и взаимодополняющими навыками в различных технических дисциплинах;
- Сотрудники более 800 международных профессионалов.

Управление рисками:

- Международный персонал, состоящий из экономистов, антропологов, политологов, социологов, экспертов по политическим рискам.

Международный деск:

- Лондон;
- Москва;
- Тегеран.

Наши партнёры

Консультативность

Ambiente Italia – одна из самых значительных итальянских компаний в области экологических консультаций, активно работающая на протяжении 20 лет в Италии и Европе, лидер научно-технических дебатов по вопросам устойчивости и реализации инструментов и политики по защите и управлению экологических и территориальных ресурсов.

Инжиниринг

Montana S.p.A. – является независимой инжиниринговой компанией, предоставляющей проектные, консультационные и подрядные услуги в области окружающей среды, предлагая специализированные и комплексные консультации по управлению отходами, восстановлению окружающей среды, территории и ресурсов, энергетики и энергоэффективности.

Имея более 1500 проектов в более чем 300 государственных и частных клиентов в Италии, Румынии, Украине, России, Тибете и Китае, Пакистане, Бразилии, Судане, Гондурасе, Мозамбике, Кот-д'Ивуаре.

Процесс

Techint – партнер Avietta предоставляет услуги по проектированию, закупкам, строительству, эксплуатации и управлению крупномасштабными проектами во всех регионах мира. Благодаря широкому опыту на рынке, он может разрабатывать проекты с высокой степенью сложности, от проектирования до исполнения, заботы об окружающей среде и благосостояния окружающих сообществ. Обладая более чем 70-летним опытом работы и используя 17 000 человек по всему миру, он завершил более 3500 проектов в соответствии с международными стандартами ISO/BS/OHSAS в Америке, Европе, на Ближнем Востоке и в Африке.

В настоящее время компания предоставляет услуги в следующих сегментах рынка: нефтегазовые, энергетические, промышленные предприятия, нефтеперерабатывающие заводы и нефтехимические заводы, горнодобывающие, инфраструктурные и архитектурные строительные работы.

Ведущая мировая компания в области нефтегазового машиностроения, химической промышленности, имеет мощную инжиниринговую группу по процессам и обучению (HSE), посвященную разработке передовых технологических решений и техническому анализу рисков, связанных с промышленными заводами.



**«ЗЕЛЕННЫЕ» СТАНДАРТЫ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.
ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ**

Капко Д. В.,

Ассоциация «Национальный центр зеленого строительства», г. Москва

**GREEN STANDARDS – INSTRUMENTS FOR ENERGY EFFICIENT BUILDING.
RUSSIAN EXPERIENCE**

Капко D. V.,

Association «National Center of green construction», Moscow

Аннотация

Повышение качества жизни, обеспечение здоровья и долголетия населения, снижение затрат при эксплуатации зданий, минимизация негативного воздействия на окружающую среду, обеспечение экологической безопасности городов – основные проблемы, задачи, которые необходимо решать государству в настоящее время при формировании концепции, главных ориентиров градостроительной политики. Необходимо отметить, что перечисленные выше аспекты крайне взаимосвязаны, в некоторых случаях противоречат друг другу.

Грамотно расставить приоритеты, создать благоприятные условия для человека и экологии при строительстве возможно реализовав концепцию «зеленого» строительства, широко внедряемую в градостроительную политику всех ведущих стран мира.

«Зеленые» стандарты являются инструментами для реализации «зеленого» строительства зданий, отвечающих современным тенденциям развития во всем мире, соответствующих принципам экологической и энергетической эффективности, формирования устойчивости среды обитания.

В данной статье рассматриваются преимущества «зеленого» строительства и «зеленых» стандартов, в том числе экономическая эффективность; приведены результаты внедрения отечественного зеленого стандарта «РУСО» и «РУСО. Футбольные стадионы» в практику строительства зданий, в том числе в Республике Татарстан.

Annotation

Improving the quality of life, ensuring the health and longevity of the population, reducing costs in the operation of buildings, minimizing the negative impact on the environment, ensuring environmental safety of cities are the main problems and tasks that the state must address at present when formulating the concept, the main guidelines of the urban policy. These aspects are highly interrelated, in some cases even contradictory.

To set priorities competently, to create favorable conditions for people and ecology during construction is possible if realize the concept of «green» construction, widely implemented in the urban planning policy of all the leading countries of the world.

«Green» standards are tools for the implementation of «green» construction of buildings that meet modern development trends throughout the world, consistent with the principles of environmental and energy efficiency, the formation of sustainability.

This article shows advantages of green building and green standards, including economic efficiency; the results of the implementation of the Russian green standard «RUSO» and «RUSO. Football stadiums» in the practice of building, including in the Republic of Tatarstan.

«Зеленое» строительство, «зеленые» стандарты

Концепция «зеленого» строительства основывается на трех главных принципах:

- экологический: заключается в минимизации негативного воздействия на окружающую природную среду;
- социальный: заключается в обеспечении здоровой и комфортной жизни людей, людей как настоящего, так и будущего поколений;
- экономический: заключается в применении таких инженерных и архитектурных технологий и решений, которые позволят снизить стоимость жизненного цикла здания за счет высокой водо- и энергоэффективности.

Важной задачей внедрения принципов «зеленого» строительства является в нахождении «золотой середины» между этими тремя взаимоувязанными факторами: например, при повышении энергосбережения зачастую снижается комфорт в здании, и, наоборот, для создания более комфортных параметров микроклимата в здании зачастую повышается энергопотребление инженерными системами. Найти эту «золотую середину» помогают «зеленые» стандарты, представляющие собой свод требований, регламентирующих проектирование, строительство и эксплуатацию зданий.

Экономическая эффективность «зеленого» строительства

Экономическая эффективность «зеленого» строительства обусловлена:

- снижением эксплуатационных затрат;
- повышением производительности сотрудников;
- снижением рисков морального устаревания зданий.

Применение «зеленых» стандартов на стадии проектирования здания позволяет при минимальной увеличении стоимости строительства (на 2-10%) значительно снизить эксплуатационные затраты (на 20-50%) за счет применения ресурсоэффективных инженерных и архитектурных технологий и решений. Это позволяет в разы снизить стоимость жизненного цикла здания, поскольку затраты на эксплуатацию составляют около 75 % от стоимости жизненного цикла здания (рис. 1).

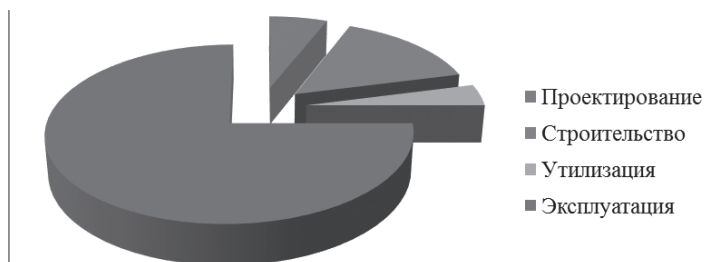


Рис. 1. Структура стоимости жизненного цикла здания

Применение «зеленых» стандартов при проектировании зданий позволяет значительно повысить производительность сотрудников (по данным Мирового Совета по экологическому строительству, *World Green Building Council*):

- на 23 % за счет улучшения искусственного освещения;
- на 11 % за счет более эффективной вентиляции;
- на 3 % за счет применения инженерных систем, позволяющих каждому человеку индивидуально контролировать температуру;



- за счет большего использования естественного освещения на 5-14% повышается успеваемость студентов, на 20-26% – скорость усвоения материала; на 18% увеличивается продуктивность сотрудников в офисе; на 15-40% вырастают продажи в магазинах;
- за счет оптимизации архитектурных и объемно-планировочных решений с целью доступа для людей интересующего их вида из окна на 10-25% улучшается память и ментальные функции, на 6-12% быстрее обрабатываются звонки в колл-центрах, на 8% уменьшается срок госпитализации больных в лечебных учреждениях.

При этом стоимость производимой людьми в здании интеллектуальной собственности в среднем в сотни раз больше стоимости жизненного цикла здания. Таким образом, повышение производительности сотрудников в здании является крайне важной экономической выгодной задачей строительства.

Требования «зеленых» стандартов направлены на повышение эксплуатационных качеств здания (требования к планировке здания, благоустройству, комфортности и т.п.), аккумулируют в себе лучшие мировые практики. Таким образом, повышенные эксплуатационные качества приводят к снижению рисков морального износа здания. Мировая практика показывает, что «зеленые» здания обладают более высокой стоимостью (на 6-35%) и аренды (на 2-16%).

Таким образом, «зеленые» здания характеризуются не только снижением негативного влияния на окружающую природную среду и повышением комфортности внутренней среды, но и экономической эффективностью.

Отечественные «зеленые» стандарты «РУСО» и «РУСО. Футбольные стадионы»

В настоящее время Ассоциацией «Национальный центр зеленого строительства» [1] разработано два стандарта:

- СДС «РУСО» для сертификация жилых и общественных зданий [2];
- СДС «РУСО. Футбольные стадионы» для сертификации футбольных стадионов [3].

Основной отличительной особенностью стандартов является то, что они базируются на требованиях национального стандарта ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» [4], при этом они разработаны в рамках международных правил и принципов в области зелёного строительства, обозначенных в ISO 15392:2008 Sustainability in building construction – General principles; более того стандарт СДС «РУСО. Футбольные стадионы» утвержден Международной Федерацией Футбольных Ассоциаций FIFA в качестве стандарта для сертификации футбольных стадионов Чемпионата мира по футболу 2018 года в России. Это обуславливает с одной стороны высокое качество стандартов, соответствующее мировым стандартам, с другой – возможность включения в тендерную документацию на проектирование бюджетных объектов требования по использованию стандарта ГОСТ Р 54964.

По стандарту СДС «РУСО. Футбольные стадионы» успешно проведена сертификация двух футбольных стадионов, на которых прошел Кубок Конфедераций 2017 года, будут проведены матчи Чемпионата мира по футболу 2018 года: в г. Казани и г. Санкт-Петербурге. Стадион «Казань-Арена» удостоился серебряного сертификата «РУСО. Футбольные стадионы» [5, 6], стадион «Зенит-Арена» – золотого [7].

В стандарте «РУСО» критерии, по которым осуществляется оценка здания объединены в 9 категорий:

1. Экологический менеджмент и оптимизация проекта;
2. Инфраструктура и качество внешней среды;
3. Качество архитектуры и планировки объекта;

4. Комфорт и экология внутренней среды;
5. Качество санитарной защиты и отходы;
6. Рациональное водопотребление и регулирование ливнестоков;
7. Энергосбережение и энергоэффективность;
8. Экология создания, эксплуатации и утилизации объекта;
9. Экономическая эффективность.

Каждый критерий представлен одним или группой индикаторов. Оценка дается по каждому из индикаторов отдельно, начисляются баллы, количество которых определяется по выполнению соответствующего параметра, показателя или диапазона показателей. В зависимости от количества начисленных баллов зданию присваивается сертификат и знак соответствия одного из четырех уровней (максимальное количество баллов – 500):

- от 200 до 262 баллов – «Стандарт»;
- от 263 до 324 баллов – «Серебро»;
- от 325 до 399 баллов – «Золото»;
- от 400 до 500 баллов – «Платина».

Около 20% баллов начисляется за реализацию энерго- водосберегающих решений и технологий. Помимо этого, дополнительно стимулируется использование при проектировании BIM-моделирования, включая энергомоделирование, моделирование комфортности внутренней среды в здании, оптимизацию стоимости жизненного цикла здания.

Необходимость процедуры оценки соответствия здания «зеленому» стандарту

Все большее распространение на рынке строительства получает самовольное присвоение зданиям, коттеджным поселкам и т. д. статуса «эко». Зачастую этот статус присваивается только благодаря нахождению объекта на экологически чистой территории. При этом здания потребляют огромное количество энергии, возводятся из некачественных строительных материалов, характеризуются плохим качеством внутреннего микроклимата и т. п.

Исключить данное явление позволяет сертификация зданий независимыми третьими сторонами. Именно такой принцип сертификации организован Ассоциацией «Национальный центр зеленой сертификации» – сертификация зданий по стандарту «РУСО» осуществляется аккредитованными органами по сертификации, Ассоциацией осуществляется контроль правильности проводимых оценок.

Выводы

Международная статистика [8] показывает, что внедрение «зеленых» стандартов в среднем приводит к:

- снижению выбросов углекислого газа на 33%;
- снижению энергопотребления здания на 27%;
- повышению удовлетворенности находящихся в здании людей на 27%;
- снижению эксплуатационных затрат на 13%.

Таким образом, внедрение требований «зеленых» стандартов в практику проектирования, строительства и эксплуатации зданий крайне актуально.

Стандарты «РУСО» и «РУСО. Футбольные стадионы» характеризуются высоким качеством разработки, соответствующим мировому уровню. Отечественный «зеленый» стандарт «РУСО» позволяет внедрить лучшие мировые «зеленые» технологии и решения как на частных объектах, так и на бюджетных: требования стандарта «РУСО» базируются на ГОСТ Р 54964 [4], обязательное использование которого в процессе проектирования может быть включено в тендерную документацию.



Сертификация зданий по стандарту «РУСО» осуществляется независимой третьей стороной – аккредитованными в Ассоциации «Национальный центр зеленого строительства» органами по сертификации. Таким образом, сертификация зданий по стандарту «РУСО» – инструмент для исключения с рынка строительства игроков, использующих приставки «эко», не имея для этого никаких оснований.

Литература

1. www.ruso.systems.
2. Акиев Р. С. «РУСО» – национальная сертификация зеленых зданий. АВОК №8, 2016.
3. Табунщиков Ю. А. Российский зеленый стандарт для стадионов чемпионата мира 2018 года по футболу. АВОК №4, 2015.
4. ГОСТ Р 54964-2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости.
5. Табунщиков Ю. А., Акиев Р. С., Шилкин Н. В., Капко Д. В. Стадион «Казань Арена»: класс «Серебро» в системе сертификации «РУСО. Футбольные стадионы». АВОК №4, 2017.
6. www.kazanarena.com/stadium/eco/.
7. Капко Д. В. «Зенит Арена» – «Золото» по стандарту «РУСО. Футбольные стадионы». Электронный журнал «Здания высоких технологий», №4, 2018. http://zvt.abok.ru/articles/476/Zenit_Arena_Zoloto_po_standartu_RUSO_Futbolnie_stadioni.
8. LEED Core Concepts guide third edition.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Мингазетдинов И. Х., Кулаков А. А.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева», г. Казань*

Газеев Н. Х.,

*Республиканский совет общественной организации «Общество изобретателей
и рационализаторов Республики Татарстан», г. Казань*

THE DEVICE FOR THE SMALL-SCALE POWER GENERATION

Mingazetdinov I. Kh., Kulakov A. A.,

Kazan national research technical university of A. N. Tupolev, Kazan

Gazeev N. Kh.,

*Republic council of public organization «Society of Inventors and Rationalizers of the
Republic of Tatarstan», Kazan*

Аннотация

В работе рассмотрены различные рациональные подходы к разработке биоэнергетических установок для сельскохозяйственных предприятий. Представлен вариант решения данной проблемы путем разработки комбинированного биореактора (патент РФ № 105624), в котором совмещается несколько технологических операций.

Annotation

In work various rational approaches to development of biopower installations for the agricultural enterprises are considered. The version of the solution of this problem by development of the combined bioreactor (the patent Russian Federation No. 105624) in which some technological operations are combined is presented.

Одним из перспективных направлений альтернативной энергетики является использование биомассы для получения биогаза [1]. Биоэнергетика относится к возобновляемым источникам энергии и исключает загрязнение окружающей среды органическими отходами. Кроме того, сжигание биогаза в энергетических установках не увеличивает общее количество диоксида углерода в атмосфере, так как при сжигании биомассы выделяется то же количество диоксида углерода не большее того, которое до этого растение поглотило из атмосферы.

Получение биогаза из органических отходов осуществляется при анаэробном сбраживании сырья в специальных аппаратах – метанотенках. Исходным сырьем может служить зеленая биомасса растений, навоз животноводческих производств, отработанный ил аэротенков, пищевые отходы. Метановое брожение осуществляется в несколько этапов. Начальные этапы включают несколько различных реакций, при которых микробное сообщество разлагает сложные органические соединения в низшие карбоновые кислоты, спирты, аминокислоты, аммиак, сероводород, глицерин и т. д. Эти реакции идут в кислой среде. Следующие этапы состоят из реакций, в результате которых метаногенные бактерии расщепляют продукты первого этапа с образованием метана и диоксида углерода. Эти реакции реализуются в щелочной среде [2].

Для реализации вышеперечисленных процессов разработан комбинированный биореактор [3], в котором совмещается несколько технологических операций. Исходный органический материал поступает в патрубок загрузки, где специальным поршнем уплотняется и подается в зону предварительного измельчения. Поступающую биомассу шнек направляет



к ногам крупного измельчения. Далее эта масса поступает в камеру мелкого измельчения, где также имеется подающий шнек. Камера мелкого измельчения выполнена конической, сужающейся к ножам мелкого измельчения. После мелкого измельчения, т. е. после завершения структурной подготовки биомассы, последняя попадает в камеру перемешивания. Из камеры перемешивания через нижние окна масса поступает в зону кислого брожения, в которой имеется перемешивающее устройство. В дальнейшем биомасса перемещается в следующую камеру для щелочного и метанового брожения. Отвод биогаза производится через специальный клапан с гидрозатвором.

Вращение шнеков, измельчающих ножей и перемешивающих лопастей производится от внешнего привода через редуктор. Определяющими параметрами биореактора являются температура, доза загрузки и степень перемешивания. Обычно процесс анаэробного сбраживания реализуют в мезофильном (30-35°C) или термофильном (50-55°C) режиме. Для поддержания необходимого температурного режима, в нижней части аппарата имеется нагревательное устройство с терморегулятором. Нагрузки на емкость аппарата при мезофильном режиме составляют 3-4,5 кг/(м³ сутки), а при термофильном режиме – 6-7 кг/(м³ сутки). Общее время сбраживания – 8 суток при мезофильном режиме и 5 – при термофильном.

В настоящее время реализуется получение биогаза по различным схемам (одноступенчатая и двухступенчатая) в нескольких аппаратах. Намечается тенденция проектирования больших установок, с объемом до 9000 м³ и значительным числом аппаратов (до четырех). Это может быть оправдано для больших сельскохозяйственных предприятий. Предложенное устройство можно рекомендовать для отдельных фермерских хозяйств с небольшим поголовьем крупного рогатого скота.

Литература

1. Найман С. М., Газеев Н. Х., Глебов А. Н., Фролов Д. В. Техника и технология переработки и утилизации отходов: Учебное пособие. – Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. – 418с.
2. Найман С. М., Газеев Н. Х., Глебов А. Н. Термические методы переработки твердых отходов: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – 234с.
3. Мингазетдинов И. Х., Газеев Н. Х., Найман С. М., Сагдиева Н. З., Комбинированный биореактор // Патент РФ № 105624, Бюлл. № 17 от 20.06.2011 г.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОТОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА В ОРГАНИЧЕСКОЕ
УДОБРЕНИЕ И КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ АБСОРБЕНТОВ**

*Хафизов Р. А., Сулейманова С. В.,
ООО «БАРС», г. Уфа*

**TECHNOLOGY OF INLINE POULTRY INDUSTRY WASTE PROCESSING INTO ORGANIC
FERTILIZERS AND SUPPLEMENT FEEDS WITH THE USE OF NATURAL ABSORBENTS**

*Khafiov R. A., Suleymanova S. V.
LLC «BARS», Ufa*

Аннотация

Подготовка отходов к переработке с переводом класса опасности, получение органического удобрения и кормовых добавок для вскармливания крупного рогатого скота (крс), кроликов, гусей, рыб.

Annotation

Preparation of waste dung for recycling with a change in hazard class, producing organic fertilizer and feed additives for feeding cattle, rabbits, geese, fish.

Компания ООО «БАРС» является специалистом по вопросам экологии и охраны окружающей среды в области переработки отходов птицеводства. Технические решения ООО «БАРС» основываются на инновационных разработках и изобретениях в области экологии по получению органического удобрения, кормовых добавок и топливных пеллет при поточной переработке отходов птицеводства с использованием природных абсорбентов (месторождения находятся на территории России). Проведенные промышленные внедрения на территории России подтвердили практикой и результатами исследований, что полный цикл составляет 60 минут, за которые помет, поступающий с птицефабрики, перерабатывается в органическое удобрение с сохранением максимального содержания азота.

Данная технология адаптирована для России, и это подтверждается большим интересом российских компаний, работающих в сфере птицеводства. Это возможность непрерывной, круглогодичной переработки отходов птицеводства и получения продукции высокой рентабельности (аналогов не существует, разработано в России).

Использование технологии исключает попадание едкого запаха в атмосферу при производственной сушке сырья, свойственного данному процессу, проводимому без их использования, и предотвращает повторное развитие патогенной микрофлоры в готовой продукции, что не ограничивает производителя в сроках ее хранения и дальнейшей транспортировке (рис. 1).



Отбор проб воздуха из контейнера над куриным пометом

Наименование загрязняющего вещества (ЗВ)	Загрязняющие вещества (ЗВ)				
	Концентрация ЗВ, мг/м³ (нормальные условия)				
	C1	C2	C3	C4	C _{ср}
1-й режим. Отбор проб воздуха из контейнера над куриным пометом					
аммиак	51	49	47	46	48
фенол	0,37	0,35	0,33	0,29	0,34
сероводород	0,28	0,26	0,24	0,21	0,25
2-й режим. Отбор проб воздуха из контейнера над смесью из куриного помета и сорбента 3%					
аммиак	4,2	3,8	3,8	3,5	3,8
фенол	0,052	0,050	0,044	0,046	0,05
сероводород	Ниже предела обнаружения < 0,05				
3-й режим. Отбор проб воздуха из контейнера над смесью из куриного помета и сорбента, после термической обработки на эл. плите (сушка)					
аммиак	3,5	3,1	2,8	2,8	3,1
фенол	0,042	0,039	0,039	0,036	0,039
сероводород	Ниже предела обнаружения < 0,05				

Рис. 1. Отбор проб воздуха из контейнера над куриным пометом

Получаемые удобрения экологически безвредны, не содержат семена сорняков, синтетические компоненты и соли тяжелых металлов, легко вносятся в почву с помощью оборудования для внесения минеральных удобрений, что подтвердилось проведенными исследованиями. Наша компания проводит исследования эффективности применения органического удобрения и кормовой добавки («Золотая Гранула») с привлечением специалистов агрохимической службы «Башкирский», БНИИСХ, ФГБУ Башкирский референтный центр (рис. 2).

Протокол количественного химического анализа удобрения из переработанного куриного помета (гранулированного)			
№ п/п	Наименования показателя (компонента)	Концентрация сер, мг/кг	Содержание вещества %
1	Аммоний-ионы	2910	0,291
2	Нитрит-ионы	<0,16	-
3	Нитрат-ионы	475	0,0475
4	Фосфат-ионы	610	0,061
5	Сульфат-ионы	2010	0,201
6	Ртуть	<0,0050	-
7	Мышьяк	<0,1	-
8	Никель	2,6	0,00026
9	Кобальт	<0,1	-
10	Медь	83	0,0083
11	Марганец	250	0,025
12	Хром	3,3	0,00033
13	Свинец	<1,0	-
14	Цинк	190	0,019
15	Кадмий	<1,0	-
16	Калий	8920	0,892
17	Кальций	13300	1,33

Рис. 2 Протокол количественного химического анализа удобрения из переработанного куриного помета (гранулированного)

Разработанная технология предусматривает проектирование технологических линий, авторский и технический надзор, экспертизу, мониторинг, обучение персонала, обслуживание оборудования и предоставление услуги по доставке запасных частей в любую точку России. Стратегия по предоставлению инновационных, устойчивых решений в области экологии основывается на прочном и долгосрочном опыте работы с государственными организациями и бизнесом в России.

Технология поточной переработки отходов птицеводства, животноводства и донных отложений предоставляет возможность получения сырья с низкой себестоимостью для производства органических удобрений, кормовых добавок, топливных пеллет. Данная технология обеспечивает глубокую переработку отходов независимо от времени года.

Кормовая добавка «Золотая гранула» представляет собой гранулы размером от 5 до 25 мм диаметром 5 мм темно-зеленого цвета со специфичным, слабовыраженным запахом (переработанный помет). Химический состав и питательную ценность кормовой добавки определяли в центральной аналитической лаборатории БГАУ и БНИСХА. Результаты исследований представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Состав кормовой добавки «Золотая гранула»

Наименование образца	Влага, %	Азот, %	Протеин, (% расч.)	Сырая клетчатка, %	Сырой жир, %	Каротин, мг/кг	Сырая зола, %	Кальций, %	Фосфор, %	pH	нитраты, г/кг	ОЭ расч. для птиц
Гранула. «БАРС» (добав. на корм)	9,0	2,15	13,44	29,62	2,66	0,37	10,62	1,39	0,335	6,10	6,16	

Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что кормовая добавка содержит значительное количество протеина и обменной энергии, сопоставимое по содержанию с зерном злаковых культур (овес, ячмень), но значительно большее содержание клетчатки на уровне сопоставимых со жмыхом. Таким образом, можно предположить целесообразность включения в рацион гусей, рыб, кроликов и КРС кормовой добавки «Золотая гранула» взамен зерновой части рациона.

Наша компания совместно с партнерами разрабатывает и производит оборудование для строительства заводов по переработке отходов птицеводства на территории России на 100, 250 и 500 тонн в сутки (рис. 3). С применением данной инновационной технологии мы можем решить вопросы экологии и охраны окружающей среды, и при этом получаем сырье для производства удобрений, кормовых добавок, топливных пеллет, т. е. продукцию с высокой рентабельностью.



Рис. 3. Схема завода по переработке куриного помета мощностью 100 тонн в сутки



Завод по переработке включает разработку технологии проекта, рабочее проектирование, экспертизу, разработку и поставку оборудования. Для строительства завода мощностью 100, 250, 500 тонн переработки в сутки требуется общая площадь – 10 га. Размещение завода предполагается рядом с территориями птицеводческих комплексов, технология не требует временного хранения помета на открытых площадках и буртования, что напрямую предотвращает загрязнение окружающей среды.

Государственная экологическая экспертиза № 274-П от 20.02.2017 года проекта технической документации на технологию поточной переработки отходов птицеводства с использованием абсорбентов.

Литература

1. Презентационные материалы ООО «БАРС»: «Технология поточной переработки отходов птицеводства в органическое удобрение и кормовые добавки с использованием природных абсорбентов», 2017 г.

**УСТОЙЧИВОСТЬ *ASPERGILLUS NIGER* К БЕЛОМУ ФОСФОРУ.
МИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ P4**

Миндубаев А. З., Волошина А. Д., Бадеева Е. К.,

Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань,

Бабынин Э. В., Акосах Й. А.,

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань,

Кабирова Г. Г., Шайхутдинов Р. К., Синицина А. А., Шарипов А. А., Махиянов А. Н.,

Пискунов Д. Б., Реджепов Д. К.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань*

Озерская С. М.,

Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина

Российской академии наук, г. Пушкино

RESISTANCE OF *ASPERGILLUS NIGER* TO WHITE PHOSPHORUS. MITOTOXIC EFFECT OF P4

Mindubaev A. Z., Voloshina A. D., Badeeva E. K., A. E.

*Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry of Kazan Scientific Center of Russian Academy of
Sciences, Kazan*

Babynin E. V., Akosah Y. A.,

Kazan (Volga region) federal university, Kazan

Kabirova G. G., Shaykhutdinov R. K., Sinitsina A. A., Sharipov A. A., Makhiyanov A. N.,

Piskunov D. B., Rejepov D. K.,

Kazan national research technological university, Kazan,

Ozerskaya S. M.,

*Skryabin Institute of biochemistry and physiology of microorganisms of Russian Academy
of Sciences, Pushchino*

Аннотация

Очень интересным и неожиданным результатом стало появление мутантной культуры *Aspergillus niger* AM1, более интенсивно растущей в среде с белым фосфором по сравнению с предковым штаммом, и обладающей необычной морфологией. Три штамма *A. niger*, присланные из Всероссийской коллекции микроорганизмов, так же продемонстрировали намного более высокую устойчивость к белому фосфору, чем бактерии. По предварительным данным, устойчивость к белому фосфору у *A. niger* закреплена в геноме. Allium тест показал митотоксическое действие белого фосфора на клетки эукариот.

Annotation

A very interesting and unexpected result was the discovery of a mutant *Aspergillus niger* AM1. In comparison with an ancestral strain this mutant possesses an unusual morphology and grows more intensively in culture medium with white phosphorus. Three strains of *A. niger*, sent from the All-Russian collection of microorganisms, also showed much higher resistance to white phosphorus than bacteria. According to preliminary data, resistance to white phosphorus the *A. niger* is fixed in the genome. Allium test showed the mitotoxic effect of white phosphorus on eukaryotic cells.

Введение

Метод биодеградациии используется для очистки сточных вод уже сотню лет. Английский химик Диброн в 1887 году смог очистить сточную жидкость, выдерживая в ней культуру микроорганизмов. А в 1916 году в той же Англии, в промышленном Манчестере, был построен первый аэротенк, и введено понятие «активный ил». Тем не менее, еще лет двадцать-двадцать пять назад считалось, что способность к метаболизму ксенобиотиков у микроорганиз-



мов очень ограничена, и большинство из них ими не используется. Но в настоящее время убедительно показана способность как аэробных, так и анаэробных микроорганизмов к деградации ксенобиотиков. Наши более ранние работы [1, 2] посвящены микробиологическому превращению токсичнейшего элементного (белого) фосфора в биогенный фосфат. Фактически, выполненная нашим коллективом работа является первым задокументированным примером усвоения искусственного ксенобиотика белого фосфора биосферой, то есть возможности применения метода еще далеко не исчерпаны. В данной работе представлено дальнейшее развитие исследований биodeградации белого фосфора.

Материалы и методы

Пересев культуры *A.niger* AM1 произведен по стандартной схеме, в трех повторах. Через 49 суток во всех повторах колонии были покрыты черной россыпью спор. Это доказывает, что и в среде с белым фосфором аспергилл может сохранять нормальную фертильность. Обращает на себя внимание тот факт, что в одном повторе колония стала развиваться быстрее, чем в других, хотя условия были совершенно идентичны. Возможно, это следствие мутации, обеспечившей лучшую приспособленность к необычным (и экстремальным) условиям существования.

Для сравнения устойчивости к белому фосфору нескольких культур черного аспергилла, применялся наш штамм *Aspergillus niger* AM1, а также три штамма из Всероссийской коллекции микроорганизмов при ИБФМ им. Г.К. Скрыбина: FW-650, FW-2664 и FW-2731, выделенные из арктических вечномёрзлых грунтов. Данная работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 15-29-02629 офи.м. Культуры высевались в планшеты Corning, скорость роста оценивалась микропланшетным ридером Infinite F200 Pro, Tecan (Австрия) по интенсивности поглощения света λ 550 нм. Максимальная концентрация белого фосфора достигала 1%. Для сравнения высевались культуры бактерий *Achromobacter xylosoxidans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus firmus* и *Salmonella typhimurium*. Целью данных исследований являлось обнаружение минимальной ингибирующей концентрации (МИК) белого фосфора для перечисленных микроорганизмов.

Для установления природы устойчивости аспергилла к Р4 произведен посев в среду с фосфатом в качестве источника фосфора. Подросшую культуру снова пересевали в среду с 0,2% белого фосфора. В качестве контроля посеяли также *A.niger* AM1, до этого росший в среде с белым фосфором.

С целью оценки цитогенетического действия фосфора использовали тест-систему Allium сера [3]. На каждом препарате учитывали общее количество клеток, количество делящихся клеток, находящихся в той или иной стадии митоза. На основании полученных данных определили митотический индекс (МИ), распределение клеток по стадиям митоза. Митотический индекс показывает отношение числа клеток, находящихся в митозе, к общему числу проанализированных клеток, исследованных на препарате изучаемой ткани.

Результаты и обсуждение

Очень интересно спонтанное появление в среде с белым фосфором культуры *A.niger* AM1 с измененной морфологией и окраской, быстрее растущей в среде с исследуемым ксенобиотиком. Возможно, это результат мутации и дальнейший этап адаптации микроорганизма к среде, содержащей белый фосфор.

На 53 день между лидирующей в росте культурой и остальными накопилось еще больше различий. Через 55 суток после посева лидирующая культура стала вырабатывать пигмент и приобретать более насыщенную желтую окраску. Через 56 суток она стала оранжевой [4].

Колонии в остальных двух повторях растут медленнее и имеют гораздо более светлую окраску. Через 59 суток окраска лидирующей колонии была визуальным образом охарактеризована как темно-оранжевая. Окрасилась не только колония, но и культуральная среда, т. е. пигмент хорошо растворим в воде. Примерно в это время мы дали этому аспергиллу неофициальное название «рыжий гриб».

Через 180 суток произвели пересев «рыжего» *A. niger* AM1. Через две недели колония созрела. Культура, судя по виду и окраске спор, безусловно, является черным аспергиллом, но морфология колонии необычная. Воздушный мицелий низкий, споры формируются почти на поверхности среды. В первые двое суток культура отличалась от предковой выделением в среду желтого пигмента, но после созревания спор становилась такой же черной и неотличимой. Это является еще одним свидетельством того, что в культуре произошла мутация. Детальное изучение морфологии этого аспергилла продемонстрировало его сходство с предковым AM1. А судя по тому, что «рыжий» гриб эффективнее набирал биомассу в среде с белым фосфором, эта мутация повышает его приспособленность к существованию в данной среде.

Оказалось, что все четыре штамма *A. niger* выдерживают концентрацию белого фосфора 1 %. МИК для них так и не была найдена. По-видимому, высокая устойчивость к белому фосфору – признак, характеризующий все черные аспергиллы. Тем не менее, при концентрациях 0.5 и 0.25 % штамм AM1 рос быстрее, т. е. оказался более устойчивым. Для бактерий МИК была найдена и составила для *A. xylosoxidans* 0.125 %, *B. firmus* 0.25 %, *Pseudomonas aeruginosa* и *S. typhimurium* 0.5 %. Из этого следует вывод, что черные аспергиллы более устойчивы к белому фосфору по сравнению с бактериями. Этот вывод совпадает с результатами, полученными нами ранее [5].

Ожидалось, что после роста в благоприятных условиях – в среде с фосфатом – *A. niger* AM1 мог утратить устойчивость к белому фосфору. В действительности, гриб, росший до пересева на фосфате, продолжал расти [6]. Из этой картины можно сделать вывод, что резистентность к белому фосфору у исследуемого нами штамма черного аспергилла закреплена в геноме, и является наследуемым признаком, передающимся в ряду поколений даже в отсутствие Р₄.

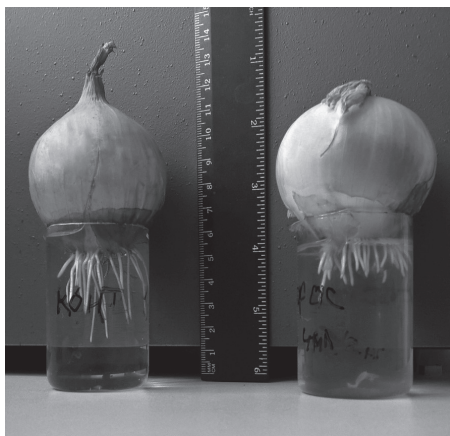


Рис1. Наглядная демонстрация фитотоксичности белого фосфора: в его присутствии (правая луковица) корешки достоверно отстают в росте по сравнению с контролем (левая луковица). Концентрация Р₄ в опыте 0.016 %. Снимок сделан через 2 суток после начала проращивания.

Показано, что корешки лука в присутствии белого фосфора отставали в росте (рис. 1). Установлено также, что присутствие Р₄ существенно снижает митотическую активность тка-



ней по сравнению с контролем и, следовательно, обладает митотоксической активностью. Анализ соотношений фаз митоза показал увеличение доли клеток на стадии профазы с соответствующим уменьшением процентного отношения других стадий (табл. 1). Это может быть связано с блокировкой деления клеток в конце стадии профазы.

Таблица 1. Митотический индекс при различных концентрациях белого фосфора

	Контроль	0.008 %	0.012 %	0.016 %
MI	7,25±1,15	3,31±0,88	2,35±0,65	1,35±0,25
М/Р-метафаза/профаза отношение	0,77	0,72	0,64	0,42

Обнаружение у белого фосфора генотоксических свойств не является неожиданностью. Тем не менее, в более ранних работах генотоксичность у Р₄ обнаружена не была. Возможно, это результат недостаточной глубины исследования. Судя по всему, мы первые применили для этой цели Allium тест, и этим методом генотоксичность белого фосфора впервые была продемонстрирована.

Литература

1. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Валидов Ш.З., Яхваров Д.Г. Биodeградация белого фосфора // Природа. 2017. 5. С. 29-43.
2. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Хаяров Х.Р., Минзанова С.Т., Яхваров Д.Г. Микробиологическая деградация белого фосфора // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 1. С. 33-37.
3. Fiskesjo G. Allium test for screening chemical evaluation of cytological parameters/in Wang W., Gorsuch J.W., Hughes J.S. Plants for Environmental Studies // 6005 J. S. (Eds), New York, NY: CRC Lewis Publishers. 1997. P. 307-333.
4. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Хаяров Х.Р., Сахапов И.Ф., Бадеева Е.К., Стробыкина А.С., Валидов Ш.З., Бабаев В.М., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А., Яхваров Д.Г. Динамика превращений белого фосфора культурой черного аспергилла // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 51. № 8. С. 1-26.
5. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Сапармырадов К.А., Хаяров Х.Р., Яхваров Д.Г. Включение белого фосфора в природный круговорот веществ. Культивирование устойчивой микрофлоры // Бутлеровские сообщения. 2015. Т. 41. № 3. С. 54-81.
6. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Валидов Ш.З., Сапармырадов К.А., Хаяров Х.Р., Бадеева Е.К., Барсукова Т.А., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А., Яхваров Д.Г. Обезвреживание белого фосфора посредством микробиологического разложения // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 52. № 12. С. 87-118.

**ПРИМЕНЕНИЕ «ЗЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА» В ЧАСТИ ЭКОНОМИИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
И КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

Бадрутдинов Р. Р.,

ООО Инженерный Центр «Энергопрогресс», г. Казань

**THE USE OF «GREEN BUILDING TECHNOLOGIES» IN TERMS OF SAVING ENERGY RESOURCES
AND IMPROVING THE SAFETY AND QUALITY OF THE ENVIRONMENT**

Badrutdinov R. R.,

Engineering Center «Energoprogress», Kazan

Аннотация

Обзор требований и рекомендаций системы экологической сертификации «Зеленые стандарты» с целью формирования концепции энергосбережения в различных сферах деятельности. Оценка возможности применения «зеленых технологий» на строящихся и проектируемых объектах с целью повышения энергоэффективности.

Annotation

Review of requirements and recommendations of the system of ecological certification «Green standards» with the purpose of forming the concept of energy saving in various fields of activity. Evaluation of the possibility of applying «green technologies» on the projects under construction and projected to improve energy efficiency.

В России с 2010 года принята и действует система добровольной экологической сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты», созданная Министерством природных ресурсов и экологии РФ. Данная система экологической сертификации создана как инструмент исполнения положений ГОСТ Р 54298-2010 «Порядок сертификации систем экологического менеджмента на соответствие ГОСТ Р ИСО 14001-2007». Данный ГОСТ устанавливает порядок сертификации систем экологического менеджмента в системе добровольной сертификации. Таким образом, сертификация объектов недвижимости на соответствие экологическим требованиям введена на добровольной основе.

Система «Зеленые стандарты» дает представление об экологичности недвижимости при использовании в строительстве жилья соответствующих положений. В первую очередь, это – применение строительных технологий, обеспечивающих минимальное воздействие на природу, эффективное использование электроэнергии и воды, альтернативных источников энергии, применение экологически чистых строительных материалов и инновационных технологий. Также система экологического строительства позволяет снижать эксплуатационные затраты на содержание объектов.

Кроме этого, экологическая система сертификации «Зеленые стандарты» в качестве одного из направлений своей деятельности называет создание (и внедрение в практику) общероссийских «зеленых стандартов» строительства на основе уже действующих международных нормативов и правил.

При применении принципов «зеленого строительства» возникают следующие положительные результаты: на объектах снижается энергопотребление (до 20 % в производственных объектах и до 50 % в жилых и административных зданиях); снижается вредное воздействие на окружающую среду, что уменьшает компенсационные выплаты в экологический фонд; снижается объем водопотребления и водоотведения; на объектах улучшается экологическая обстановка; повышается комфортность среды обитания. В масштабе экономики региона, в ре-



зультате применения энергоэффективных технологий снижается энергоемкость валового регионального продукта, что впоследствии влияет на улучшение экологической ситуации, увеличение объема выпускаемой продукции и доходов населения. Так, энергоемкость ВРП в Республике Татарстан снизилась с 96 тыс. т. у. т./млн. руб. (2000 г.), до 41 тысячи т. у. т./млн. руб. (декабрь 2017 г.), то есть более, чем в два раза. Для сравнения, на 2010 год энергоемкость ВРП в Республике Марий Эл составляла 100 тыс. т. у. т./млн. руб., в Свердловской области 147 тыс. т. у. т./млн. руб.

Несмотря на явные преимущества, в реальном объеме строительного рынка указанная система экологической сертификации почти не применяется. Количество объектов, построенных за восемь лет на территории России с применением данного стандарта, составляет несколько десятков.

Можно выделить три основные причины, сдерживающие применение системы «Зеленые стандарты». Во-первых, на этапе проектирования и строительства новые технологические решения увеличивают сметную стоимость строительства и сроки реализации проектов, что связано в том числе и с тем, что существующие « типовые » решения в строительстве разработаны несколько десятилетий назад. В то время стоимость воды, земли, тепловой энергии и других ресурсов была существенно ниже. Во-вторых, у большинства участников строительного рынка не сформирована внутренняя политика по ресурсосбережению и экологичности принимаемых решений, то есть « не подписана личная декларация ». Мы должны осознавать, что каждый человек может внести вклад в ресурсосбережение. Общественные мероприятия, такие как ежегодный фестиваль энергосбережения « Вместе Ярче », успешно развивают идеи ресурсосбережения, привлекают внимание различных слоев населения.

Третья причина – в добровольности, « не обязательности » применения системы экологической сертификации. Поскольку показатели энергоэффективности и экологичности конкретных технических решений не оцениваются на обязательной основе, значит, и нет необходимости их улучшать. Решить эту проблему достаточно просто: создать условия, при которых объекты недвижимости, имеющие экологический сертификат, будут получать определенные преимущества. Сертификация есть побудительный градиент для применения ресурсосберегающих технологий.

Рассмотрим подробнее некоторые сферы применения « зеленых стандартов » в промышленном строительстве.

Системы освещения. Экономия электроэнергии за счет применения светодиодных ламп для искусственного освещения распространено достаточно широко. Менее известны системы естественного освещения в виде световодов. Так, при использовании трубчатых световодов взамен стеклянных фонарей на кровле, не только снижает тепловые потери, но и экономит эксплуатационные затраты на ремонт и содержание кровли.

Вентиляционные системы. На сегодня известны различные системы с утилизацией теплоты (рекуператоры, утилизаторы, системы рециркуляции). Это экономит до 25% расхода на нагрев вентилируемого воздуха. При этом показатели вентилируемого воздуха контролируются лишь по нескольким параметрам: температура, кратность воздухообмена, количество кислорода. Если ввести регулирование процессом вентиляции по наличию CO₂ и других вредных примесей, то можно оптимизировать работу системы вентиляции, дополнительно сократить энергозатраты.

Системы отопления. На сегодняшний день известны различные решения по получению тепла, его транспортировке, отоплению зданий. При выборе систем отопления необходимо одновременно учитывать множество факторов. Например, лучистое отопление на основе ин-

фракрасных газовых излучателей существенно экономит расход газа, снижает первичные затраты на систему отопления.

Системы учета качества электрической энергии в электрических сетях. Потери мощности и энергии тока в электрических сетях связаны с различными малоизученными отклонениями характеристик тока, возникающими от энергопотребляющего оборудования. Учет данных отклонений и их прогнозирование позволит повысить надежность и безотказность систем электроснабжения.

Вывод

На основании известной системы экологической сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты», возможно формирование программно-целевой методики, направленной на достижение целей энергоэффективности и ресурсосбережения. Активное применение сертификации как инструмента оценки и контроля реализации принципов экологичности, позволит не только снизить вредное воздействие на окружающую среду, но и достичь определенного экономического эффекта.



**ЭНЕРГОРЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЕРНЫХ БЕТОНОВ**

Медведева Г. А., Ахметова Р. Т.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**ENERGY RESOURCE SAVING TECHNOLOGY OF THE USE OF WASTES OF THERMAL POWER
INDUSTRY COMPLEX FOR THE MANUFACTURE OF SULFUR CONCRETE**

Medvedeva G. A., Akhmetova R. T.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Разработаны серные композиционные материалы на основе золошлаковых отходов ТЭЦ, модифицированные сульфидом железа (пиритом) с высокими физико-механическими свойствами. Установлено, что высокие прочностные свойства и устойчивость к агрессивным средам и воде обусловлены химическим взаимодействием компонентов и образованием полисульфидов, возможно, сшитой структуры. Разработанные материалы могут использоваться в качестве плиток, полов, тротуарных и бордюрных камней в производстве агрессивных материалов и в теплоэнергетике.

Annotation

A sulfur composition materials on the base of ashes wastes of heatplants are developed. Physical-mechanical and exploitation properties of the materials are investigated. Chemical aspect of the composition formation process is studied. It is established that high mechanical and exploitation performances are stipulated by chemical interaction between sulfur and pyrite and polysulfides formation.

В настоящее время поиск новых решений по использованию отходов теплоэнергетического комплекса является актуальной задачей. Одним из возможных методов утилизации промышленных отходов является их вовлечение в строительную промышленность в качестве материальных ресурсов.

Разработка технологий серных бетонов актуальна ввиду того, что указанные композиции обладают рядом ценных свойств – прочностью, стойкостью к истиранию, водонепроницаемостью, устойчивостью к агрессивным средам и т.д. Производство серных композиционных материалов с применением дешевой серы становится экономически обоснованным [1]. Широкую возможность для изготовления таких материалов открывают золошлаковые отходы ТЭЦ, которые также являются доступным, дешевым и недефицитным сырьем. Высокая плотность и прочность камня вяжущего на основе золошлаковых отходов ТЭЦ позволяют получать материалы, эксплуатируемые в агрессивных средах [2].

Основной характеристикой атома серы, существенно определяющей особенности процессов образования, типы химической связи и физико-химические свойства сульфидных фаз, является его способность выступать и как донор, и как акцептор [3]. Акцепторная способность вызвана стремлением к достройке оболочки до конфигурации s^2p^6 присущей инертным газам и отвечающей минимальной энергии. Эта особенность атома серы обуславливает значительную долю ионной связи $Me - S$ во многих сульфидах, а также образование атомами серы ковалентных групп S_n , что в частности определяет склонность к образованию полисульфидных фаз, полимерной серы. Полимерная сера обладает рядом преимуществ по сравнению с кристаллической серой. К ним можно отнести высокую устойчивость к агрессивным сре-

дам, высокую ударную прочность, отсутствие термических усадочных деформаций в композициях и т.д. [4]. Интересным с точки зрения научных исследований и практического применения являются серные материалы с использованием металлосодержащих соединений, таких как сульфид железа (пирит). Применение его в качестве модификатора позволит, на наш взгляд, получить полимерную серу, а, следовательно, повысить механическую и ударную прочность изделий за счет образования новых связей.

В работе ставилась задача использовать золошлаковые отходы и пирит для получения серного композиционного материала с высокими физико-механическими свойствами за счет химического взаимодействия компонентов, возможной сшивки серных цепочек и образования полисульфидов.

В работе использовались следующие материалы:

- сера – отход Нижнекамского нефтеперерабатывающего завода. По химическому составу эти отходы содержат 99,9% серы, т.е. практически представляют собой товарный продукт;
- пирит FeS_2 (сульфид железа), широкораспространённый природный минерал, является попутным продуктом добычи некоторых цветных металлов, в том числе, золота;
- строительный песок (ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ);
- золошлаковые отходы ТЭЦ-2 г. Казани следующего состава (масс.%):

SiO_2	47,7-52,2	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	21,24-25,28
$\text{CaO} + \text{MgO}$	4,3	Fe_2O_3	5,2-5,9
R_2O	1,84-19,03	SO_3	0,2

Для более детального исследования золошлаковые отходы ТЭЦ методом отсева были разделены на зольную и шлаковую составляющие. В работе использовалась зольная составляющая с размером частиц менее 1 мм. Образцы полисульфидных композиций готовились путем горячего смешения исходных компонентов при различном времени выдержки (30 и 60 минут). Далее указанные смеси направлялись на формирование образцов заливкой в формы размером $2\text{x}^2\text{x}6$ см (виброукладка) или прессованием при стандартном давлении 120 кг/см^2 цилиндров 2x^2 см. Полученные материалы испытывались на физико-механические показатели согласно ГОСТ 10180-90 и исследовались методами физико-химического анализа: рентгенографического анализа (рентгеновский дифрактометр ДРОН-3 с Cu K^* -излучением), электронно-парамагнитного резонанса (прибор РЭ-1306), дифференциально-термического анализа (дериватограф Q-1500D системы Паулик, Паулик, Эрдеи). Ударная прочность образцов оценивалась на маятниковом копре.

Результаты физико-механических испытаний образцов приведены на рис. 1-2.

На рис. 1 и 2 приведены две технологии: виброукладка и прессование. Из графика видно, что экспериментальные кривые имеют экстремум, т.е. речь может пойти об оптимизации соотношения сера: наполнитель. Из рис. 1 видно, что прессование дает значительно больший эффект. Различия составляют 4-6 МПа.

Оптимальным с точки зрения прочностных свойств материала, является соотношение сера: наполнитель, равное 1:1,5 для образцов с виброукладкой и 1:1,5 – 1:2 для прессованных образцов. Поэтому для дальнейших исследований было выбрано соотношение компонентов 1:1,5. Технологический фактор – удобоукладываемость.

Известно, что инертная в обычных условиях сера становится реакционноспособной в щелочных средах, в присутствии нуклеофильных и электрофильных реагентов. Пирит – полисульфид железа с тетраэдрически координированной серой и длиной связи S-S 217 пм, т.е. способен проявлять электронодонорные свойства. Предполагалось, что использование в качестве модифицирующей добавки пирита позволит повысить реакционную активность



серы, и она сможет вступить в химическое взаимодействие с компонентами наполнителя и добавкой, т.е. будет способствовать повышению прочности образцов. Проведенными исследованиями установлено, что прочностные свойства полисульфидных композиционных материалов на золошлаковых отходах повышаются лишь при незначительных количествах FeS_2 (до 2 % масс) (рис. 1).

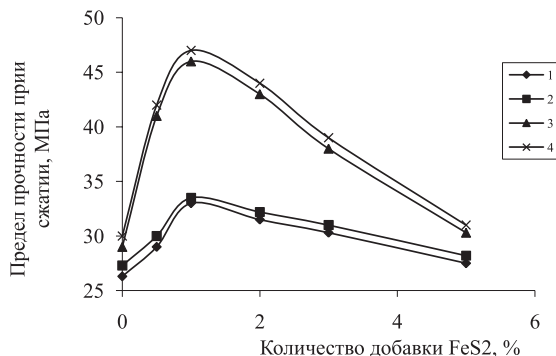


Рис. 1. Предел прочности при сжатии серно-золошлаковых композиций, модифицированных пиритом, полученных по технологии: виброукладки (1, 2) и прессования (3, 4) при различном содержании модифицирующей добавки FeS_2 и времени синтеза: 1, 3 – 30 мин; 2, 4 – 60 мин.

Избыток пирита понижает прочностные свойства материала из-за возникающей неоднородности. Происходит некоторое расслаивание образцов вследствие разности в плотностях (плотность серы $2,1 \text{ г/см}^3$, пирита – 5 г/см^3). При введении пирита наблюдается значительное повышение прочности – примерно в 1,3 раза.

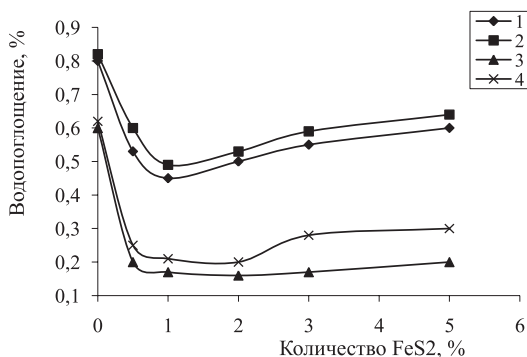


Рис. 2. Зависимость водопоглощения серно-золошлаковых композиций, модифицированных пиритом, полученных виброукладкой (1, 2) и прессованием (3, 4) при различном содержании модифицирующей добавки FeS_2 и времени синтеза: 1, 3 – 30 мин; 2, 4 – 60 мин.

Оптимальным количеством добавки является 1–2 % FeS_2 . Водопоглощение этих образцов не превышает 1 % (рис. 2), что соответствует требованиям ГОСТа. Таким образом, рекомендуемая композиция имеет состав (масс. %):

серосодержащие отходы	37-39,5
золошлаковые отходы	60-57,5
пирит	2-3

Разработанный материал обладает высокой устойчивостью к агрессивным средам. Так, коэффициент устойчивости в 5% HCl составляет 0,977, в 5% H₂SO₄ - 0,962; 5% CaCl₂ - 0,995; 5% NaCl - 0,986; 5% MgSO₄ - 0,975.

Как показали квантово-химические расчеты присутствие пирита будет способствовать ослаблению связей в серных циклах, раскрытию серного кольца и образованию полисульфидов железа с прочными ковалентными связями. Эти факторы и будут определять получение прочного и химически стойкого материала.

Таким образом, разработан полисульфидный композиционный материал на основе золошлаковых отходов ТЭЦ, модифицированный сульфидом железа (пиритом) с высокими физико-механическими свойствами (прочность при сжатии и при изгибе (при введении пирита) повышается в 1,3 раза; удельная ударная вязкость повышается в 1,2 раза; водопоглощение понижается в 3 раза). Высокие прочностные свойства обусловлены предполагаемым химическим взаимодействием компонентов и образованием сульфида, возможно, сшитой структуры. Разработанный материал может использоваться в качестве плиток, полов, тротуарных и бордюрных камней, в производстве агрессивных материалов.

Литература

1. Кисленко Н. Н., Мотин Н. В. Производство и потребление серы в России. Будущее новой серо-содержащей продукции // Матер. Межд. конф. «Сера -2002», Австрия, 2002.
2. Медведева Г. А, Ахметова Р. Т., Пятко Ю. Н. Пропиточная технология теплоизоляционных материалов с применением активатора хлорида цинка // Вестник Казанского технологического университета, Казань, 2014 г. – Т. 17. – № 5 – С. 47-51.
3. Ахметов Т. Г., Бусыгин В. М., Гайсин Л. Г. Химическая технология неорганических веществ. – М.: Химия, 1998. – 448 с.
4. Патуроев В. В. Полимербетоны. – М.: Стройиздат, 1987. – 286 с.



**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДНЫХ СТОКОВ**

Аетов А. У., Усманов Р. А., Габитов Р. Р., Мазанов С. В., Гумеров Ф. М.,
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань

**ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF UTILIZATION
OF INDUSTRIAL WATER STRAWS**

Aetov A. A., Usmanov R. A., Gabitov R. R., Mazanov S. V., Gumerov F. M.,
Kazan national research technological University, Kazan

Аннотация

Одной из актуальных проблем для человечества является задача эффективной переработки отходов, позволяющей защитить от чрезмерного загрязнения окружающую среду. Все существующие методы очистки: механическая, биологическая, физико-химическая не дают полной очистки с сопровождением засорения окружающей среды. Процесс сверхкритического водного окисления (СКВО) – демонстрирует необычайно высокий коэффициент разрушения органических отходов, а также превосходные характеристики безвредности для окружающей среды (никаких выбросов, связанных со сжиганием). Целью исследования является разработка нового подхода к решению проблем извлечения ценных компонентов (углеводороды и соли молибдена) промышленного водного стока процесса эпоксидирования олефинов и обезвреживания хвостового потока до норм сброса на биологические очистные сооружения.

Annotation

One of the urgent problems for mankind is the task of efficient waste processing, which allows to protect against the environment pollution. All existing methods of purification: mechanical, biological, physico-chemical do not give full purification accompanied by environmental pollution. The process of supercritical water oxidation (SCWO) – demonstrates an unusually high destruction rate of organic waste, as well as excellent environmental performance (no emissions associated with combustion). The aim of the study is to develop a new approach to solving the problems of extracting valuable components (hydrocarbons and molybdenum salts) of industrial water runoff of the epoxidation process of olefins and tail stream neutralization to discharge standards for biological treatment facilities.

Введение

Проблема очистки сточных вод (СВ), образующихся в крупнотоннажных химических производствах в том числе и целлюлозно-бумажных, является актуальной, в связи с их многокомпонентным составом: начиная с гемицеллюлоз и лигнина, заканчивая низкомолекулярными кислотами, кетонами и другими соединениями [1]. Для снижения негативного влияния на окружающую природную среду широко применяются окислительные методы очистки СВ химических производств. Это обусловлено, более полными превращениями сложных органических веществ под воздействием окислителей с образованием простых соединений, легко усваиваемых микроорганизмами в ходе биологической очистки или в процессах самоочищения водоемов [2].

Для окисления органических соединений, содержащихся в СВ химических предприятий наиболее оправдано использование таких реагентов, как пероксид водорода, кислород, озон, так же к способу очистки от данного вида загрязняющих веществ можно отнести процесс сверхкритического водного окисления (СКВО). Критические параметры воды $T_{кр} = 647 \text{ K}$,

$P_{кр} = 22$ МПа [3, 4]. Использование окислительных методов в связи с ужесточением требований природоохранных органов становится все более оправданными с экологической точки зрения, ввиду образования простых и менее токсичных соединений. Высокие скорости реакции (менее минуты) и полнота химических превращений в процессе СКВО связаны как с уникальными свойствами, так и с тем, что реакции протекают в условиях молекулярной дисперсности реагентов, находящихся в высокотемпературном флюиде в гомогенной фазе при невысокой плотности. Реакции окисления органики протекают с выделением тепла, в результате чего есть возможность использовать тепло самих реакций, как для поддержания температурного режима, так и для компенсации энергозатрат на разогрев реагентов [5, 6].

Исходя из данных эксплуатации лабораторных и полупромышленных установок США стоимость переработки одного литра отходов в реакторе СКВО оценивается в 5-20 центов, что примерно в 10 раз дешевле, чем при переработке с помощью традиционной технологии сжигания. Важно, что реакции окисления органики экзотермичны, и тепло реакций компенсирует энергозатраты на создание сверхкритической воды. При содержании в водной смеси порядка 10% органического вещества метод СКВО экономически эффективнее не только метода сжигания, но и методов окисления влажным воздухом и обработки активированным углем. Ниже приведена сводная таблица расчетной стоимости переработки (тыс. рублей/тонн) традиционных методов очистки сточных вод (табл. 1):

Таблица 1. Расчетная стоимость переработки методов очистки сточных вод (тыс. рублей/тонн)

Сжигание в воздушных средах	Контролируемое захоронение	Биологическая очистка	Химическая переработка	СКВО
100	50	Более 200	60	30-50

На кафедре Теоретических основ теплотехники (ФГБОУ ВО «КНИТУ») были проведены исследования процесса сверхкритического водного окисления промышленных стоков производства эпексидирования пропилена на ПАО «Нижнекамскнефтехим». Особенностью данного процесса является использование в качестве катализатора молибдена в виде металлокомплекса (каталитический молибденовый комплекс, далее КМК) в жидкой фазе. В процессе переработки и разделения реакционной массы соли молибдена, образовавшиеся в результате разрушения КМК, концентрируются в стоках. Утилизация данного отхода является важной задачей решения проблемы загрязнения окружающей среды а также выделения ценных неорганических соединений и получения воды, пригодной для вторичного использования в производстве. Содержащиеся в стоках компоненты представляют большую ценность для химических производств как сырье, а молибден интересен как активное вещество в катализаторах и в других сферах народного хозяйства. ПАО «Нижнекамскнефтехим» с водными стоками ежегодно теряет сырье на 2,3 млрд. руб. Из-за отсутствия экономически выгодных способов возврата этого сырья в производство последнее сжигается. В том числе, со сточными водами теряются кобальт, марганец, молибден и другие металлы, используемые в производстве как катализаторы. Так, в год теряется до 45 т. молибдена при цене 1,8 млн. руб. за тонну (81млн. руб).

Практическая часть

На кафедре ТОТ была разработана и спроектирована установка непрерывного действия для очистки сточных вод методом СКВО с использованием в качестве окислителя, как и жидкого окислителя (пероксида водорода), так и кислорода воздуха (рис. 1).

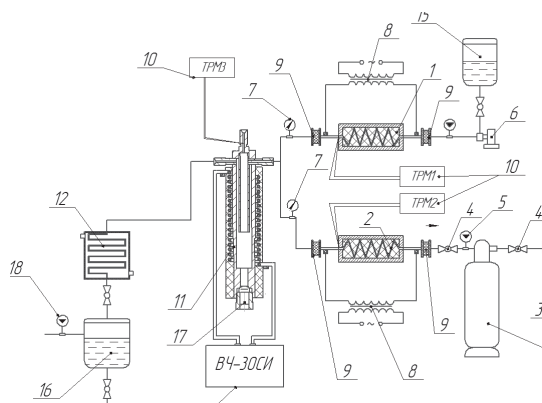


Рис. 1. Принципиальная схема проточной установки СКВО

Процесс СКВО, на приведенной установке, осуществляется следующим образом: промышленный сток поступает из емкости 15 в насос высокого давления 6, где сжимается до 25 МПа, а затем в теплообменник 1, нагрев осуществляется благодаря змеевику теплообменника, подключенного в цепь вторичной обмотки трансформатора 8. Воздух сжимается в компрессоре 3 до 25 МПа, далее поступает в ресивер 14, далее в воздушный теплообменник 2. Предварительно нагретая смесь направляется в смеситель 16, далее в реактор 11 СКВО, где протекает реакция СКВО. Нагрев смеси в реакторе осуществляется индукционным методом. Управление нагревом осуществляют с помощью высокочастотного индукционного генератора 19. Нерастворившиеся неорганические соединения выпадают в твердый осадок в камере 17. Очищенный сток после реактора поступает в охладитель 12. После охладителя очищенный сток проходит через регулятор давления и поступает в сборник жидкости и отделитель воздуха 13. Температура в реакторе и в теплообменниках измеряется и регулируется терморегуляторами 10 марки ТРМ-1 «Овен». Расход воздуха измеряется расходомером газовым ВА-42018. Схема позволяет проведение процесса СКВО как с жидким окислителем, так и с использованием в качестве окислителя кислород воздуха.

Эффективность реакции СКВО промышленных стоков производства эпексидирования пропилена на ПАО «Нижнекамскнефтехим», оценивалась по изменению значения химического потребления кислорода (ХПК) продукта реакции. Измерение (ХПК) осуществлялось с помощью Анализатора ХПК «Эксперт-003-ХПК» фотометрического с термореактором на 26 проб в соответствии ГОСТу Р 52708-2007. Ниже приведены результаты (см. табл. 2) процесса СКВО 5% водного раствора исследуемого стока, в присутствии воздуха, выступающего в качестве окислителя, а также зависимость значения ХПК от температуры процесса СКВО (см. рис. 2).

Таблица 2. Результаты процесса СКВО на проточной установке

Давление, Мпа	Избыток	Расход воздуха, л/мин	T, K	ХПК ср. продукта реакции, мгО ₂ /л
-	-	-	298	67235
22,5	2	42	673	14751,6
22,5	2	42	698	8870
22,5	2	42	723	5306,6
22,5	2	42	748	4865
22,5	2	42	773	2400
22,5	2	42	798	1208,3

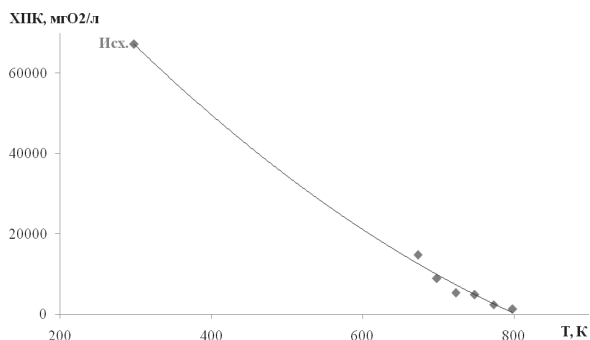


Рис. 2 – График зависимости значений ХПК от температуры процесса СКВО при $P=22,5\text{ Мпа}$

Из рис. 2 можно сделать вывод, что с ростом температуры процесса СКВО, значение ХПК уменьшается. Опыты показали возможность снижения (ХПК) в 55раз.

Заключение

Проведенные эксперименты показали возможность реализации процесса СКВО в непрерывном режиме для утилизации промышленных стоков с получением воды, пригодной для вторичного использования в производстве. Существующие в настоящее время подходы к уничтожению высокотоксичных веществ путем их сжигания, захоронения, химической и биологической переработки весьма дорогостоящи и не универсальны. Рабочие технологии уничтожения высокотоксичных веществ отсутствуют.

В результате теоретических и экспериментальных исследований показано, что метод СКВО может претендовать на наиболее высокую экологическую и экономическую эффективность и демонстрирует при этом замечательную универсальность, обеспечивая полное одностадийное окисление любых органических веществ до безвредных продуктов и выделение из раствора неорганических соединений в виде солей или оксидов без опасности загрязнения окружающей среды. Предлагаемая технология уничтожения отходов методом СКВО обладает следующими преимуществами: экологической безопасностью; быстротой и высокой эффективностью разрушения отходов в сравнительно малых объемах реактора; локализованностью всех продуктов реакции в объеме реактора, что исключает необходимость их улавливания; экономической эффективности (не высокие капитальные и эксплуатационные затраты).

Объектами применения технологий сверхкритического водного окисления могут быть коммунальные, сельскохозяйственные и другие жидкие стоки, содержащие отходы нефтеперерабатывающей, химической, целлюлозно-бумажной, пищевой, биологической и фармацевтической промышленности.

Литература

1. Chin K. Advanced oxidation mission: search and destroy. – USA: Chem. Eng.; 1997. – P. 39.
2. Rinehimer S.B. Diversity your company with ozone technology. – Water Cond. Purif.; 1995. – P. 92-95.
3. Gayazova E. S. The combination of coagulation-flocculation method and the SCWO in the waste water treatment problems. – International Journal of Analytical Mass Spectrometry and Chromatography; 2013. – P. 48-54.
4. Xiaowu X. Hefai gongye daxie xuebao. – Hefai Uniu. Technol. Natur. Sci.; 2005. – P. 270.
5. Jian-guo C. Hemei Daxue xuebao. Ziran kexue ban. – Hefai Uniu. Sci.; 2004. – P. 326-331
6. Gumerov F., Kayumov R., Usmanov R., et al. Waste Management in Propylene Epoxidation Process with the Use of Supercritical Fluid Media. – American Journal of Analytical Chemistry 3; 2012. – P. 950-957.



**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОКОНТРОЛЛИНГА
КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИИ**

*Кантюков Р. Р., Гареев Р. А., Злобин А. В.,
ООО «Газпром трансгаз Казань», г. Казань*

**AUTOMATED SYSTEM OF INDUSTRIAL ECOCONTROLLING
COMPRESSOR STATION**

*Kantyukov R. R., Gareev R. A. Zlobin A. V.,
LLC «Gazprom transgaz Kazan», Kazan*

Аннотация

На современном этапе развития, когда российская промышленность начала процесс перехода от индустриализации к инновационной фазе, одним из важных инструментов обеспечения экологической безопасности на предприятии, соблюдения природоохранных требований при осуществлении хозяйственной и иной деятельности является экологический мониторинг, в рамках которого проводится производственный экоконтроллинг.

Annotation

At the present stage of development, when the Russian industry began the process of transition from industrialization to the innovation phase, an important tool of environmental safety in the company, of compliance with environmental requirements when implementing economic and other activities is environmental monitoring, in which are production industrial ecocontrolling.

ООО «Газпром трансгаз Казань» имеет важное значение для экономики Республики Татарстан и одновременно затрагивает интересы жителей в местах расположения объектов Общества. Степень воздействия на окружающую среду, оказываемого газотранспортными объектами определяет его ответственность перед жителями районов и городов Республики Татарстан и соседних регионов, где имеются объекты Общества. Неотъемлемыми элементами системы управления природоохранной деятельностью в Общества являются постоянно действующие механизмы, обеспечивающие выполнение обязательств Экологической политики ПАО «Газпром», собственной Экологической политики, в том числе соблюдение всех норм, установленных законодательством Российской Федерации и международными правовыми актами в области охраны окружающей среды.

В ООО «Газпром трансгаз Казань» в рамках научно-исследовательские работы на экологическую тему был проведен системный анализ современных математических моделей и алгоритмов как набора компьютерных инструментальных средств поддержки принятия решений по экономико-экологической и организационно-структурной оптимизации сложных цепей поставок (ЦП) природного газа и систем газоснабжения (ГС). Впервые обоснована возможность применения с целью существенного сокращения вычислительных затрат упрощенных математических моделей сложных ГС и ЦП нефтегазохимического комплекса с применением смешанного целочисленного линейного программирования [1]. Выполнен анализ экологических рисков в районе газопроводных систем. Предложено уравнение для моделирования атмосферного переноса аварийных облаков в условиях неопределенной информации. Дано определение экологического риска и приведены расчетные формулы для оценки экологического риска [2]. Предложен теоретико-экспериментальный метод, который решает задачу применения той или иной математической модели для моделирования процессов рассеяния загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы с целью уменьшения погрешности получаемых результатов и правильного применения методов математического моделирования для конкретных ус-

ловий заданной территории промышленно развитого региона. Метод основан на интегральной оценке рассогласования полученных значений концентраций экспериментальным путем (путем замеров) и путем моделирования процессов, происходящих в атмосфере. Предложенный метод и алгоритм его реализации позволяет принимать эффективные меры по нормированию выбросов промышленных предприятий на территории региона и сформировать подсистему принятия управленческих решений в области охраны атмосферного воздуха [3]. Изучались вопросы применения географических информационных систем (ГИС) объектов транспорта газа и сетей газораспределения ООО «Газпром трансгаз Казань». Получены перспективные разработки по совершенствованию применения ГИС-проектов в деятельности Общества [4]. Разработана автоматизированная система расчета рассеивания выбросов вредных веществ в атмосфере, которая предназначена для оценки влияния вредных выбросов проектируемых и действующих (реконструируемых) предприятий на загрязнение приземного слоя атмосферы, включая аварии при разрыве газопроводов [5]. Внедренные информационно-измерительные и управляющие системы применительно к территориально распределенным станциям катодной защиты, информационно-измерительная система газораспределительными пунктами и крановыми узлами повысили надежность работы систем газоснабжения [6]. Изучался вопрос анализа техногенной экологической катастрофы в районе газопровода с помощью спутниковых снимков [7].

Одним из важных инструментов обеспечения экологической безопасности на предприятии, соблюдения природоохранных требований при осуществлении хозяйственной и иной деятельности является экологический мониторинг, в рамках которого проводится производственный экоконтроллинг. Проведение производственного контроля на источниках выбросов загрязняющих веществ, состоянием атмосферного воздуха является одним из важнейших направлений ПЭК любого газотранспортного общества. Была разработана система обеспечения безопасности в тепловых установках и установках газомоторного топлива в автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях, которая включает три основных направления деятельности: наблюдения за параметрами состояния объекта и окружающей среды; оценку фактического состояния объекта и окружающей среды; прогноз дальнейшей работы объекта и состояния окружающей среды и оценку прогнозируемого состояния [8]. Для обеспечения непрерывного круглосуточного контроля состава и количества загрязняющих веществ в выбросах устанавливаются автоматизированные системы контроля промышленных выбросов (АСКПВ) [9, 10, 11]. Для обеспечения функции контроля источников выбросов в рамках системы экологического мониторинга на КС «Арская» внедрена АСКПВ (рис. 1).

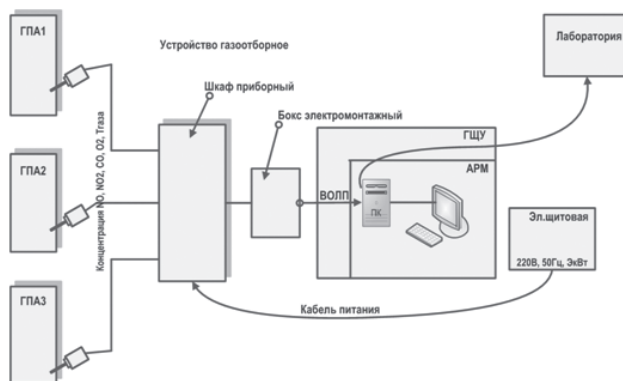


Рис. 1. Структура подсистемы АСКПВ



АСКПВ входит в состав системы управления природоохранной деятельностью ООО «Газпром трансгаз Казань» и предназначена для автоматического сбора, накопления, хранения и представления данных о параметрах выбросов организованных источников в круглосуточном режиме. Система обеспечивает в автоматическом режиме непрерывный контроль входящем газе агрегатов компрессорных станций концентрации оксида азота (NO), диоксида азота (NO₂), оксида углерода (CO), кислорода (O₂). Автоматизированная система контроля промышленных выбросов образована тремя подсистемами контроля: АСКПВ1, АСКПВ2, АСКПВ3, автоматизированным рабочим местом (АРМ) оператора. Подсистемы контроля обеспечивают контроль выбросов от одного до трех газоперекачивающих агрегатов. В состав каждой подсистемы АСКПВ входят (рисунок 1):

- газосборные зонды с термодатчиками;
- магистрали транспортировки пробы газа, включающие трубопроводы, выполненные из нержавеющей стали, муфты переходные и трубопроводы, выполненные из фторопласта с датчиками температуры;
- кабели сигнальные термопарные;
- шкаф приборный;
- переключатель газовый;
- блок осушки пробы;
- комплекс газоаналитический;
- блок электромонтажный.

Сам процесс непрерывного контроля выбросов подсистемы АСКПВ делится на следующие этапы:

- автоматический отбор пробы из газохода;
- транспортировка пробы и подготовка пробы к анализу;
- автоматическое измерение концентраций оксида азота, диоксида азота, оксида углерода и кислорода;
- автоматическое измерение температуры газа,
- передача данных измерений на рабочую станцию АРМ оператора.

Сбор информации, поступающей из измерительных приборов, обеспечивает рабочая станция АРМ оператора, которая предназначена для решения задач сбора, накопления, обработки и визуализации информации (на экране монитора).

Рабочая станция обеспечивает:

- сбор информации
- накопление и архивирование данных измерений;
- обеспечение доступа к архивной информации;
- отображение информации и результатов ее анализа в удобной для восприятия форме с возможностью выбора информации как по дате и времени, так и по перечню измеряемых параметров (просмотр базы данных и представление данных на интересующий период возможен в графическом и табличном виде).
- управление работой АСКПВ.

Измерения подсистемой АСКПВ производятся циклически. Сам газоаналитический комплекс размещается в приборном шкафу и состоит из измерительных приборов, обеспечивающих непрерывный контроль загрязняющих веществ в входящем газе. Результаты измерений представляются в табличном виде, отображаемом на мониторе АРМ оператора. АСКПВ обеспечивает сотрудников и руководство ЛПУМГ своевременной и достоверной информацией о соблюдении установленных нормативов выбросов от источников ГПА. Созданная система автоматического контроля выбросов повышает эффективность работы природоохранной

службы подразделения за счет экономии временных, финансовых, интеллектуальных ресурсов в результате оперативного, централизованного сбора, хранения и поддержания в актуальном состоянии всей необходимой информации, обеспечения быстрого тематического поиска данных, их автоматической обработки и формирования отчетных документов. Также надо отметить, что помимо представленной выше автоматизированной системы контроля промышленных выбросов в Шеморданском ЛПУМГ с заменой трех агрегатов ГПА 25/76 на ГПА-Ц-25НК-Р. С газопровода Ямбург-Западная граница на сегодняшний день установлены и работают стационарные газоанализаторы ДАГ-510 (модификации ГС) комплектно с блоком подготовки пробы (БПП-510). Блок подготовки пробы БПП-510 предназначен для работы в стационарных условиях совместно с газоанализатором ДАГ-510. Блок подготовки пробы обеспечивает электропитание, подготовку пробы отходящих газов топливосжигающих установок, для последующего измерения газоанализатором состава газа и установку «нуля» газоанализатора ДАГ-510.

Таким образом, система производственного автоматизированного контроля промышленных выбросов ООО «Газпром трансгаз Казань на основе представленных измерительных средств и систем является важным инструментом получения точных данных о промышленных выбросах, их обработки и представления информации, в том числе, для принятия оперативных решений по тактике и стратегии развития предприятия, исключив его негативное воздействие на состояние окружающей среды.

Литература

1. Мешалкин В.П., Дови М.С., Ходченко С.М., Кантюков Р.Р. Оптимизация энергоресурсоэффективности и экологической безопасности систем газоснабжения // Датчики и системы. 2017. № 4 (213). С. 3-15.
2. Гимранов Р.К., Бутусов О.Б., Мешалкин В.П., Кантюков Р.А., Казанский Г.М., Попов А.Г., Муштафин Ф.М., Кантюков Р.Р., Модин В.К. Компьютерный анализ экологических рисков газопроводных систем // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2015. Т. 58. № 3. С. 87-90.
3. Кантюков Р.А., Мешалкин В.П., Панарин В.М., Горюнкова А.А., Кантюков Р.Р., Гришаков К.В. Теоретико-экспериментальный метод оценки параметров территориального загрязнения атмосферы объектами химической промышленности // Химическая промышленность сегодня. 2016. № 10. С. 52-56.
4. Кантюков Р.Р., Тахавиев М.С., Романов С.В. Совершенствование работы с инфраструктурой объектов транспорта газа и газораспределения с помощью ГИС // Газовая промышленность. 2015. № 9 (727). С. 40-41.
5. Кантюков Р.А., Мешалкин В.П., Панарин В.М., Горюнкова А.А., Гимранов Р.К., Рыженков И.В., Кантюков Р.Р. Компьютерное моделирование загрязнения атмосферы при разрыве газопроводов // Нефтегазовое дело. 2015. Т. 13. № 1. С. 90-96.
6. Кантюков Р.А., Мешалкин В.П., Панарин В.М., Горюнкова А.А., Гимранов Р.К., Рыженков И.В., Кантюков Р.Р. Информационно-измерительная система территориально удаленных объектов в газотранспортном хозяйстве // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. № 3. С. 32-43.
7. Бутусов О.Б., Кантюков Р.Р., Попов Д.В. Анализ техногенной экологической катастрофы в районе газопровода с помощью спутниковых снимков // В книге: XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии Тезисы докладов в 5 томах. Уральское отделение Российской академии наук. 2016. С. 268.
8. Кантюков Р.А., Мешалкин В.П., Панарин В.М., Горюнкова А.А., Гимранов Р.К., Рыженков И.В., Кантюков Р.Р. Система мониторинга и обеспечения безопасности в тепловых уста-



- новках и на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях на природном газе // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2015. № 1. С. 307-325.
9. Кантюков Р. А., Гимранов Р. К., Рыженков И. В., Кантюков Р. Р., Мешалкин В. П., Панарин В. М., Горюнкова А. А. Автоматизированная система мониторинга состояния окружающей среды // Химическая промышленность сегодня. 2015. № 3. С 25-32.
10. Кантюков Р. Р. Информационная поддержка системы экоконтроллинга предприятий химического профиля // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М. В. Ломоносова. Москва, 2009.
11. Кантюков Р. Р. Информационная поддержка системы экоконтроллинга предприятий химического профиля (на примере ОАО «Нижнекамскнефтехим») // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М. В. Ломоносова. Москва, 2009.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДОНОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Апкин Р. Н.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

LIFE SECURITY AS REGARDS TO RADON THREAT

Apkin R. N.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы защиты населения от радиоактивного газа радон. Приводятся примеры изучения содержания радона в воздухе жилых помещений и в почве. Даются рекомендации по сохранению и упрочению безопасности населения в отношении радоновой опасности.

Annotation

This article is dealing with the problem of protecting population from radiation. The paper presents measurements data of radon presence in the air and soil. Recommendations are given, regarding the reinforcement of people's life security concerning radon threat.

Обеспечение радоновой безопасности – одна из важнейших проблем экологии. Исследованиями последних лет надежно установлено, что более 60% дозы ионизирующего излучения на человека в год приходит от естественных природных источников излучения; при этом более 50% облучения обусловлено радоном и продуктами его распада.

Радон – это инертный газ, не имеющий цвета и запаха. Образуюсь в недрах Земли, он высвобождается из земной коры повсеместно, попадая, таким образом, в среду обитания человека, и согласно ФЗ «О радиационной безопасности населения», при превышении значения в воздухе 200 Бк/м³ представляет угрозу для здоровья [1].

По данным Научного Комитета по действию атомной радиации ООН, примерно 20% общего количества заболеваний раком легких у населения вызвано вдыханием содержащего радон воздуха [2]. По данным Минздрава на 2016 г. каждый 43 житель Татарстана болен раком. Ежегодно в РТ фиксируется порядка 15 тыс. новых злокачественных заболеваний [3].

Несмотря на то, что радон считается одним из наиболее хорошо изученных радиоактивных веществ, актуальность этой темы обусловлена тем, что до сих пор среди населения отсутствуют необходимые знания о том, в какой степени опасен газ радон, как защитить себя от его воздействия.

Концентрация радона в различных точках Земли неодинакова и зависит от геологических, гидрогеологических, метеорологических и других условий территорий. Прямыми критериями потенциальной радоноопасности территорий являются аномально высокие концентрации радона в выходах минерализованных вод и радия в подземных водах нефтеносных бассейнов, участки с отстойниками нефтяных вод. К косвенным критериям радоноопасности относятся области современных землетрясений и зоны активных тектонических разломов земной коры. К потенциально опасным отнесены также районы преимущественного развития горных пород с повышенным или слабоповышенным содержанием урана и радия и уровнем накопления радона [1].

Радон тяжелее воздуха в 7,5 раз; в связи с этим он способен накапливаться в подвальных и цокольных помещениях, а также на нижних этажах строений, что становится серьезной угрозой для здоровья населения.



На территории Республики Татарстан студентами кафедры «Инженерная экология и рациональное природопользование» КГЭУ были проведены исследования по выявлению радоноопасных помещений. При проведении исследований выбирались помещения цокольных или первых этажей. Критерием оценки явилась объемная активность радона.

Для этих исследований, в рамках сотрудничества с немецкой фирмой SARAD GmbH, был использован персональный дозиметр радона DOSEman производства этой фирмы (рис. 1), а также радиометр-сигнализатор американского производства Safety Siren Pro Series-3 (рис. 2).



Рис. 1. Радиометр DOSEman



Рис. 2. Прибор Safety Siren Pro Series-3

Прибор DOSEman разработан как персональный дозиметр радона. При превышении уровня безопасной концентрации радона он оповещает звуковым сигналом. Прибор имеет встроенную память, в которую могут быть загружены результаты измерений.

С помощью этого прибора были обследованы помещения в разных районах Казани. При этом выбирались помещения цокольных или первых этажей. В качестве примера, в таблице 1 приведены несколько замеров [4].

По данным видно, что в точке №3 в двух случаях зафиксировано превышение. Точка №3 это квартира на первом этаже. Когда проводились первые два измерения, квартира долгое время не проветривалась ввиду отсутствия жильцов. Во время третьего измерения радона в квартире проживал квартирант, и квартира проветривалась. Этим объясняется низкое содержание радона, а также подтверждается необходимость проветривания жилых помещений с целью обеспечения безопасности жильцов.

Таблица 1. Исследование радона в воздухе жилых помещений

№	Дата	Значение объемной активности радона, Бк/м ³
1	22.12.2012 г.	18
2	24.12.2012 г.	61
3	27.12.2012 г.	634
	11.01.2013 г.	216
	23.01.2013 г.	35
4	29.01.2013 г.	137

Прибор Safety Siren Pro Series-3 предназначен для предупреждения пользователей о превышении уровня безопасной концентрации радона в контролируемом помещении. На цифровом светодиодном дисплее отражается уровень газа в единицах измерения pCi/L. Данная

единица измерения объемной активности радона принята в США. Диапазон отображения измеренных данных составляет от 0,0 до 999,9 pCi/L.

Безопасный уровень радона для жилых помещений, принятый в США, составляет 4 pCi/L, что в единицах измерения Бк/м³ равно 148. При превышении безопасного уровня прибор предупреждает пользователя звуковым сигналом.

В январе 2018 года в одном из поселков Бугульминского района Республики Татарстан прибором Safety Siren Pro Series-3 были проведены замеры с целью выявления уровня радона в жилых помещениях. Данные замеров этим прибором приведены в таблице 2.

По полученным данным видно, что значения радона в помещениях на первом этаже существенно отличаются от значения радона, полученного на втором этаже здания. Концентрация радона на втором этаже примерно в 1,5-2 раза ниже значений полученных на первом этаже. Вместе с тем можно утверждать, что во всех помещениях концентрация радона не превышает нормативное значение.

Таблица 2. Данные замеров прибором Safety Siren Pro Series-3

№	Место замера	pCi/L	Бк/м ³
1	I этаж. Кухня	3,9	144
2	I этаж. Жилая комната	3,4	126
3	I этаж. Жилая комната (около ПК)	5,2	192
4	II этаж. Жилая комната	2,6	96

Существуют также приборы отечественного производства, которые являются аналогами приборов DOSEman и Safety Siren Pro Series-3.

Индикатор радона RADEX MR 107 (рис. 3.) предназначен для определения уровня радона в воздухе жилых и общественных помещений. Он небольших размеров (155×80×58 мм), удобен в использовании, предназначен для бытовых и профессиональных потребителей, обладает следующими возможностями: измерение радона в воздухе, температуры и относительной влажности воздуха; настраиваемая звуковая сигнализация при достижении опасных уровней радона; сохранение результатов измерения в памяти; передача результатов измерений на компьютер и управление режимами измерений.



Рис. 3. Индикатор радона RADEX MR 107

Индикатор радона SIRAD MR-106 (рис. 4) предназначен для определения уровня радона в воздухе жилых и рабочих помещений. Изделие выполнено в виде портативного переносного прибора (габариты 180×100×47 мм) с автономным и внешним питанием. Прибор способен запоминать большое количество значений объёмной активности радона с указанием времени и даты измеренного значения, что необходимо для постоянного мониторинга радона в по-



мещениях, сигнализировать о превышении допустимых норм содержания радона в воздухе помещений, а также передавать полученные данные на персональный компьютер.



Рис. 4. Индикатор радона SIRAD MR-106

По нашему мнению, необходимо иметь в каждом доме подобные приборы-сигнализаторы и выявлять опасную ситуацию, а также противодействовать этому опасному фактору, придерживаясь следующих правил [5]:

1. Тщательно выбирать площадку под строительство жилого дома, с минимальной концентрацией радона в земном грунте;
2. В малоэтажных зданиях желательно устраивать подвальные помещения;
3. Жилые комнаты лучше располагать в верхних этажах строений;
4. Не использовать для возведения дома опасные строительные материалы (керамзит, пемза, гранит, фосфогипс, глинозем, шлакобетон); предпочтение следует отдавать дереву, а также материалам, прошедшим радоновый радиационный контроль;
5. Уделить достаточное внимание герметизации междуэтажных перекрытий, пола и напольного покрытия;
6. Для заделки щелей, пор и трещин стены и потолок нужно обработать мастиками, герметиками, затем красками на основе эпоксидной смолы и другим облицовочным материалом;
7. Не находиться долгое время в непрветриваемых помещениях дома, в подвале или погребе;
8. Организовать регулярное естественное проветривание жилых комнат и подвальных помещений;
9. Обустроить эффективную принудительную вентиляцию дома или квартиры;
10. Не стремиться устроить чрезмерную герметизацию окон и дверей в помещениях, чтобы дать возможность естественному обороту воздуха;
11. Воду из глубоководных источников следует кипятить, а не пить сырую;
12. Использовать для очистки воды угольные фильтры, позволяющие задерживать радон на 90 процентов;
13. По возможности исключать вдыхание влажного воздуха, сокращать время пребывания в душевой комнате, устраивать вентиляцию и обязательное проветривание перед использованием душа другими членами семьи;
14. Над газовой плитой необходимо обустроить вытяжную систему вентиляции.

Кроме этого, необходимо проводить систематический мониторинг концентрации радона в различных помещениях дома с целью выявления опасных мест. Оценивать эффективность противодействующих мероприятий, проведенных в домах, где проживают люди, можно, имея под руками индивидуальный прибор.

На сегодняшний день радон считается один из самых опасных среди радиоактивных элементов; однако ситуация трагична только в том случае, если население не заботится о своей безопасности. К счастью для человечества, радоновое излучение – единственное из природных излучений, воздействие которого можно регулировать. Для этого достаточно провести радиационное обследование помещений и принять меры к снижению концентрации радона.

Литература

1. Бекман И. Н. Эксхалация радона. Лекция 2 // Радон: враг, врач и помощник. Курс лекций [Электронный ресурс] 27.01.2018 Режим доступа <http://www.profbekman.narod.ru>.
2. Бондаренко В. М., Демин Н. В. Оценка радоновой, аэрационной и электромагнитной опасности городских территорий // Сборник статей по программе «Научные исследования по экологии и рациональному природопользованию» – СПб: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2011. – С. 53-54.
3. Здоровье и среда. Информационное агентство Татар-Информ. [Электронный ресурс] 27.01.2018 Режим доступа. <http://www.tatar-inform.ru/news/2016/02/02/489940/>.
4. Апкин Р. Н., Кашипова Н. А. Исследования объемной активности радона в жилых помещениях // Научный журнал «Вестник магистратуры», № 3, 2013. – С. 7-8.
5. Как уменьшить опасность воздействия радона. [Электронный ресурс] 29.01.2018 Режим доступа. https://mydozimetr.ru/articles/kak_obnaruzhit_radon.



**КРУГЛЫЙ СТОЛ
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ
НА РЫНКЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ»**

**ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ТЕПЛОСЕТЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
И ИНЫХ СОБСТВЕННИКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ,
НАЧИСЛЕНИИ ПОТЕРЬ**

Лапин К. В.,

АО «Татэнерго», г. Казань

**THE RELATIONS BETWEEN HEAT SUPPLIERS, HEAT NETWORK ORGANIZATIONS AND OTHER
OWNERS OF HEATING NETWORKS, THE CONSUMPTION OF HEAT ENERGY, THE CALCULATION
OF LOSSES**

Lapin K. V.,

JSC «Tatenergo», Kazan

Аннотация

Цель работы снизить количество неквалифицированных теплосетевых организаций (неэффективных с точки зрения финансово-хозяйственной деятельности или не обеспечивающих надлежащий уровень надежности и качества оказания услуг по передаче тепловой энергии, теплоносителя).

Данная публикация актуальна в сфере теплоснабжения и раскрывает проблемные вопросы отсутствия надлежащего обслуживания сетей, снижение уровня надежности и качества передачи тепловой энергии потребителям, а также предложены пути решения проблемных вопросов.

Annotation

The purpose of the work is to reduce the number of unqualified heating network organizations (inefficient in terms of financial and economic activities-news or not providing an adequate level of reliability and quality of services for the transfer of thermal energy, coolant).

This publication is relevant in the field of heat supply and reveals the problematic issues of the lack of proper maintenance of networks, reducing the level of reliability and quality of heat transfer to consumers, as well as proposed solutions to problematic issues.

Введение

Договор оказания услуг по передаче тепловой энергии относится к одному из видов договоров по оказанию услуг в сфере теплоснабжения и позволяет урегулировать отношения теплоснабжающей организации и потребителей, которые не имеют прямого подключения к тепловым сетям данной организации.

Отношения по договору оказания услуг по передаче тепловой энергии регулируются законодательными актами федерального уровня.

Из смысла закона следует, что для приобретения статуса теплосетевой организации (далее – ТСО) необходимо владение на законном основании тепловыми сетями, с помощью которых обеспечивается оказание услуг по передаче энергии.

Учитывая монопольное положение теплосетевой организации, в целях защиты интересов потребителей для ТСО заключение договора, опосредующего отношения по передаче энергии, признано обязательным (ст. 17 Федерального закона от 27 июля 2010 г. N 190-ФЗ «О теплоснабжении»), и, как следствие, государственному регулированию подлежат тарифы на услуги по передаче энергии.

На сегодняшний день наметилась тенденция образования смежных ТСО на базе вновь построенных тепловых сетей, находящихся в собственности у частного бизнеса.



Образованные бизнесом смежные ТСО, используя возможности, предусмотренные действующим законодательством, включают объем необходимой валовой выручки в составляющую тарифа на тепловую энергию с последующим обращением в адрес единой теплоснабжающей организации за заключением договора на оказание услуг по передаче тепловой энергии.

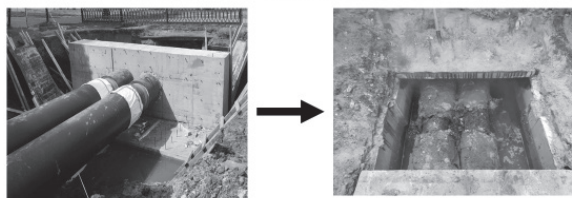
Смежные ТСО в основном образуются на тепловых сетях, ведущих к многоквартирным жилым домам (далее – МКД).

Застройщики МКД ранее несли затраты на строительство тепловых сетей к указанным домам на основании выданных технических условий на подключение, однако указанные затраты были включены в стоимость 1 м² площади возводимых МКД застройщиками и возвращены через реализацию квартир и нежилых помещений.

Между тем застройщики (и аффилированные структуры) сдают в аренду тепловые сети смежным ТСО и возвращают денежные средства повторно через тариф на тепловую энергию для потребителей (в том числе через амортизацию). Основной целью создания смежных теплосетевых компаний, как и других частных компаний, является получение прибыли.

ТСО полностью функционируют за счет тарифов, которые в итоге оплачиваются конечными потребителями в социально значимой услуге «отопление». Гарантированные источники финансирования способствуют формированию множества мелких, формальных теплосетевых организаций, не имеющих на своем балансе специализированного оборудования для оперативной ликвидации возможных аварийных ситуаций в тепловых сетях.

**Ненадлежащее обслуживание сетей
снижение надежности и качества
передачи тепловой энергии**



В погоне за прибылью компании экономят на всем, в том числе на обслуживании и ремонте основных средств, что приводит их к быстрому износу.

 ТАТЭНЕРГО

13

Рис. 1. Последствия образования неквалифицированных ТСО

Действующее тарифное законодательство в сфере теплоснабжения в обязательном порядке предусматривает включение в тариф амортизацию стоимости имущества. Минимальные вложения в ремонт сетей примерно в первые 10 лет эксплуатации и определяют существование таких компаний. По истечении указанного срока потребуются существенные средства для проведения ремонта/замены сетей, которых может не быть у таких компаний, что скорее всего станет причиной их банкротства и перекладыванием груза ответственности за теплоснабжение потребителей от таких сетей на единую теплоснабжающую организацию.

Проблемы, возникающие от образования смежных ТСО:

1. Отсутствие в действующем законодательстве четких критериев для признания владельца тепловых сетей смежной ТСО;
2. Отсутствие надлежащего обслуживания сетей, снижение уровня надежности и качества передачи тепловой энергии (Рис. 1);
3. Отсутствие у ЕТО источников финансирования оплаты услуг по передаче тепловой энергии в связи с предельным уровнем роста тарифа (вымывание НВВ ЕТО).

Решение вышеизложенных проблем заключается в закреплении на уровне законодательства РФ требований (критериев) для соответствия владельца тепловых сетей статусу теплосетевой организации по аналогии с законодательством об электроэнергетике:

1. Владение на праве собственности и (или) на ином законном основании тепловыми сетями, суммарная неразрывная протяженность которых составляет не менее 15 километров в двухтрубном исчислении.
2. Наличие и функционирование эксплуатационной, диспетчерской и аварийной служб, оснащенность и численность персонала которых определяется действующим законодательством.
3. Доля собственного годового потребления в присоединенной к тепловым сетям нагрузке не должна превышать 20 процентов от общего полезного отпуска от тепловых сетей.
4. Наличие выделенного абонентского номера для обращений потребителей.
5. Наличие официального сайта в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», с обязательным отображением информации об организации и контактных данных (адрес, телефон, факс, электронная почта).

Критерии, определенные в пункте 1, не распространяются на тепловые сети, посредством которых обеспечивается передача тепловой энергии и/или горячей воды всему населенному пункту или большей его части объектов теплоснабжения (более 50 процентов).

Принятие законопроекта позволит Правительству Российской Федерации устанавливать соответствующие критерии, тем самым снизить количество неквалифицированных теплосетевых организаций (неэффективных с точки зрения финансово-хозяйственной деятельности или не обеспечивающих надлежащий уровень надежности и качества оказания услуг по передаче тепловой энергии, теплоносителя).

Выводы

Для решения проблем, возникающих от образования смежных ТСО предлагается:

1. Внести в Федеральный закон от 27 июля 2010 года №190-ФЗ «О теплоснабжении» условия необходимости владельцам сетей соответствовать критериям для создания теплосетевой организации.
2. Постановлением Правительства РФ установить критерии отнесения владельцев сетей к теплосетевым организациям.

Данная законодательная инициатива 13.02.2018 г. внесена на рассмотрение Государственной Думы Российской Федерации депутатом Государственной Думы от Республики Татарстан А.Г. Сидякиным и поддержана ФАС России.



**ПЕРЕХОД НА ПРЯМЫЕ ДОГОВОРЫ:
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ**

*Запольская И. Н.,
АО «Татэнерго», г. Казань*

**TRANSITION TO DIRECT AGREEMENTS:
POSITIVE AND NEGATIVE EFFECTS, WAYS OF SOLUTION**

*Zapolskaia I. N.,
JSC «Tatenergo», Kazan*

Аннотация

Более 4 лет идет обсуждение и формирование законопроекта по переходу на прямые договорные отношения между ресурсоснабжающими организациями и собственниками многоквартирных домов (далее МКД). Отношения к данному законопроекту разнятся: кто-то категорически «против», кто-то – «за», остальные выступают за обдуманный подход в каждом конкретном случае. Однако, переход на прямые договоры неизбежен, поэтому главной целью данной работы является рассмотрение наиболее оптимальных и безопасных решений для дальнейшей организации расчетов с населением.

Annotation

For more than 4 years there has been a discussion and the formation of a draft law on the transition to direct contractual relations between resource-supplying organizations and owners of apartment buildings. Relations to this bill vary: someone is categorically «against», someone – «for», the others are for a deliberate approach in each case. However, the transition to direct contracts is inevitable, so the main goal of this work is to consider the most optimal and safe solutions for the further organization of calculations with the population.

Введение

В некоторых регионах без перехода на прямые договоры невозможно улучшить платежную дисциплину, обеспечить правильность начислений за поставленные ресурсы населению, исключить финансовые махинации со стороны управляющих компаний. В других регионах с отлаженной системой взаимодействия между ресурсоснабжающими организациями (далее РСО), управляющими компаниями и населением МКД, где осуществляется грамотный контроль со стороны местных властей, переход на прямые договоры приведет только к увеличению расходов и снижению платежной дисциплины.

Формулировка законопроекта на протяжении последних нескольких лет менялась кардинальным образом.

- внедрение прямых договорных отношений между РСО и населением посредством агентского участия управляющих компаний – 2014-2015 гг.;
- переход на прямые договоры с полным исключением из схемы исполнителей коммунальных услуг – 2016 г.;
- переход на прямые договоры между РСО и населением путем формирования единого платежного документа посредством единых расчетных центров в обязательном порядке – 2016 г.;
- компромиссное решение между всеми участниками рынка – переход на прямые договоры в случае принятия решения общим собранием собственников МКД при согласии РСО – 2017 г.;

- снятие вето РСО при переходе на прямые договоры и переход на прямые договоры в случае принятия решения общим собранием собственников МКД – конец 2017 г.

Таким образом, в конечном счете ожидается полный переход на прямые договорные отношения между РСО и собственниками МКД. Безусловно, для кого-то это угрозы, для кого-то возможности.

Преимущества и недостатки перехода на прямые договорные отношения

К основным положительным аспектам перехода на прямые договоры относят:

1. Исключение из цепочки недобросовестных участников рынка. Ожидание повышения платежной дисциплины.

В некоторых регионах переход на прямые договоры является наилучшим выходом из сложившейся ситуации. Но как показывает опыт, позиция РСО зачастую не совпадает с мнением собственника МКД. Многие управляющие компании недобросовестно выполняют свои обязательства перед РСО, однако для жителей они являются образцовыми организациями, которые идеально управляют домом (содержание подъезда, двора и пр.) В связи с этим, собственники долгое время не будут принимать решение о переходе на прямые договоры, либо будут оказывать существенное сопротивление. Такой печальный опыт уже имеется с УЖК «Ключевое» и УК «Авангард» в г. Набережные Челны. Попытка перейти на прямые договоры в данном случае не принесла необходимого результата и только перевод домов в муниципальные управляющие компании позволил выправить ситуацию.

2. Организация правильного и прозрачного начисления за поставленные коммунальные ресурсы.

Весомый аргумент, однако не решающий вопрос с недоначислениями. Сверхнормативные расходы на содержание общедомового имущества, нормативы на подогрев и пр. – все это останется в договорах ресурсоснабжения с управляющими компаниями, которые в конечном счете вынуждены будут обанкротиться в связи с отсутствием источника финансирования.

3. Более клиентоориентированная политика, направленная на собственника и его интересы (личный кабинет, акции, скидки, включение в тариф расходов по сомнительной задолженности в тариф РСО и пр.).

Работа по прямым договорам на передачу электрической энергии уже давно организована, выстроена и успешно осуществляется. Несомненно, это будет работать и у других РСО со временем. Тем не менее, на мой взгляд, это наиболее оптимально выстроить работу с населением МКД (цена – качество) возможно только за счет эффекта масштаба посредством объединения в целом по всем коммунальным услугам и ресурсам. Только в этом случае применяется комплексный подход к решению проблем, достигается существенная экономия. Положительный опыт имеется у г. Нижнекамск – через ранее действующий единый расчетный центр была организована работа с собственниками МКД в части выставления квитанций, расширенных пунктов приема платежей, а также работа с неплательщиками, в том числе централизованное взыскание задолженности, взаимодействие с судебными приставами, использование современных способов повышения уровня взыскания задолженности и пр.

Рассмотрим существенные недостатки при переходе на прямые договоры.

1. Децентрализация процесса работы с населением.

Все участники рынка хотят одного и того же, однако каждый действует в своих интересах. В регионах, где отлажена система взаимоотношений это приведет к дестабилизации ситуации.

2. Рост затрат.



Все мероприятия, в том числе сбытовые, должны быть оплачены в конечном счете населением. А при условии недопущения роста предельного индекса платы граждан, данные расходы могут быть скомпенсированы недофинансированием текущих ремонтных работ РСО. Кроме того, в настоящее время законодательно невозможно включить данные расходы в тариф тепло- и водоснабжающим организациям

3. Снижение уровня платежной дисциплины.

По ряду регионов, ввиду неготовности судебных и взыскательных органов к увеличивающемуся в разы числу исков, уровень платежной дисциплины существенно снизится.

4. Некорректность начислений.

Начисления будут формироваться некорректно на первоначальном этапе при передаче информации исполнителями коммунальных услуг РСО, ввиду неотрегулированности в законопроекте порядка предоставления необходимой информации и способах ее передачи для проведения соответствующих начислений. Это либо вынудит прибегнуть к услугам местных ЕРЦ, либо к услугам ИКУ, которые будут пользоваться существующим положением РСО.

Выводы

В целях снижения рисков при принятии законопроекта по переходу на новые договорные отношения между РСО и собственниками МКД необходимо предусмотреть следующее:

1. Внести правки в Приказ ФСТ России от 13 июня 2013 г. N 760-э «Об утверждении методических указаний по расчету регулируемых цен (тарифов) в сфере теплоснабжения» в части включения в тариф расходов на обслуживание прямых договоров (судебные расходы, расходы на снятие показаний ПУ, содержание информационных систем, изготовление и рассылку платежных документов и пр.)
2. Исключить из Постановления Правительства РФ от 30.04.2014 г. №400 ограничения по предельному индексу роста платы граждан при переходе на прямые договоры.
3. Дополнить Жилищный кодекс РФ подзаконными актами, уточняющими способы и перечень информации, необходимой к передаче РСО, для проведения начислений за потребленные ресурсы
4. Организовать электронный документооборот при взыскании задолженности в судебном порядке и ведении исполнительного производства.

Литература

1. Федеральный закон от 03.04.2018 N 59-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс]; // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_294732/#dst100003.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ В ЧАСТИ СБОРА ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ
УЧЕТА И ВЫЯВЛЕНИЯ НЕКОРРЕКТНОЙ РАБОТЫ ПРИБОРОВ УЧЕТА ПОСРЕДСТВОМ
АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ**

*Козлов А.А., Зинурова Д.Р.,
АО «Татэнерго», г. Казань*

**IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF WORK IN THE PART OF GIVEN THE INDICATIONS OF THE
INSTRUMENTS OF ACCOUNTING AND THE IDENTIFICATION OF THE INCORRECT WORK OF
THE ACCOUNTING DEVICES BY MEANS OF AUTOMATION OF PROCESSES**

*Kozlov A.A., Zinurova D.R.,
JSC «Tatenergo», Kazan*

Аннотация

В статье описаны результаты реализации АО «Татэнерго» пилотного проекта по разработке и внедрению программного обеспечения «Система сбора данных с приборов учета потребителей тепловой энергии» на базе филиала АО «Татэнерго» Казанские тепловые сети, направленного на повышение эффективности работы в части сбора показаний приборов учета и выявления некорректной работы приборов учета посредством автоматизации процессов.

Annotation

The article describes the results of the implementation of JSC «Tatenergo» pilot project for the development and implementation of software «Data collection system from heat meters» based on the branch of JSC «Tatenergo» Kazan heat networks aimed at increasing the efficiency of the collection of readings devices of the account and revealing of incorrect work of devices of the account by automation of processes.

Введение

АО «Татэнерго» осуществляет снабжение потребителей тепловой энергией в четырех городах Республики Татарстан (Казань, Набережные Челны, Нижнекамск и Заинск). Абонентами компании являются крупнейшие промышленные, коммерческие предприятия, организации бюджетной сферы и жилищно-коммунального хозяйства. Основную долю потребителей составляют жилищные организации (65 %).

В начале 2016 года в нашей компании имелась проблема не предоставления исполнителями коммунальных услуг показаний приборов учета (ПУ) тепловой энергии. Показания ПУ предоставлялись исполнителями коммунальных услуг в ресурсоснабжающую организацию (РСО) только на бумажном носителе. При превышении фактического потребления жилых домов над нормативными значениями крупные управляющие компании не были заинтересованы в предоставлении показаний ПУ.

По состоянию на 01.01.2016 оснащенность общедомовыми ПУ многоквартирных жилых домов (МКД) г. Казани составляла – 88,2 %, в том числе по крупным управляющим компаниям (УК) – 86,6 %, по ТСЖ, ЖСК – 93,7 % (рис. 1).

На коммерческом учете ПУ – 84,5 %, в том числе по крупным УК – 82,5 %, по ТСЖ, ЖСК – 91,5 %.

Предоставление показаний ПУ в РСО на уровне – 84,5 %, в том числе по крупным УК – 78,5 %, по ТСЖ, ЖСК – 91,0 %.

На начало 2016 года около 70 % МКД были оснащены устройствами передачи данных с ПУ. Показания ПУ собиралась на серверах управляющих компаний и организаций, обслуживающих ПУ.



На начало 2018 года предоставление показаний ПУ в РСО составляет – 97,2 %, в том числе по крупным УК – 97,0 %, по ТСЖ, ЖСК – 98,1 %.

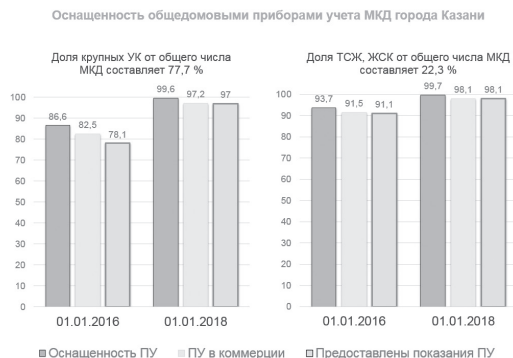


Рис. 1. Оснащенность общедомовыми приборами учета многоквартирных жилых домов г. Казани на 01.01.2016 г. и 01.01.2018 г.

Рассмотрим результаты реализации пилотного проекта по разработке и внедрению программного обеспечения «Система сбора данных с приборов учета потребителей тепловой энергии» (Система) на базе филиала АО «Татэнерго» Казанские тепловые сети.

Целью проекта была разработка универсального решения, имеющего высокую степень готовности к внедрению в различных РСО, исключая ручные операции при обработке данных и занесения их в биллинговую систему (АСУСЭ). Этим решением стала система сбора данных ПУ, представляющая собой веб-серверное приложение и взаимодействующая как с системами диспетчеризации и приборами учета напрямую, так и с биллинговой системой.

В общем случае схема учета потребленной тепловой энергии (рис. 2) состоит из ПУ, расположенных на различных объектах, например, жилых домах, коммерческих и муниципальных предприятиях, представляющих собой сложные измерительные комплексы и различных систем сбора и диспетчеризации. С помощью которых потребитель может узнать количество потребленной им тепловой энергии за отчетный период, передать эти значения в РСО, которая, используя эти данные в биллинговой системе, сформирует ему готовые счета для оплаты.

Это была бы довольно простая схема, если бы не одно исключение: как показывает опыт, ПУ не всегда в состоянии обеспечить непрерывную работу. В то же время, в случае «не работы» ПУ нельзя ограничивать потребителя в отоплении или горячем водоснабжении. В результате может сложиться ситуация, когда потребитель пользуется тепловой энергией, которая никак не учитывается прибором.

В этом случае у РСО есть два подхода для расчета количества тепловой энергии, которая была потреблена в то время, пока прибор не работал:

1. Первый способ – рассчитать по нормативу. Он используется тогда, когда прибор не работал более половины времени отчетного периода. В этом случае все просто, весь отчетный период рассчитывается по нормативу.

2. Второй способ – осуществить досчет – используется, если прибор все-таки отработал более 15 суток в течение отчетного периода и выполняется на основании существующей методики выполнения досчетов, правила которой определены Приказом Минстроя России от 17.03.2014 N 99/пр «Об утверждении Методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя». Согласно этой методике при расчете необходимо учитывать

различные параметры, такие как: данные предыдущих периодов, изменение температуры наружного воздуха, сроки внесения акта допуска прибора учета, усредненных значений и т. д.

В результате выполнение досчетов в ручном режиме становится в ряде случаев затруднительной работой и требует высокой квалификации персонала. Кроме того, большое значение приобретает «человеческий фактор» – возможность непреднамеренных ошибок или даже преднамеренного искажения результатов.



Рис. 2. Схема учета потребленной тепловой энергии

Процесс выставления счетов за тепловую энергию потребителям включает в себя следующие операции (рис. 3):

1. Данные о теплопотреблении в большинстве случаев автоматически собираются с ПУ системами диспетчеризации.
2. Потребитель формирует ведомость потребления.
3. Ведомость потребления передается в РСО.
4. Сотрудники РСО обрабатывают ведомости и выполняют необходимые досчеты вручную.
5. После обработки всех ведомостей результаты передаются в отдел расчетов с потребителями.
6. Сотрудники отдела по расчету с потребителями вручную переносят данные в биллинговую систему (АСУСЭ).

Часть этапов в данном процессе автоматизированы, однако на одном из ключевых этапов существует много ручных операций. Учитывая большой объем обрабатываемых данных и ограниченное время, отведенное на формирование счетов и передачу данных в единый расчетный центр (ЕРЦ), невозможно исключить возникновения ошибок.

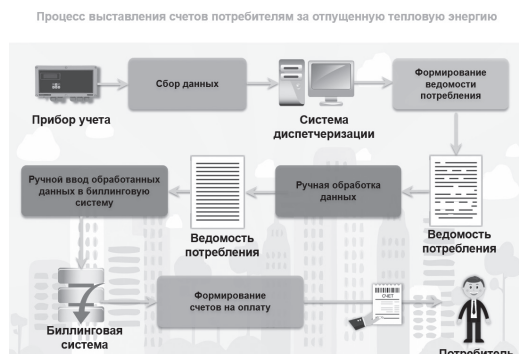


Рис. 3. Процесс выставления счетов потребителям за отпущенную тепловую энергию



После внедрения Системы процесс обработки данных происходит по следующему сценарию (рис. 4):

1. Данные о теплопотреблении с ПУ собираются автоматизированными системами диспетчеризации.
2. Данные автоматически загружаются в базу данных Системы.
3. В отчетный период система автоматически формируются ведомости потребления, выполняя все необходимые досчеты.
4. Сотрудники РСО проверяют готовые итоговые результаты и принимают их для расчета с потребителями.
5. В случае отсутствия ошибок, загружают данные в биллинговую систему для формирования счетов.

В результате внедрения Системы, по предварительным оценкам, время обработки данных сократилось примерно на 25%.

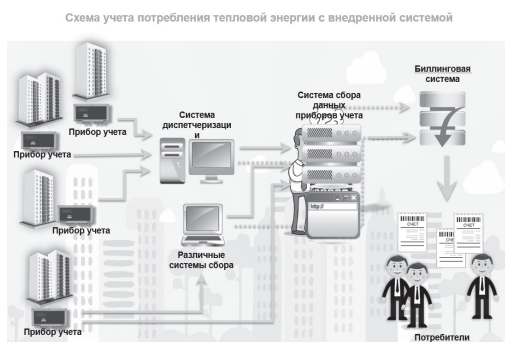


Рис. 4. Схема учета потребленной тепловой энергией с внедренной Системой

Выводы

Для оценки экономического эффекта, достигнутого в результате внедрения системы на базе филиала АО «Татэнерго» Казанские тепловые сети, был проведен анализ реальных данных по учету количества тепловой энергии за январь-февраль 2018 года. Из которых видно, что разница между реальными данными приборов учета и данными полученными в результате досчетов системой составила 0,82% и составляет 11 103 Гкал.

С учетом стоимости тепловой энергии, утвержденной комитетом по тарифам Республики Татарстан в период 1 полугодия 2018 года в 1 603,00 руб./Гкал, выполнение досчетов в ССДПУ за январь-февраль 2018 года обеспечило дополнительные начисления потребителям на сумму 17,8 млн. рублей.

В настоящее время проводится работа по внедрению Системы в других городах присутствия АО «Татэнерго».

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКИ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

*Цветкович Д. М., Васев А. В., Бальзамов Д. С.,
ООО Инженерный Центр «Энергопрогресс», г. Казань*

**APPLICATION OF MODERN METHODS OF INTRA-TUBE DIAGNOSTICS AT THERMAL NETWORK
ENTERPRISES**

*Tsvetkovich D. M., Vasev A. V., Balzamor D. S.,
Engineering Center «Energoprogress», Kazan*

Аннотация

Своевременное обнаружение дефектов трубопроводов тепловых сетей и точное прогнозирование остаточного ресурса является актуальной задачей для предприятий энергетической отрасли.

Annotation

Timely detection of defects in pipelines of heating networks and accurate forecasting of the remaining resource is an urgent task for energy companies.

Анализ причин аварий в тепловых сетях показывает, что из всей совокупности факторов, ведущих к нарушению герметичности линейной части этих сооружений, главную роль играют дефекты различного происхождения, ведущие к потере теплоносителя и снижению надежности теплоснабжения потребителей. Образование дефектов возможно на всех этапах жизненного цикла трубопровода: при производстве труб, при проведении строительно-монтажных работ, в процессе эксплуатации.

Для обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов необходимо реализовывать комплекс мер по совершенствованию технического обслуживания и ремонта трубопроводов, основанных на проведении систематического контроля трубопроводной системы неразрушающими методами.

До середины 90-х годов XX столетия главным методом оценки состояния трубопровода были предпусковые гидравлические испытания повышенным давлением. Однако такие испытания были не в состоянии выявить все дефекты, возникающие при эксплуатации трубопроводов. Параметры отдельных дефектов оказывались не столь значительными, чтобы явиться причиной разрушений в процессе гидроиспытаний, но достаточными для того, чтобы эти дефекты развивались под действием эксплуатационных факторов и служили причиной аварийных ситуаций в пределах нормативного срока службы трубопровода.

Концепция энергетической политики России в новых экономических условиях предполагает развитие и внедрение новых методов диагностики.

Трубопровод является труднодоступным подземным сооружением большой протяженности, поэтому в целях снижения затрат необходимо проводить диагностическое обследование и оценку опасности дефектов без вскрытия протяженных участков трубопровода. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка современных методов и средств неразрушающей диагностики состояния тепловодов, в частности, внутритрубной диагностики. Полученная в ходе диагностики информация позволяет достоверно оценивать техническое состояние трубопроводов, определять безопасные технологические режимы, устанавливать необходимость и очередность вывода участков трубопроводов в ремонт. Кроме того, наличие подобной информации позволяет прогнозировать остаточный ресурс трубопроводов и достоверно планировать сроки капитального ремонта [2].



Техническая диагностика становится своеобразным индикатором и гарантом качества и надежности трубопроводной системы России, поэтому ее применение является актуальным.

На сегодняшний день существуют достаточно разнообразные методы внутритрубной диагностики, остановимся подробнее на тех, которые уже успешно применяются на ведущих предприятиях тепловых сетей России.

В ПАО «МОЭК» активно применяется внутритрубная диагностика, основанная на методе акустического резонанса (компания «Юником ЗСК»). Внутритрубный инспекционный прибор (ВТИП) представлен на рис. 1.



Рис. 1 ВТИП методом акустического резонанса

Основные преимущества данного метода – это высокая скорость диагностирования, позволяет составить карту остаточных толщин трубопровода по всей длине обследуемого участка с разверткой на 360 градусов.

Ограничения – максимальная протяженность сканирования в одном направлении 750 м в одном направлении, обследуемый диаметр труб 300-600 мм, точность измерения $\pm 0,25$ мм, трубопровод должен быть заполнен водой температурой не более 40°C.

В ОАО «Теплосеть Санкт-Петербурга» нашла широкое применение внутритрубная диагностика магнитным методом переменного намагничивания (ММК) (компания «Газпроект ДКР») [1]. Внутритрубный диагностический комплекс (ВТДК) представлен на рис. 2.

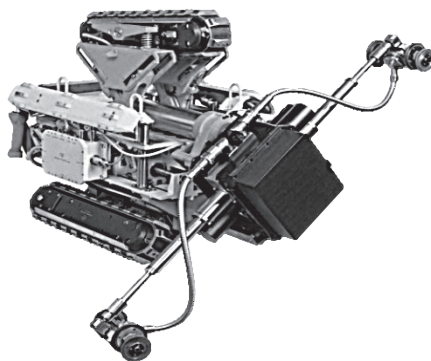


Рис. 2. ВТДК методом переменного намагничивания

Основным преимуществом ВТДК является совмещение метода ММК и ультразвукового метода.

Ограничения – максимальная протяженность сканирования в одном направлении 550 м в одном направлении, обследуемый диаметр труб 600-1200 мм, точность измерения ± 1 мм, трубопровод должен быть опорожнен, температура воздуха в трубе должна быть не более 40°C.

В таблице 1 представлено сравнение двух методов внутритрубной диагностики.

Таблица 1. Сравнительный анализ методов внутритрубной диагностики

Показатель	Производитель	
	ТДК ЗАО «Газпроект ДКР»	ЗАО «Юникон ЗСК»
Метод	магнитный метод контроля с переменным намагничиванием основного металла трубопроводов	технология акустического резонанса (ультразвуковой метод)
Скорость сканирования, м/ч	Визуальное обследование – 90 м/ч Магнитный метод – до 20 м/ч	288 м/ч
Вес, кг	90 кг	60 кг
Рабочая температура окружающей среды, °С	-5÷+40	-5÷+40
Погрешность измерения геометрических размеров, мм	±1 мм	±0,25 мм
Максимальная протяженность сканирования в одном направлении, м	550 м	750 м
Диаметр трубопровода, мм	700-1400 мм	300-600 мм
Возможность прохождения поворотов	наклонные и вертикальные участки, отводы, повороты в равнопроходных тройниках.	только прямые участки
Минимальный размер определяемого дефекта, мм	8 мм	5 мм
Основные заказчики	ОАО «Теплосеть Санкт-Петербурга», ПАО «МОЭК», ОАО «Газпром»	ПАО «МОЭК», АО «Мосводоканал», ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», Алесунд, Норвегия и др.
Перспективы	Разработка транспортного модуля для трубопроводов диаметром 200÷400 мм	Разработка внутритрубного диагностического комплекса для трубопроводов Ø 1000 мм
Особенность диагностики	Полное опорожнение диагностируемого трубопровода	Трубопровод заполняется холодной водой
Срок анализа данных и подготовки отчета, дней	15 дней	до 20 дней

Стоит также отметить, что ВТДК методом переменного намагничивания в октябре 2016 включён в Госреестр средств измерений РФ.

Применение внутритрубной диагностики особо актуально для трубопроводов, проложенных в местности с плотной застройкой, под магистральными трассами и т.п.

Большая протяженность трубопроводов АО «Татэнерго» и разнообразие применяемых диаметров труб говорит об актуальности применения новых методов диагностики.

Несмотря на то, что все перечисленные приборы для внутритрубной диагностики обладают уникальным функционалом, их применение на практике, в частности в тепловых сетях,



является достаточно редким явлением и носит локальный характер. Внутритрубные диагностические приборы широко используются в тепловых сетях Санкт-Петербурга и Москвы. Основными сдерживающими факторами распространения данных методов диагностирования является стоимость и экономическое обоснование их применения.

Предлагается использовать ВТД в комплексе с экспертизой промышленной безопасности тепловых сетей. Этапность выполнения работ представлена на рис. 3.



Рис. 3 Этапность выполнения работ

В качестве примера для технико-экономического обоснования ВТД рассмотрен тепловод диаметром 1000 мм в сравнении с его реконструкцией, которая составляет 17,3 млн. руб. (из анализа тендерных площадок).

В табл. 2 представлены расценки ВТД и ЭПБ для разных диаметров трубопроводов.

Таблица 2. Стоимостные показатели ВТД и ЭПБ

Диаметр трубопровода Ду, мм	500	600	700	800	900	1000	1200
Стоимость ВТД за 1 п. м (без НДС), руб.	4200	4600	5100	5700	6300	6900	7900
Стоимость ЭПБ за 1 п. м (без НДС), руб.	500	715	930	1150	1360	1600	2000

По результатам ВТД после 20-30 лет эксплуатации трубопровода, замене подлежит 15% от протяженности трубопроводов.

Таким образом, из 100 м сети замене подлежит 15 м на сумму 26 млн. руб.

Затраты на ВТД 100 м – 6,9 млн. руб.

Затраты на ЭПБ 100 м – 0,16 млн. руб.

Суммарные затраты (капитальные затраты + внутритрубная диагностика + экспертиза промышленной безопасности) – $2,6 + 6,9 + 0,16 = 9,66$ млн. руб.

Экономия – $17,3 - 9,66 = 7,64$ млн. руб.

Известно, что уровень надежности находится в прямой зависимости от технического состояния системы трубопроводов, а техническое состояние от объема затрачиваемых на диагностику и ремонт денежных средств. Результаты внутритрубной диагностики могут служить базой:

- для принятия управленческих решений по восстановлению или замене трубопровода, на основе информации о фактической толщине стенки металла;
- для оптимального планирования ремонтных работ;
- для проведения локальных ремонтов с сокращением площади нарушения благоустроенных территорий и дорожных покрытий, что существенным образом снижает издержки.

В связи с этим проблема оптимизации объема диагностических работ является актуальной для предприятий тепловых сетей, решение которой можно получить путем разработки методики комплексной оценки эффективности проведения диагностики.

Литература

1. И. М. Стренадко, Д. Е. Чуйко, Е. Н. Цыцеров. Практический опыт диагностики и оценки состояния трубопроводов тепловых сетей с использованием внутритрубных дефектоскопов [Электронный ресурс]; // URL: <http://www.rosteplo.ru>.
2. Абакумов А. А., Принципы построения внутритрубных магнитных интроскопов для сплошной диагностики трубопроводов тепловых сетей; // «Новости теплоснабжения» №2 (90), 2008.
3. Сайфутдинов Р. Н., Бальзамов Д. С. Современные методы внутритрубной диагностики//Новости ЖКХ КС №2 (40), Омск, 2017.



**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ**

Алимкулова С. Р.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**THE EVALUATION OF THE EFFICIENCY
OF AUTOMATED INDIVIDUAL HEATING UNITS**

Alimkulova S. R.,

«Kazan state power engineering University», Kazan

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению вопроса автоматизации индивидуальных тепловых пунктов в системах теплоснабжения жилых зданий. Рассмотрены перспективы внедрения автоматизированных индивидуальных пунктов.

Annotation

The article is devoted to the question of automation of individual heating units in heating systems of residential buildings. Prospects of introduction of automated individual points are considered.

В настоящее время из-за неэффективного теплоснабжения происходит значительный переизбыток как энергетического, так и материального расхода ресурсов. В связи с постоянным увеличением цен на энергетические носители, эффективное использование ресурсов является одним из самых актуальных и приоритетных решений в вопросах энергоэффективности и энергосбережения. В последние годы появилось достаточно много способов решения данной проблемы. Однако большинство из них имеет меньшую эффективность в сравнении с установкой автоматизированного индивидуального теплового пункта [1].

Автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (АИТП) – это комплекс устройств, разработанный в целях рационального использования и эффективного распределения тепловой энергии в жилых и общественных зданиях и центрального качественно-количественного регулирования теплоносителя, для нужд отопления исходя из погодных условий и требований потребителей. Такой АИТП предоставляет возможность осуществлять необходимый сбор и хранение информации о текущем состоянии оборудования, перенаправлять данные в систему, обеспечивать регулирование и управление технологическими параметрами работы тепловых пунктов в автоматическом режиме и решать другие задачи.

Автоматизированный ИТП дает возможность перехода от четырехтрубной магистральной системы в пользу двухтрубной. Как правило, подача теплоносителя в тепловой пункт осуществляется по подающему трубопроводу, затем теплоноситель возвращается в тепловой источник по обратному трубопроводу. При необходимой температуре теплоносителя, не превышающей норму в 95°C, его распределяют напрямую по всей системе отопления при использовании только коллектора с балансировочными клапанами. При температуре теплоносителя больше 95 °C, применяют функцию регулировки температуры. Это является одной из важнейших задач АИТП.

Основная проблема в том, что в большинстве жилых домов контроль за потреблением тепловой энергии на вводе системы отопления невозможен. В связи с этим предлагается установка автоматизированного теплового пункта, что даст возможность эффективного регулирования и, как следствие, экономии потребляемой тепловой энергии [2].

Положительный эффект от внедрения АИТП:

- 1) снижение расхода энергоресурсов на теплоснабжение;
- 2) как следствие из пункта 1, уменьшение выбросов парниковых газов и других веществ в атмосферу, что способствует положительному влиянию на экологию в целом;
- 3) повышение надежности работы тепловых сетей и сокращение потерь тепла, за счет установки устройства непосредственно внутри здания;
- 4) позволит выработать большее количество электроэнергии с теми же условиями, благодаря более качественному отбору тепла в АИТП;
- 5) существенно сократит объем водоподготовки в котельных и на ТЭЦ за счет меньшего расхода реагентов химического производства;
- 6) снизит потребление энергии на деаэрирование воды с использованием теплообменников для горячего водоснабжения в АИТП.

Из этого следует, что целесообразным и более эффективным на сегодняшний день является отказ от ЦТП в пользу ИТП. Такая установка вместе с теплоизоляцией здания, применением радиаторных терморегуляторов и приборного учёта тепла позволит достигнуть существенного сокращения объёмов теплоснабжения до 30-50% [3].

В связи с высокими требованиями, предъявляемыми к энергосбережению и надежности, все современные индивидуальные тепловые пункты (ИТП) следует оборудовать системами авторегулирования. Такой автоматизированный ИТП позволяет экономить от 10 до 35% теплоэнергии, потребляемой зданием.

Литература

1. В. Н. Рыбинкин, Проблемы в энергосбережении, журнал: Градостроительство, 3, 81-86 (2012).
2. Потапенко А.Н. Основы автоматизации процессов централизованного теплоснабжения зданий. – БГТУ, 2006. – 205 с.
3. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: ИДП «Такие дела», 2008. – 252 с.



МАЛЫЕ ТЭЦ, ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ

Гумерова Р. Х., Смирнов П. В.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева – КАИ», г. Казань*

SMALL TEC, IMPROVING THE EFFICIENCY OF BOILERS

Gumerova R. H., Smirnov P. V.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

Имеющаяся система централизованного теплоснабжения не оправдывает надежды, всё чаще возникают мысли о децентрализации. В данной статье рассматриваются перспективы децентрализованного теплоснабжения, основное оборудование для реализации и его достоинства, также способы повышения эффективности.

Annotation

The existing centralized heating system does not justify the hopes, the idea of decentralization becomes stronger. This article looks at the prospects of decentralized heat supply, the main equipment for implementation and its dignity, and ways for improving efficiency.

Недалеко то время, когда распределение тепла было децентрализовано, но, по мнению некоторых энтузиастов, это оказалось неэффективным. Взамен имеющейся системе была предложена централизованная система распределения тепловой энергии совместно с электрической. В данный момент энергообеспечение практически всех организаций и хозяйств России почти полностью централизовано. Применение ТЭЦ является одним из основных факторов энергосбережения: в условиях совместного энергопроизводства растет степень использования топлива. При равных условиях выработки тепловой и электрической энергии комбинированное производство экономит 20-25% топлива. Так гладко только на бумаге, а на практике эффект уменьшается из-за сложности сочетания потребления электричества и тепла, уменьшения КПД при усложнении турбины, громадных потерь в теплотрассах. Потери энергии на трубопроводах распределения уверенно составляют более 50%, и могут достигать до 75-80%.

По статистике, около 13% теплосетей России время от времени или же всё время затопливаются почвенными или сточными водами, а в определённых местах цифра может достигать до 70%. Недоброкачественное состояние изоляции тепловых и гидравлических труб, износ и плохое качество монтажа и эксплуатации оборудования тепловых сетей выражается в статистике аварий. Так, 90% выходов из строя приходится на подающие и 10% – на обратные трубопроводы, из них около 70% отказов происходит из-за действия внешних факторов и 15% – из-за недочётов монтажа.

При существующих условиях всё сильнее утверждаются идеи рассредоточенного снабжения теплом, куда входят поквартирные и домовые системы отопления и горячего водоснабжения с различными исполнениями котельных. Решение вопроса экономии энергоресурсов связано с развитием газотурбинных установок и парогазовых малых ТЭЦ (преимущественно вблизи потребителей).

Рассредоточение системы теплоснабжения и развитие малой энергетики, т.е. распространение малых ТЭЦ, усовершенствование котельных с целью повышения их эффективности, возврат малых ГЭС, признаны ключевыми направлениями эффективного использования

ТЭР. Под объектами малой энергетики понимаются электро- и теплостанции, использующие котельные, насосные, турбинные, генераторные установки с мощностями до 6 МВт.

Самыми перспективными видами малых ТЭЦ являются: [1]

- газотурбинные и парогазовые ТЭЦ (ГТУ и ПГУ ТЭЦ) с электрической мощностью от 4 до 72 МВт и тепловой мощностью от 25 до 86 МВт,
- паротурбинные ТЭЦ (ПТУ ТЭЦ) с тепловой мощностью от 0,6 до 3,5 МВт,
- моторогенераторные ТЭЦ.

Выбор в пользу ГТУ и ПГУ ТЭЦ обоснован экономически: производство тепловой энергии в 2,5 раза выше; расход топлива в 1,3 раза ниже, чем на ПТУ ТЭЦ; срок окупаемости – 3,5 года; цена покупки в 1,5 раза ниже, чем у аналогичных традиционных.

Стоимость производства электричества в котельных, исполненных в виде малых ТЭЦ, в 2 раза меньше, чем на ЭС; срок окупаемости работ на усовершенствование котельных – 2,5 года.

Моторогенераторные ТЭЦ с дизельными и газовыми генераторами становятся наиболее эффективными при использовании природного газа в роли топлива и выработки тепла на отопление, технологию и коммунальное хозяйство.

Для энергоснабжения коммунального уровня ключевым элементом должны стать газотурбинные или парогазовые установки с мощностью от 2,5 до 16 МВт, относительно не-сложно подключаемые к уже имеющимся ТЭЦ, котельным, центральным тепловым пунктам (ЦТП), а также промышленным, жилым и общественным зданиям. ГТУ мощностью 2,5 МВт может снабжать электрической и тепловой энергией один многоподъездный или три много-этажных дома (до 14 этажей).

Малые ТЭЦ выпускаются в виде блоков среднего размера в широкой номенклатуре мощностей – от 1 до 25 МВт и встраиваются напрямую у потребителя с учетом внешних сетей в течение пары месяцев. Стоимость энергии станет ниже в 3 раза, расходы на возведение окупятся за 1,5 года. Количество вредных выбросов от ГТС (газотурбинных станций) в 4 раза ниже, чем от имеющихся ГРЭС и ТЭЦ. Минимальная наработка – 90 тыс. часов.

Станции выделяются своей мобильностью: после запуска достигают электрического номинала за 20 секунд, теплового – за 13 минут. Следовательно, ГТС не страшно выключать на выходные дни, на ночь и т.д. Они полностью автоматизированы, практически не нуждаются в эксплуатационном персонале, могут работать отдельно и совместно с энергосистемой.

Продуктивность промышленных и отопительных котельных можно увеличить следующими способами: [1]

- применением энергетически эффективного оборудования и устройств: котлов с двухступенчатым сжиганием топлива и рециркуляцией дымовых газов, газотурбинных надстроек к котлам для дополнительного производства электроэнергии, автоматизированных высокоэффективных горелок, компьютерного приборного учета расхода топлива и выработки энергии;
- повышением эффективности использования топлива путем автоматизации, регулирования и контроля процесса горения, отводом тепла выделяемых газов для нагрева питательной воды или дутьевого воздуха, применения «схемы с дожиганием» (утилизируется кислород отходящих газов ГТУ как окислитель сжигаемого в котле топлива), применения котельных турбин с противодавлением;
- внедрением современных технологий подготовки воды, а именно объединением процессов подготовки воды и переработкой стоков котельных с восстановлением реагентов для дальнейшего использования;
- применением экологически чистого оборудования и малоотходных технологий.



Решить вопрос экономии топлива за счет повышения КПД агрегатов и самой котельной можно следующими мерами, с которыми может справиться персонал котельной и можно обойтись без больших затрат [1]:

- устранением вредных пропусков воздуха в самом котле, дымоходах, экономайзере и воздухоподогревателе;
- улучшением тепловой изоляции котла, дымоходов, трубопроводов, хвостовых поверхностей;
- очисткой поверхностей теплообменников от внешнего загрязнения, удалением наслоений солей в барабане котла, трубных пучках;
- фильтрацией неостывшего дутьевого воздуха из верхней зоны здания котельной.

Литература

1. Ольшанский, А. И. Основы энергосбережения / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, Н. В. Беляков; УО «ВГТУ». – Витебск, 2007. – 223 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Загреддинова А. Р., Кондратьев А. Е.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

PROSPECTS FOR THE USE OF DECENTRALIZED HEAT SUPPLY SYSTEM

Zagretdinova A. R., Kondratev A. E.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Повышение энергетической эффективности в сфере теплоэнергетики является одним из главных стратегических направлений развития экономики Российской Федерации.

В статье рассмотрены преимущества децентрализованной системы теплоснабжения по сравнению с централизованной системой и наиболее эффективный тип отопительных котлов для автономного теплоснабжения.

Annotation

Increase of energy efficiency in the sphere of heat power engineering is one of the main strategic directions of the development of the economy of the Russian Federation.

The advantages of a decentralized heat supply system in comparison with a centralized system and the most effective type of heating boilers for autonomous heat supply are considered in the article.

Применение централизованного теплоснабжения с подготовкой теплоносителя в индивидуальных тепловых пунктах (ИТП) в целях обеспечения теплотой многоквартирного дома наиболее развито в крупных городах, так как децентрализация подобных потребителей очень сложна и не целесообразна. Этого нельзя сказать о малых населенных пунктах, где имеет место быть лишь децентрализованное теплоснабжение.

Теплоснабжение потребителей от ИТП и автономного источника имеет одинаковое положительное качество – возможность местного регулирования в системах отопления и горячего водоснабжения в зависимости от потребностей в тепле отдельного потребителя.

По сравнению с теплоснабжением от автономного источника, централизованная система имеет ряд недостатков [1]:

1. Потери теплоты от внешнего охлаждения могут в 3-4 раза превышать нормируемое значение потерь тепловой мощности;
2. Утечки теплоносителя могут в 40 раз превышать нормируемое значение потерь с утечками в сети;
3. Большие затраты электроэнергии на перекачку теплоносителя.

Значительные потери теплоты вызваны плохим состоянием гидравлической и тепловой изоляции трубопроводов, износом и неудовлетворительным качеством монтажа оборудования систем централизованного теплоснабжения. Все это способствует возникновению аварийных ситуаций при эксплуатации тепловой сети, и, следовательно, неудовлетворенности потребителей качеством оказания услуг по отпуску теплоты [2].

Таким образом, децентрализованная система теплоснабжения имеет преимущество над централизованной системой, заключающееся в сведении к минимуму потерь при транспортировке теплоносителя благодаря отсутствию внешних распределительных сетей.

При использовании децентрализованного теплоснабжения стоит уделить особое внимание выбору отопительного оборудования, способного помочь в экономии энергетических ресурсов и уменьшении выбросов в атмосферу. Одним из вариантов такого оборудования являются конденсационные котлы. Они имеют высокий коэффициент полезного действия



по сравнению с традиционными котлами. Это объясняется тем, что в конденсационных котлах помимо явной теплоты используется скрытая теплота конденсации водяных паров из продуктов сгорания [3]. Кроме того, отведение продуктов сгорания совместно с конденсатом и низкая температура дыма значительно уменьшает степень негативного воздействия на окружающую среду [4].

Особенностью конденсационного котла можно считать теплообменник, изготовленный из нержавеющей стали и кислотостойкие детали, что говорит о его пригодности к работе с конденсатом, который по своему составу является кислотным раствором.

Однако при всех положительных качествах конденсационных котлов стоит помнить, что их использование способствует достижению энергоэффективности и ресурсосбережения только при качественном монтаже, выборе оптимального температурного режима эксплуатации и способа обвязки.

Литература

1. Хаванов П. А. Развитие, перспективы и состояние децентрализованных систем теплоснабжения в РФ // Вестник МГСУ – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2012.
2. Самутенко К. С., Лобов Д. С. Автономная система теплоснабжения // Актуальные вопросы энергетики: материалы Междунар. науч.-практ. конф./Минобрнауки России, ОмГТУ; [ред. кол.: П. А. Батраков (отв. ред.) и др.]. – Омск: ОмГТУ, 2017.
3. Табушников Ю. А. Конденсационные котлы в автономном теплоснабжении // АВОК: вентиляция, отопление кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика № 4 – Москва: Информационно-издательское предприятие «АВОК-ПРЕСС», 2016.
4. Сахаров В. И. Конденсационные котлы в российских условиях: учитываем плюсы и минусы // Сантехника, отопление, кондиционирование № 5 (149) – Москва: ООО «Издательский дом «М», 2014.

**УСТРОЙСТВО ИТП КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Толуева Д. С., Ахмерова Г. М.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**THE DEVICE OF INDIVIDUAL HEATING UNITS AS A SOLUTION TO THE PROBLEM EFFECTIVE
REGULATION OF HEAT CONSUMPTION**

Tolueva D. S., Akhmerova G. M.,

Kazan State University of Architecture and Building Engineering, Kazan

Аннотация

Основная задача теплового пункта – это автоматизация распределения энергии необходимой для теплового обслуживания домов. На современном этапе встала необходимость регулирования потребления тепловой энергии на вводе систем отопления, которая невозможна при использовании централизованного теплоснабжения. В докладе приводятся общие сведения об индивидуальных и центральных тепловых пунктах, анализируются недостатки центральных тепловых пунктов, причины внедрения и достоинства применения индивидуальных тепловых пунктов, решение проблемы эффективного регулирования теплоснабжения в домах.

Annotation

The main task of the substation is automation of the distribution of energy necessary for thermal care homes. At the present stage, there is a need to regulate the consumption of thermal energy at the input of heating systems, which is impossible with the use of centralized heat supply. The report provides General information about individual and Central heating points, analyzes the shortcomings of the Central heating points, the reasons for the introduction and advantages of the use of individual heating points, solving the problem of efficient regulation of heat supply in homes.

Тепловые пункты являются важными элементами тепловой сети, они выполняют следующие задачи: преобразование параметров теплоносителя, регулирование системы, учёт расхода теплоносителя, распределение теплоносителя по тепловой сети, защиту системы теплоснабжения в различных аварийных ситуациях. Устройство индивидуальных тепловых пунктов мало чем отличается от устройства центральных тепловых пунктов: в любой тепловой пункт по трубам поступает теплоноситель от источников теплоты и холодная вода [1].

Теплоноситель, поступающий в тепловой пункт по подающему трубопроводу, подогревает воду системы ГВС и отопления в подогревателях, а также поступает в систему вентиляции потребителей, после чего возвращается в обратный трубопровод теплового ввода и по магистральным сетям отправляется обратно на теплогенерирующее предприятие для повторного использования. Часть теплоносителя может расходоваться потребителем. Для восполнения потерь в первичных тепловых сетях на котельных и ТЭЦ существуют системы подпитки, источниками теплоносителя для которых являются системы водоподготовки этих предприятий. Водопроводная вода, поступающая в ТП, проходит через насосы ХВС, после чего часть холодной воды отправляется потребителям, а другая часть нагревается в подогревателе первой ступени ГВС и поступает в циркуляционный контур системы ГВС. В циркуляционном контуре вода при помощи циркуляционных насосов горячего водоснабжения движется по кругу от ТП к потребителям и обратно, а потребители отбирают воду из контура по мере необходимости. При циркуляции по контуру вода постепенно охлаждается и для того, чтобы поддерживать



температуру воды на заданном уровне, её постоянно подогревают в подогревателе второй ступени ГВС. Система отопления также представляет замкнутый контур, по которому теплоноситель движется при помощи циркуляционных насосов отопления от ТП к отопительным приборам зданий и обратно. По мере эксплуатации возможно возникновение утечек теплоносителя из контура системы отопления. Для восполнения потерь служит система подпитки теплового пункта, использующая в качестве источника теплоносителя первичные тепловые сети.

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – это устройство, предназначенное для транспортировки тепловой энергии от тепловой сети (ТЭЦ, ЦТП, котельной) к внутридомовым системам: отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих установок одного здания или его части. ИТП должен располагаться в обслуживаемых зданиях и занимать отдельные помещения первого этажа, размещённые у наружных стен. Также разрешается установка комплекса в подвалах домов.

Чаще всего в состав ИТП входят:

- теплообменники (осуществляют передачу тепла);
- запорная и регулирующая арматура;
- насосы;
- контрольно-измерительные приборы;
- контроллеры;
- щиты электроуправления.

Центральный тепловой пункт – это тепловой пункт, который, как и индивидуальный тепловой пункт, является распределителем теплоносителя между централизованными теплосетями и потребителями, но гораздо более мощный, больший по размерам и обеспечивающий функции безопасности, учета и управления распределения теплоносителя по внутридомовым сетям: отопления, горячего водоснабжения и вентиляции.

Центральный тепловой пункт используется для обслуживания группы потребителей (двух зданий или более, промышленных объектов) [2]. Чаще располагается в отдельно стоящем сооружении, но может быть размещён в подвальном или техническом помещении одного из зданий в соответствии с требованиями [3].

Перемещение центров горячего водоснабжения и отопления непосредственно в здание повышает качество снабжения жителей горячей водой. Основная задача теплового пункта – это автоматизация распределения энергии, которая нужна для теплового обслуживания домов. На современном этапе встала необходимость регулирования потребления тепловой энергии на вводе системы отопления, которая невозможна при использовании централизованного теплоснабжения. Решением проблемы эффективного регулирования теплоснабжения в домах является устройство индивидуальных тепловых пунктов. Кроме того, законодательные нормы и нормативы [4] требуют проведения к 2022 году коренной модернизации тепловых пунктов зданий. Переход от центральных тепловых пунктов на индивидуальные тепловые пункты, на независимые схемы присоединения систем отопления и горячего водоснабжения существующих зданий является современной комплексной проблемой.

Строительство ЦТП происходило 20-30 лет назад. Существующие на тот момент технологии препятствовали размещению оборудования в подвалах жилых домов (громоздкие теплообменники, отсутствие маломощных насосов). Сегодня появились насосы от лучших мировых производителей, а размеры теплообменных аппаратов уменьшились во много раз.

Автоматика ЦТП отслеживает температурный график в режиме «средней температуры». Это может стать причиной излишней подачи теплоты, когда часть зданий, подключённых к ЦТП, прошла модернизацию, а часть нет. Подобный эффект наблюдается в случаях, когда

к ЦТП подключены здания с различными температурными графиками: детский сад, школа и жилой дом. Ввиду чего в ЦТП наблюдается высокий расход тепловой энергии.

В ЦТП возникают проблемы с организацией учёта расхода теплоносителя собственниками зданий и организацией правильной оплаты потребления [5]. Значительное уменьшение тепловых потерь наблюдается при переходе от центральных тепловых пунктов (ЦТП) к автоматизированным индивидуальным тепловым пунктам (ИТП). При устройстве ИТП появляется возможность подключения новых домов к существующим ТЭЦ или котельным, при этом значительно экономится расход топливных ресурсов для нужд теплоснабжения. Использование ИТП позволяет оптимизировать режим работы тепловых сетей, что ведёт к повышению надёжности всей их работы, сокращается число плановых и аварийных отключений, и, как следствие, повышается надёжность всей энергосистемы [6].

Переход от четырёхтрубных к двухтрубным внутриквартальным системам теплоснабжения позволит дополнительно сократить тепловые потери и вдвое снизить эксплуатационные расходы теплоснабжающих организаций на их обслуживание. Установка ИТП позволяет уменьшать выбросы парниковых газов и других вредных веществ в окружающую среду, что оказывает меньший вред окружающей среде.

Появляется возможность мониторинга состояния тепловых сетей, а наличие узлов учёта на вводах потребителей позволяет более точно определять фактические тепловые потери и разрабатывать мероприятия по их снижению.

Автоматизированные ИТП подготавливают воду для систем ГВС, отопления ориентируясь на температуру наружного воздуха, что в свою очередь создает наиболее благоприятные условия для жильцов, а так же почти исключает появление так называемого «перетопа» здания.

Некоторые города России уже имеют положительный опыт перехода с ЦТП на ИТП. Так, на территории Республики Татарстан согласно данным по городам: Казань, Набережные Челны, Елабуга, Альметьевск и другие, экономичность и эффективность реконструкции системы теплоснабжения очевидна. Экономия эксплуатационных затрат на сооружения ИТП превосходит почти в три раза устройство нового ЦТП, а тепловые потери согласно исследованиям снизились почти в два раза [7].

Таким образом, в целом организация системы теплоснабжения с использованием ИТП является достаточно экономичной, энергоэффективной. ИТП превосходит ЦТП по уменьшению теплопотерь, затрат средств при монтажных работах, скорости окупаемости, экономии электроэнергии и средств на обслуживание при использовании внутридомовых сетей. На российском рынке представлено большое количество фирм зарубежных и отечественных, выпускающих оборудования для ИТП, что способствует быстрой организации работы строительных работ и экономит сроки строительства.

Литература

1. Ахмерова Г. М. Основные показатели, характеризующие работу теплового пункта и методы их контроля. «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан» труды XVI Международного симпозиума, // XVI Междунар. симп., Казань, 15-17 марта 2016 г., с. 213-216.
2. СП 124-13330.2012. Тепловые сети. – М.: Стройиздат, 2012. 48с.
3. СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов». – М.: Минстрой России, ГУП ЦПП, 1997 год. 83с.
4. Ахмерова Г. М. Проблемы перехода от центральных тепловых пунктов (ЦТП) на индивидуальные тепловые пункты (АИТП). «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» тру-



ды XV Международного симпозиума, // XV Междунар. симп., Казань, 1-3 апреля 2015 г., с. 80-82.

5. Ахмерова Г. М. Проблемы перехода от ЦТП на АИТП в Казани // Новости теплоснабжения. 2016. № 5. С. 37-39.
6. Внедрение ИТП как вариант решения проблемы изношенности системы теплоснабжения/Хасанов Г. М., Залялова А. Р., Ахмерова Г. М. // Тенденции развития науки и образования. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 30 июня 2017 г. часть 1 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2017. С. 40-41.
7. Жуков В. К., Камалетдинов И. И., Минаков А. А., Кушнарченко А. А. Экономическая эффективность массового внедрения индивидуальных тепловых пунктов в городе Елабуге // Научно-технический электронный журнал «Энергосовет». 2014. № 5 С. 36

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Мингалимова Н. Р.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF INDIVIDUAL HEAT POINTS IN THE TERRITORY
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

Mingalimova N. R.,

Kazan state power engineering University, Kazan

Аннотация

В статье рассмотрен метод использования индивидуальных тепловых пунктов с целью энергосбережения тепловой энергии на примере Республики Татарстан. Проанализированы их преимущества и недостатки, эффективность эксплуатации. Проведен сравнительный анализ экономических затрат централизованного теплоснабжения в жилом секторе и точечных тепловых пунктов.

Ключевые слова: энергосбережение, тепловые пункты, теплоснабжение зданий, топливные ресурсы.

Annotation

The article considers the method of using individual heat points for the purpose of energy saving of thermal energy on the example of the Republic of Tatarstan. Their advantages and disadvantages, efficiency of operation are analyzed. A comparative analysis of the economic costs of district heating in the residential sector and point heating stations was carried out.

Key words: energy saving, heat points, heat supply of buildings, fuel resources.

Для сокращения объемов использования не возобновляемых ресурсов в нашей стране были разработаны мероприятия, направленные на энергосбережение тепловой энергии (переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ), модернизация топливно энергетического комплекса (ТЭК), использование приборов учета расхода энергии) [1]. Принятый Федерального закона №261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении...» придал значительный импульс для внедрения энергосберегающих мероприятий [2].

В Республике Татарстан в настоящее время в соответствии с пп. 4 п. 1 ст. 14, пп. 4 п. 1 ст. 16 Федерального Закона от 01.01.2001 «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» начата модернизация системы централизованного горячего водоснабжения, включающая в себя переход от приготовления горячей воды в районных тепловых пунктах на использование автоматических индивидуальных тепловых пунктов (ИТП), расположенных в домах, рядом с потребителем [4]. За десять лет энергоемкость валового регионального продукта в Татарстане была снижена на 40%, и это происходило на фоне роста качества жизни населения. Среди лидеров по темпам снижения потребления топливно-энергетических ресурсов всегда была Казань [1]. Решение о модернизации системы горячего водоснабжения связано с чрезвычайной изношенностью сетей ЦТП (до 70%).

При замене сетей используются современные трубопроводы из полимерных материалов, таких как полиэтилен, полипропилен. Они выдерживают очень большую температуру, до 100°C, обладают значительно большим сроком службы, не менее 50 лет. В результате реализации проекта внедрения ИТП произошло снижение потерь тепловой энергии на 20-40%, стабилизировался температурный режим горячего водоснабжения, размер платежей за горячую воду для потребителей сократился на 20%. Текущие эксплуатационные расходы снизи-



лись до 10 %. При этом высвобождаются значительные участки городских территорий после демонтажа оборудования: радиаторов отопления, калориферов, тепловых сетей [3].

Проведена модернизация районных водогрейных котельных с полной автоматизацией работы и исключением обслуживающего персонала. В результате уже сейчас, по данным Министерства энергетики РФ, удельный расход условного топлива на выработку тепловой энергии муниципальными котельными значительно ниже, чем в среднем по России (0,16 т. у. т./Гкал против 0,18 т. у. т./Гкал [1])

Внедрение ИТП имеет ряд преимуществ:

- По данным исполкома Казани, на объектах с ИТП стабилизировался температурный режим горячего водоснабжения, а размер платы за горячую воду сократился в среднем на 20 % ИТП позволит создать в зданиях комфортные условия для пребывания в них [3] Температура горячей воды в местах водоразбора независимо от применяемой системы теплоснабжения должна быть не ниже 60 °С и не выше 75 °С, согласно СанПиН от 29.12.11 [5] Благодаря ИТП удастся сохранить температуру воды в данном диапазоне, в результате минимальных потерь при транспортировке воды до потребителя
- Оптимизация режимов работы тепловых сетей повысит надежность их функционирования; Также появляется возможность устранения неполадок на месте, для конкретного объекта.
- Снижение тарифов на ГВС.

На проспекте Ямашева были установлены ИТП. Цена на горячее водоснабжение снизилась со 132,49р/куб. м до 119р/куб. м.

Норма для жильцов без счётчика установлена одна и та же по всей Российской Федерации. На одного человека, проживающего в жилом помещении, норматив расхода на горячую воду составляет 4 куб. м.

При подаче воды из центрального теплового пункта стоимость 1 куб. м 132,49р, а в домах где уже установлены ИТП стоимость 1 куб. м 119 р

По расчетным данным жители, чьи дома подключены к центральному тепловому пункту имеют затраты на горячее водоснабжение 529,96 руб./мес на человека. В то время как жители домов с индивидуальным тепловым пунктом затрачивают 476 руб./мес на человека. По статистическим данным расход горячей воды на один жилой многоквартирный дом, в котором проживает 34 человека составляет 136 куб. м/мес. Что в переводе составляет 16184 руб./мес, и соответственно 194208 руб./год, что меньше на 21868,8 руб/год в сравнении с использованием центрального теплового пункта. Стоимость внедрения одного ИТП 942 000 руб. В результате расчета срок окупаемости не превышает 4 лет.

В 2017 году АО «Татэнерго» установило индивидуальные тепловые пункты в 184 жилых домах Казани в рамках городской программы. Всего ИТП установлены на 1392 объектах, 1115 из которых – многоквартирные жилые дома. В 2014-2015 годах компания самостоятельно смонтировала 269, что позволило ликвидировать 21 ЦТП в Казани. В целом 264 км сетей выведено из эксплуатации.

К недостатками ИТП можно отнести большие капитальные вложения, срок окупаемости и увеличение потребляемой электроэнергии, за счет работы насосов.

Вывод

Переход энергосистемы от ЦТП к ИТП несет в себе как экономии использования энергоресурсов, так и заинтересованность граждан в сокращении и минимизации использования тепловой энергии, в результате чего будут снижены финансовые затраты. В настоящее время ИТП установлено в 1186 домах города Казани. Применение автоматических систем регули-

рования, поддерживающих необходимый режим работы теплового пункта и внедрение современного оборудования повысит эффективность работы ИТП и в целом энергосистемы республики.

Литература

1. <https://minenergo.gov.ru> [Электронный ресурс].
2. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» [гл. 3, статья 13,14].
3. <http://www.rosteplo.ru/> [Электронный ресурс].
4. Федеральный закон от 06.10.2003 N 131-ФЗ (ред. от 05.12.2017) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».
5. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51617-2000 «Жилищно-коммунальные услуги, принятым постановлением Госстандарта РФ от 19 июня 2000 г. № 158-ст (таблица 3).



**О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Звонарева Ю. Н., Ваньков Ю. В.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**ABOUT DEVELOPMENT OF THE METHOD OF CALCULATION OF POWER EFFICIENCY OF
ENERGY SAVING ACTIONS**

Zvonareva Yu. N., Vankov Yu. V.,

The Kazan state power university, Kazan

Аннотация

В данной работе рассмотрены основные критерии и разработан алгоритм методики расчета энергетической эффективности при оптимизации систем коммунального теплоснабжения путем внедрения автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП).

Затронуты вопросы влияния принимаемых технических решений на финансово-экономические и инвестиционные показатели [1].

Рассматриваемые мероприятия по энергоресурсосбережению исследуются с целью уменьшения объемов потребления или более рационального использования топливно-энергетических ресурсов.

Annotation

In this work the main criteria are considered and the algorithm of a method of calculation of power efficiency is developed by optimization of systems of municipal heat supply by introduction of the automated individual thermal points (AITP).

The questions of influence of the made technical solutions on financial and economic and investment indicators are raised [1].

The considered actions for energy resources saving are investigated for the purpose of reduction of volumes of consumption or more rational use of fuel and energy resources.

Комплексное управление системами выработки, транспортировки и распределения энергоносителей является основой повышения энергетической и экономической эффективности хозяйствующих субъектов промышленности и сферы жилищно-коммунального хозяйства.

В частности, оптимизация взаимодействия элементов наружных и внутренних инженерных систем на пути от источника теплоты до потребителя позволяет более полно реализовать имеющийся потенциал ресурсосбережения.

Экономия энергии достигается за счет оптимизации отпуска тепловой энергии, регулирования гидравлического режима, внедрения автоматизированных тепловых пунктов (АИТП), являющихся связующим звеном внутренних и внешних тепловых сетей [2].

Инструментом решения основных проблем, имеющих в конкретной тепловой сети, являются компьютерные модели, дающие возможность определить гидравлический и тепловой режим системы.

Моделирование режимов отпуска тепла при помощи электронной схемы позволяет анализировать экономичность вариантов загрузки теплофикационного оборудования с точки зрения минимизации затрат на передачу тепла, удельных расходов топлива на отпуск тепловой и электрической энергии с учетом возможностей тепловой сети по транспортировке теплоносителя.

Ранее авторами было проанализировано влияние поэтапного внедрения автоматических узлов учета и регулирования на наиболее удаленные от центрального теплового пункта потребители, подключенные по элеваторной схеме [3].

Оптимальное потребление тепловой энергии при соблюдении требуемой комфортности в помещениях зданий является основной задачей энергосбережения в сфере коммунального теплоснабжения, которой на сегодняшний день уделяется большое внимание.

Для повышения энергосбережения с учетом поэтапного внедрения в системах коммунального теплоснабжения автоматизированных узлов учета и регулирования тепловой энергии, а также для поддержания оптимального, с точки зрения сбережения энергетических ресурсов, теплогидравлического режима разработана методика расчета энергетической эффективности при оптимизации систем коммунального теплоснабжения путем внедрения автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП) (далее Методика).

Использование данной Методики позволяет оценить технико-экономическую эффективность мероприятий, направленных на сбережение и оптимальное использование энергетических ресурсов.

Методика разработана для закрытых систем теплоснабжения.

Может быть применена как для поквартального расчета систем теплоснабжения крупных городов, так и для расчёта схем теплоснабжения малых населенных пунктов.

Целью разработки Методики является комплексная оценка эффективности, предлагаемых к внедрению энергосберегающих мероприятий в натуральном и денежном выражении.

Основными задачами при разработке Методики являлись:

- выбор критериев оценки эффективности выполнения энергосберегающего мероприятия;
- разработка алгоритма расчета критериев по оценке экономии от реализации энергосберегающих мероприятий в натуральном и стоимостном выражении, основанные на технической сущности выполняемых мероприятий.

Основными критериями при составлении данной методики выбраны показатели расхода теплоносителя (сетевая вода), показатели изменения тепловой нагрузки потребителей, при колебании температуры наружного воздуха, изменение температуры внутри помещений и влияния данных критериев на гидравлическую устойчивость системы теплоснабжения в целом.

Алгоритм расчета критериев по оценке технико-экономических показателей:

- по данным приборов учета определяются основные часовые и годовые показатели работы изучаемой системы теплоснабжения для каждого абонента.
- определяется число потребителей для установки АИТП с учетом оптимального процента оснащённости, полученного ранее в результате проведенного моделирования [4].
- по каталогам производителей и поставщиков индивидуальных тепловых пунктов определяется состав, стоимость оборудования и затраты на проектно-монтажные работы.
- для каждого из выбранных потребителей определяется потенциал экономии тепловой энергии с учетом внедрения АИТП.
- с учетом изменения тепловой нагрузки на потребителях, проводится гидравлический расчет рассматриваемой системы теплоснабжения.
- определяется экономическая эффективность от внедрения планируемых энергосберегающих технологий и определяется срок окупаемости предлагаемых мероприятий.

Сопоставление результатов, полученных при различных способах (математическое моделирование, лабораторный эксперимент) позволяет дать более точную оценку энергетической эффективности внедряемых энерго- и ресурсосберегающих мероприятий.



Эффективность любых внедряемых проектов и мероприятий при оптимизации систем теплоснабжения определяется соотношением затрат и результатов рассматриваемых мероприятий.

Для принятия решения инвесторами (управляющим, теплогенерирующим и транспортирующим теплоноситель компаниям) о целесообразности участия в реализации проекта по оснащению автоматическими узлами учета и регулирования потребителей тепловой энергии (далее Проекта), и их влияния на гидравлическую устойчивость всей системы в целом кроме технической эффективности, для детальной оценки, так же необходимо производить расчет коммерческой эффективности предлагаемых мероприятий.

По результатам расчета составляется сводная таблица основных финансовых показателей реализации проекта.

На основании технических и экономических показателей, полученных при расчете по предлагаемой методике, делается вывод об эффективности и целесообразности внедрения Проекта, а также о надёжности и безотказности работы системы теплоснабжения при проведении мероприятий по энергоресурсосбережению с целью уменьшения объемов потребления или более рационального использования топливно-энергетических ресурсов.

Литература

1. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В. Оценка энергетической эффективности и изменения показателей работы системы теплоснабжения с учетом поэтапного внедрения автоматических узлов учета и регулирования тепловой энергии на потребителях // VII международная научно-практической конференции «21 век: фундаментальная наука и технологии» – NorthCharleston, SC, USA: CreateSpace, 2015-Том 2, 219 с. С. 131-133.
2. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В., НазарычевС. А. Оценка экономического эффекта для потребителей при установке автоматизированных узлов учета и регулирования тепловой энергии // Инженерный вестник Дона, 2015, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3315.
3. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В. Управление системами теплоснабжения// Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Двадцать третья Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов (2-3 марта 2017 г., Москва): Тез. докл. В 3 т. Т. 3. М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – 448 с.
4. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В. Работа системы теплоснабжения при поэтапном внедрении автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов// Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики/Издательство: КГЭУ (г. Казань). – 2017. – Т. 19 – № 1-2.

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ СТУ-Ф
В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Кузнецова М. В., Ахмерова Г. М.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**POSSIBILITIES OF USING HIGH-TEMPERATURE ISOLATION OF STU-F
IN THE HEAT SUPPLY SYSTEM**

Kuznetsova M. V., Akhmerova G. M.,

Kazan State Architectural and Construction University, Kazan

Аннотация

Высокотемпературная изоляция СТУ-Ф позволяет решать проблемы изоляции как тепловых сетей надземной и канальной прокладки, так и паропроводов с температурой теплоносителя до + 7000 С. Данный класс тепло-гидро изоляции применяется на уже существующих тепловых сетях, требующих замены изношенной тепло-гидроизоляции, без демонтажа данных сетей. В докладе был произведён сравнительный анализ использования теплоизоляционных материалов для транзитных трубопроводов, проложенных в техподполье жилых домов, с применением стали оцинкованной и СТУ-Ф-изоляции.

Annotation

High-temperature insulation of STU-F allows solving insulation problems both for thermal networks of above-ground and channel laying and for steam pipelines with a coolant temperature of up to + 7000 C. This class of heat-and-hydro isolation is used on existing heat networks requiring replacement of worn heat-waterproofing without dismantling data networks. In the report, a comparative analysis was made of the use of heat-insulating materials for transit pipelines laid in the underground housing of residential buildings, using galvanized steel and STU-F insulation.

В связи с существованием различных видов теплоизоляции и возможности их сочетать, необходим индивидуальный подход к каждому проблемному участку.

Произведён сравнительный анализ использования теплоизоляционных материалов для транзитных трубопроводов, проложенных в техподполье жилых домов, с применением стали оцинкованной и СТУ-Ф-изоляция. Стоимость СТУ изоляции намного выше, но отсутствуют традиционные недостатки: проминаемость, осыпание, потеря формы после намокания.

Изоляция СТУ поставляется в высокой предмонтажной готовности, комплектованная необходимым инструментом и вспомогательными материалами, что позволяет значительно сократить сроки ведения монтажных работ.

Аналогом данной изоляции являются изоляция IZOVOL, CUTWOOL и скорлупы ППУ кашированные стеклопластиком. Данный класс тепло-гидро изоляции применяется на уже существующих тепловых сетях, требующих замены изношенной изоляции, без демонтажа сетей. Изоляция СТУ состоит из негорючих материалов и рабочая температура изделия составляет +700°С [1]. При температурах теплоносителя более 350 °С изоляция СТУ делается двухслойной. Волокнистые изоляторы в каждом сегменте устанавливаются волокнами перпендикулярно изолируемой поверхности, что позволяет: придать жёсткость теплоизоляционной конструкции, сохранить геометрические и прочностные характеристики изделия при разрушении синтетического связующего волокнистых изоляторов; улучшить коэффициент теплопроводности при разрушении синтетического связующего.

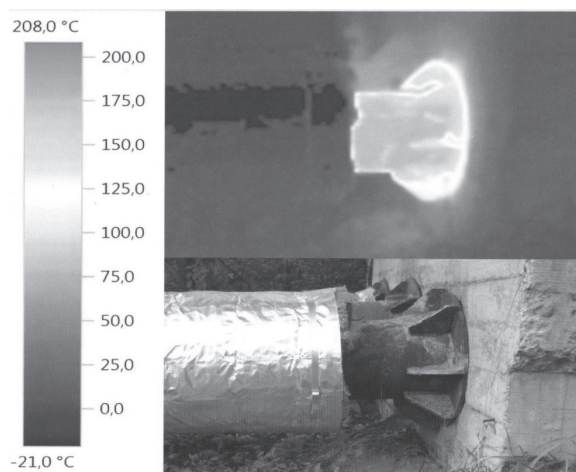


Рис. 1. Съемка тепловизором изоляции паропроводов при применении теплоизоляционных конструкций СТУ

Поскольку сегменты изоляции СТУ при облегании трубы принимают форму равнобедренной трапеции, плотность в них дифференцированно увеличивается по мере приближения к изолируемой поверхности, за счёт чего создаётся наиболее эффективный вариант работы волокнистых теплоизоляторов – если при средней температуре теплоносителя $+125^{\circ}\text{C}$ у минплиты марки «П-75» коэффициент теплопроводности $0,082 \text{ Вт/мК}$, то у СТУ $0,0675 \text{ Вт/мК}$, что на 18% более эффективно (рис. 1) [2, 3].

Литература

1. Production company Integrated systems of a heat supply [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ks-teplo.ru/izoliatcia-stu.html>/(дата обращения: 07.06.2016).
2. Ахмерова Г. М. Теплоизоляционные материалы, применяемые для трубопроводов тепловых сетей и методы их расчёта: Учебно-методическое пособие: – Казань: КГАСУ, 2017-111с.
3. Хисамеев Б.Г., Ахмерова Г.М. Расчёт теплоизоляции с помощью программы «ТЕХНОНИКОЛЬ» // Сб. научных трудов международной научно-практической конференции «Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты», – Тамбов, 2015. – с. 140-141.

**К ВЫБОРУ ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
ТЕПЛОТЫ АБОНЕНТОВ К ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ**

Сергеева Е. К.,

ООО «Элита-Регион», г. Казань,

Гусьячкин А. М., Смирнова А. А.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**BY WAY OF ENERGY RESOURCE EFFECTIVE DIAGRAM CONNECTION CONSUMERS HEAT
SUBSCRIBERS TO HEATING GRIDS**

Sergeeva E. K.

«Elita-Region» LLC, Kazan

Gusyaichkin A. M., Smirnova A. A.

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

С целью выбора энергоресурсоэффективного варианта рассмотрены четыре схемы присоединения потребителей теплоты абонентов к тепловым сетям. Эффективность этих схем предложено оценивать по минимуму приведенных годовых затрат. Найден ресурсосберегающий вариант. Для повышения заинтересованности абонентов в снижении расхода теплоносителя предложено структуру тарифа на тепловую энергию разбить на две составляющие: на нагрев теплоносителя и на транспорт теплоносителя.

Annotation

By way of energy resource effective analogue four diagrams connection consumers heat subscribers to heating Grids are considered. Efficiency of these diagrams is proposed to evaluate marginally yearly-reduced expenditures. Resource-saving alternative was found. Towards promotion interest subscribers with respect to consumption of heat conductor is proposed structure of rates toward thermal power to classify under two parts: under warming heat conductor and under transport heat conductor.

Энергоэффективность централизованных систем теплоснабжения (ЦСТ) во многом определяется принятой схемой присоединения теплопотребляющих установок абонентов к тепловым сетям. С целью ее повышения разрабатываются и внедряются схемы тепловых пунктов с разными вариантами подключения водоподогревателей ГВС к тепловым сетям, позволяющие снизить температуру сетевой воды в обратном трубопроводе для уменьшения ее расхода, а, следовательно, и расходов на транспорт теплоты.

На сегодняшний день в закрытых системах теплоснабжения выбор схемы присоединения водоподогревателей ГВС к тепловым сетям при проектировании тепловых пунктов согласно СП 41-101-95 [1] осуществляется в зависимости от соотношения максимального потока теплоты на горячее водоснабжение Q_g и максимального потока теплоты на отопление Q_o . При $0,2 > Q_g/Q_o > 1,0$ выбирается одноступенчатая (параллельная или последовательная) схема, а при $0,2 < Q_g/Q_o < 1,0$ — двухступенчатая (смешанная или последовательная) схема.

Среди одноступенчатых схем наиболее часто применяется параллельная одноступенчатая схема из-за ее простоты и относительной дешевизны, но при этом она невыгодна по расходу теплоносителя, ее применение ведет к увеличению мощности насосных станций и диаметров труб тепловой сети.

Из двухступенчатых схем наиболее часто применяется двухступенчатая смешанная схема подключения водоподогревателей ГВС. Схема достаточно проста, позволяет за счет использования теплоты обратной сетевой воды на предварительный подогрев входного потока снизить



на 20-40% расход теплоносителя и, таким образом, затрат на его транспортировку по сравнению с параллельной одноступенчатой схемой. Но она при этом обладает рядом недостатков: больше капитальных затрат на приобретение двух теплообменников, требуется точный подбор оборудования, сильное взаимное влияние горячего водоснабжения и отопления.

С разработкой моноблочных двухступенчатых теплообменников удалось уменьшить первоначальные капитальные вложения, но сохранились остальные недостатки.

Специалисты предлагают упростить схему подключения ГВС путем использования теплообменников с «заниженной обратной». Предлагаемая схема идентична параллельной одноступенчатой схеме, но отличается расчетом теплообменника на температуры не 70/30 (для графика 150/70), а на более низкую температуру сетевой воды на выходе из теплообменника (примерно 20°C) [2]. В приложениях СП 41-101-95 приведены технические характеристики теплообменников «Альфа-Леваль», «Цетепак» и др. для ГВС, рассчитанные на температуры греющего теплоносителя 70-15 [1]. Однако такие решения также приводят к увеличению стоимости теплообменников.

Таким образом, схему подключения системы горячего водоснабжения конкретного абонента к тепловым сетям следует выбрать путем технико-экономического обоснования с учетом всех факторов, влияющих на энергоэффективность работы системы теплоснабжения.

Нами рассмотрены 4 варианта подключения водоподогревателей ГВС «Ридан» к тепловой сети с температурным графиком 150-70 в индивидуальном тепловом пункте жилого дома с $Q_r = 570$ кВт и $Q_o = 930$ кВт (г. Казань):

- 1- двухступенчатая смешанная схема с отдельными теплообменниками;
- 2- двухступенчатая смешанная схема с моноблочным теплообменником
- 3- параллельная одноступенчатая схема с температурой греющего теплоносителя 70-15;
- 4- параллельная одноступенчатая схема с температурой греющего теплоносителя 70-40.

Вторая ступень теплообменника в двухступенчатых схемах рассчитана на передачу 60% теплового потока. Стоимость теплообменников для этих вариантов представлена в таблице 1. Здесь же приведены максимальные (в точке «излома» температурного графика) и средние (средневзвешенные значения средних расходов теплоносителя в отопительный и неоперительный периоды) расходы греющего теплоносителя.

Нами определены относительные годовые расходы электроэнергии (по отношению к 1 варианту, δЭ,) на транспортировку теплоносителя (табл. 1) по выражению:

$$\delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_i / \mathcal{E}_1 \quad \mathcal{E}_i = (V_{cr.o} Z_o + V_{cr.no} Z_{no}) \Delta P / \eta, (1)$$

где $V_{cr.o}$, $V_{cr.no}$, – средний расход теплоносителя за отопительный и неоперительный периоды, м³/сек; Z_o , Z_{no} , – продолжительность этих периодов, сек; ΔP - перепад давления до сетевого насоса и после него, Па; η – к.п.д. насосной установки.

По этим данным трудно отдать предпочтение какому-либо варианту. При сравнении нескольких вариантов капитальных вложений их эффективность принято оценивать по минимуму приведенных затрат:

$$П = EK + C, (2)$$

где E – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для строительства $E=0,12$), K – капитальные затраты, руб., C – стоимость годовых эксплуатационных затрат, руб.

Таблица 1. Показатели работы ЦСТ с разными схемами подключения ГВС

№ вар	Цена, тыс. руб.	Расход сетевой воды, т/час		Относит. год. расход эл. энергии, $\delta\mathcal{E}_2$	Относит. приведенные затраты, $\delta\Pi$
		максимальный	среднегодовой		
1. 2-х ст. разд.	361,45	9,8	3,59	1,0	1,0
2. 2-х ст. моноб.	296,50	9,8	3,59	1,0	0,868
3. 1-ст. 70–15	325,33	8,9	3,41	0,96	0,918
4. 1-ст. 70-40	149,13	16,3	5,94	1,67	0,745

Ориентировочные значения относительных величин (относительно 1-го варианта) приведенных затрат $\delta\Pi$ приведены в таблице 1. В стоимость эксплуатационных затрат включена только стоимость электроэнергии, хотя стоимость обслуживания теплообменников 1-го варианта несколько выше.

Таким образом, для данного случая ресурсосберегающим вариантом является одноступенчатое параллельное присоединение теплообменника ГВС к тепловым сетям. Наименее выгодной является двухступенчатая схема с отдельными теплообменниками.

Но, во-первых, такой вариант выгоден абоненту, но не выгоден поставщику теплоты, а во-вторых при новом строительстве или реконструкции старых тепловых сетей следует учитывать и выгоду от уменьшения диаметров трубопроводов и их стоимости при меньших расходах теплоносителя.

Чтобы энергоресурсосберегающий вариант подключения потребителей к тепловым сетям был выгоден и абоненту и поставщику теплоты мы предлагаем рассмотреть вопрос об изменении структуры тарифа на тепловую энергию, а именно: разбить ее на две составляющие, учитывающие затраты энергоресурсов: а) на нагрев теплоносителя, б) на транспорт теплоносителя. Это не сложно, так как в настоящее время абоненты имеют приборы учета расхода теплоносителя.

На выбор схемы подключения теплообменников абонента к тепловым сетям централизованной системы теплоснабжения кроме соотношения тепловых нагрузок на ГВС и отопление существенное влияние оказывает и другие факторы, а именно: величина капитальных затрат, стоимость энергоресурсов, температуры теплоносителя на входе и выходе теплообменника, температурный график и гидравлический режим тепловой сети и другие факторы.

Объективным критерием для выбора схемы тепловых пунктов является, на наш взгляд, минимум приведенных годовых затрат, учитывающие как капитальные затраты и сроки службы оборудования, так и эксплуатационные затраты, в том числе на транспорт теплоносителя.

Стимулом к уменьшению расхода теплоносителя, т.е. более полному использованию его потенциала, может быть разделение тарифа на тепловую энергию на нагрев теплоносителя и на его транспортировку.

Литература

- СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов М.: Минстрой России, ГУП ЦПП 1997. 1996-01-07.
- Пластинчатые теплообменники в системах горячего водоснабжения. Снижение затрат при использовании новой схемы подключения теплообменника [Электронный ресурс]; // URL: http://www.ridan.ru.informatsiya/biblioteka_spetsialista/tehnicheskie-statii (дата обращения 13.02.2018).



КОНФЕРЕНЦИЯ «РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»

**ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИЭ В МИРЕ И РОССИИ.
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ТАТАРСТАНЕ**

Грибков С.В.,

Российская инженерная академия, Комитет ВИЭ РосСНХО, Комитет ВИЭ российской федеральной палаты по энергоэффективности и энергосбережению, ФГУП «ЦАГИ», г. Москва

**THE ISSUES OF APPLYING RENEWABLE ENERGY IN THE WORLD AND RUSSIA.
APPLICATION PROSPECTS IN TATARSTAN**

Gribkov S. V.,

Russian engineering Academy, Committee of Renewable energy sources of the Russian Federal chamber for energy efficiency and energy saving, Central Aerohydrodynamic Institute named after Professor N. E. Zhukovsky, Moscow

Аннотация

В статье предложена классификация возобновляемых источников энергии больших средних и малых мощностей, использующих энергию ветра, солнца. Рассмотрены вопросы развития ВИЭ в мире, России и на основании «Стратегии развития энергетики Республики Татарстан до 2030 года» констатируются широкие перспективы развития ВИЭ в Республике Татарстан.

Ключевые слова

Возобновляемые источники энергии, ВИЭ, ветроустановки, солнечные станции, ветродизельные станции, солнечно-дизельные станции, ветро-солнечно-дизельные станции, развитие ветроэнергетики, развитие солнечной энергетики, ВИЭ России, ВИЭ Татарстана.

Annotation

In article classification of renewables of the big averages and low powers using wind power, the sun is offered. Questions of development of RES in the world, Russia are considered and on the basis of «Strategy of development of power industry of the Republic of Tatarstan till 2030» are stated wide prospects of development of RES in the Republic of Tatarstan.

Keywords

Renewables, RES, wind turbines, solar stations, wind-diesel stations, solar and diesel stations, wind – solar and diesel stations, development of wind power, development of solar power, RES of Russia, RES of Tatarstan.

1. Развитие ВИЭ в мире

Одним из быстро и уверенно развивающихся направлений современной энергетики конца XX и начала XXI века является возобновляемая энергетика (ВИЭ).

Начало развития ВИЭ связано с первым и вторым энергетическими кризисами 1973 и 1976 годов. Европа начала искать новые источники энергии и в первую очередь, было обращено внимание на развитие ветро и солнечной энергетики. Именно с этого периода и начинается новая история развития мировой системной возобновляемой энергетики.

Ветро-солнечные источники энергии делятся на системные, ветро-дизельные, солнечно-дизельные, ветро-солнечно-дизельные и зарядные, предназначенные для заряда аккумуляторов и последующего питания нагрузки через инвертор или непосредственно от аккумулятора (Рис. 1).

К системным станциям, как правило, относятся ветро или солнечные станции большой мощности, обычно более одного МВт, хотя, чаще солнечные, могут быть и более маломощные.



Ветро-дизельные, солнечно-дизельные и комбинированные ветро-солнечно-дизельные могут иметь мощность от нескольких кВт до нескольких МВт, маломощные ветро и солнечные, а также ветро-солнечные станции мощностью до нескольких кВт обычно бывают зарядными, работающие на заряд аккумуляторов, с возможно последующим преобразованием энергии с помощью инверторов в переменный ток, частотой 50 Гц и напряжением 230 или 400/230 В.

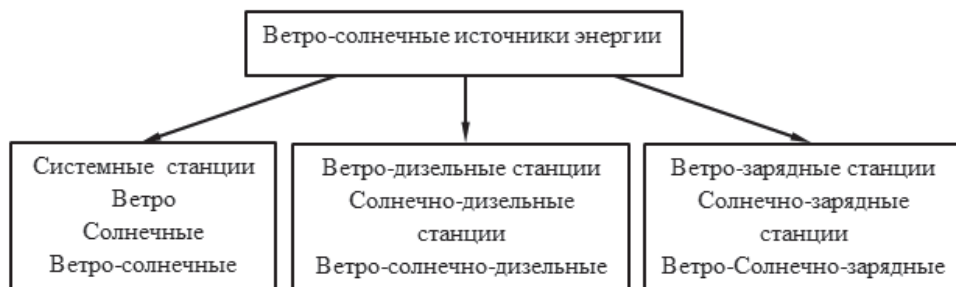


Рис. 1 Классификация станций на ВИЭ

Государственная статистическая отчетность и различных международных ассоциаций ведется, как правило, ведется по системным станциям большой мощности, обычно ветро-станций мощностью более одного МВт, или реже от 300-500 кВт, а солнечных, как правило, – от 50 кВт, а иногда и от 10-15 кВт.

Ветро-дизельные, солнечно-дизельные и ветро-солнечно дизельные являются автономными и обычно содержат ветро и солнечные установки мощностью от пяти до нескольких сотен кВт.

Зарядные установки, как правило, имеют небольшую мощность от нескольких Вт, до нескольких кВт.

Ветроэнергетика в мире развивается ускоренными темпами и на конец 2017 года имеет установленную мощность 539,291 ГВт [1]. На рис. 2 представлена динамика развития системных ВЭУ за пять лет с 2013 по 2017 годы [1,2].

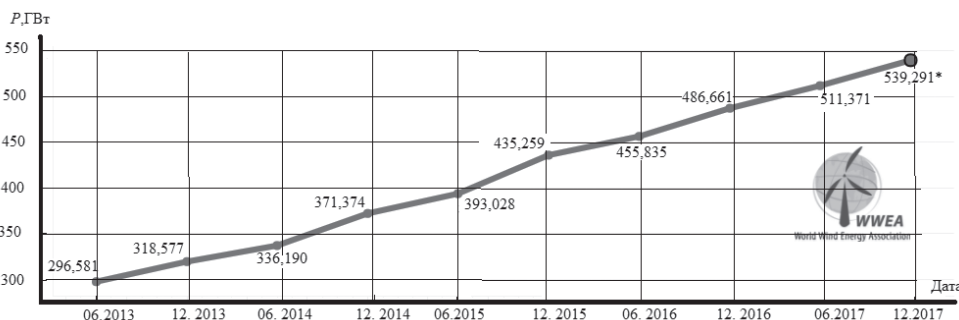


Рис. 2. Развитие ветроэнергетики в мире в период с 2013 по 2017 годы

Ежегодный прирост мощности ветростанций представлен в таблице 1, среднегодовые темпы роста составляют не менее 10%.

Таблица 1. Ежегодный прирост мощности ВЭУ за 2013-2017 годы

№	Год	Прирост мощности, ГВт	Темпы роста, %
1	2013	37,767 (на конец 2012 г. – 282,810 ГВт)	12,65
2	2014	52,797	16,57
3	2015	63,885	17,2
4	2016	51,402	11,81
5	2017	52,63	10,81

Не менее быстрыми темпами развивается и ветроэнергетика малых мощностей с единичной установленной мощностью ветроустановок до 50-100 кВт, площадью ометаемой поверхности ветроколес до 200 м² и напряжением питания по постоянному току до 1500 В и переменному до 1000 В [3].

Суммарная установленная мощность малых ВЭУ составила на конец 2015 года по данным международной Ассоциации ветроэнергетики WWEA составляет 948873 МВт, с ежегодным приростом мощности за 2015 год 14,28%. Динамика роста мощности ВЭУ малых мощностей представлена на рис. 3а.

Общее число зарегистрированных ВЭУ малых мощностей в мире составляет 990966 единиц, динамика роста их численности за период с 2010 по 2015 годы представлена на рис. 3б [3].

Таким образом, средняя мощность ВЭУ малой мощности составляет несколько меньше 1 кВт, а точнее – 0,9575 кВт.

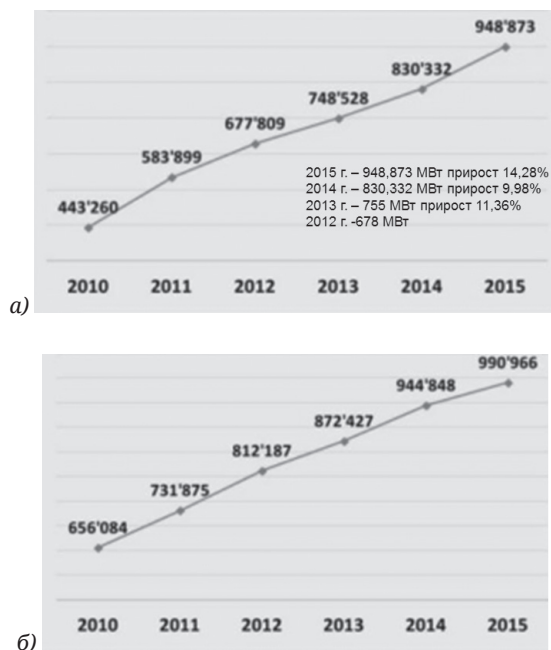


Рис. 3 Суммарная мощность (а) и количество (б) ветроэнергетических установок малой мощности, установленных в зарубежных странах мира

Стоимость электроэнергии, получаемой от ВЭУ малых мощностей в разных государствах существенно разнится (табл. 2) и отличается между Японией и Болгарией в 363,47 раза.



Таблица 2. Стоимость электроэнергии от малых ВЭУ в различных государствах мира

Страна/ Регион	Макс. мощность, кВт	Долл.США/ кВтч	Евро/ кВтч	Руб/ кВтч	Страна /Регион	Макс. мощность, кВт	Долл.США/ кВтч	Евро/ кВтч	Руб/ кВтч
Болгария	<30	0,095	0,084	6,25	Япония	<20	0,523	0,464	34,53
Канада						≥20	0,209	0,185	13,77
Новая Шотландия	<50	0,383	0,34	25,30	Латвия	<10	0,091	0,081	6,03
	>50	0,100	0,089	6,62		11-350	0,085	0,075	5,58
Китай, автон.	0,2-3	0,158	0,14	10,42		>351	0,072	0,064	4,76
Китай, сетевые	5-20	0,124	0,11	8,19	Португалия	<3,68	0,487	0,432	32,15
Китай, Тайвань	1-20	0,267	0,237	17,64	Словения	<1 МВт	0,107	0,095	7,07
	>20	0,088	0,078	5,80	Швейцария	<10 МВт	0,220	0,195	14,51
Дания	<10	0,372	0,33	24,56	Англия	<100	0,124	0,11	8,19
	10-25	0,225	0,2	14,88	США, Айова	<20	0,223	0,198	14,74
Греция	<50	0,282	0,25	18,61		20-100	0,141	0,125	9,30
Италия	< 1 МВт	0,338	0,3	22,33	США, Вермонт	<15	0,225	0,2	14,88
Израиль	<15	0,282	0,25	18,61	США, Индиана	42646	0,236	0,209	15,55
	15 - 50	0,361	0,32	23,81		10-200	0,141	0,125	9,30

Курс. 1Долл. США.=66,03 руб. 1Евро =74.42 руб.

Суммарная установленная мощность солнечных станций по данным немецкой аналитической компании Bernreuter Research, к концу 2017 года общая мощность солнечных установок в мире достигнет 100 ГВт, обеспечив тем самым, прирост установленной мощности солнечных батарей за 2017 год 30% [3].

Огромную роль в этом сыграл Китай, который занял лидирующие позиции в строительстве солнечных электростанций – их суммарная мощность в стране достигла 52 ГВт. Дальше с огромным отрывом идут США (12,5 ГВт), Индия (9 ГВт), Япония (5,8 ГВт), Германия (2,2 ГВт) и Бразилия (1,3 ГВт). Еще более скромный вклад внесли Австралия, Чили, Турция и Южная Корея [4].

2. Развитие ВИЭ в России

Значительно отстав от развития мировой ВИЭ Россия начинает бурное развитие возобновляемой энергетики. Структура энергетики России 1 февраля 2018 года по данным системного оператора единой электроэнергетической системы представлена в табл. 3 [5].

Таблица 3. Структура энергетических станций России

Электростанции	Установленная мощность, МВт	Доля в установленной мощности, %
ЭС России, всего	241 059,04	100,00
В том числе:		
ТЭС (тепловые)	162 926,51	67,59
ГЭС (гидравлические)	48 449,65	20,10
АЭС (атомные)	29 014,30	12,03
ВЭС (ветровые)	134,36	0,06
СЭС (солнечные)	534,22	0,22

2.1. Ветроэнергетика России

Суммарная установленная электрическая мощность ветряных электростанций ЕЭС России на 1 января 2017 года без учёта Крымской энергосистемы составляла 10,9 МВт, на 1 июня 2017 года с учётом Крыма – 99,91 МВт или всего 0,04% от установленной мощности электростанций энергосистемы [5].

По результатам конкурсов, проводимых Советом рынка в 2017 году и 2015-16 годов, в России в 2017-22 годах должны быть введены в строй ветропарки следующей мощности [6]:

- 2017 году был введен первый в России крупный ветропарк мощностью 35 МВт;
- 2018 году – 200 МВт;
- 2019 году – 400 МВт;
- 2020 году – 620,090 МВт
- 2021 году – 490,970 МВт;
- 2022 году – 530 МВт

Итого на конец 2022 года должно быть построены и введены в действие ветропарки с суммарной мощностью 2276,06 МВт.

В 2016 году компания Росатома «ВетроОГК» выиграла конкурс на строительство в Адыгее и Краснодарском крае трех ветроэлектростанций общей мощностью 610 МВт. Госкорпорация «Росатом» в 2018 году планирует ввести в эксплуатацию в России свой первый ветропарк на 150 МВт в Адыгее, на территории Шовгеновского и Гиагинского муниципальных районов республики. Станция будет сооружена в три очереди мощностью по 32 МВт, 70 МВт и 48 МВт соответственно. В состав станции войдет до 60 ветроэнергетических установок [7].

По итогам июньского Федерального тендера 2017 года тремя предприятиями должны быть сооружены следующие ветроэнергетические сооружения [6]:

- ООО «Фортум Энергия» – 26 точек поставки энергии общим объемом 1000 МВт: 50 МВт в 2018 г.; 200 МВт в 2019 году; 250 МВт в 2020; 250 МВт- в 2021 году, 250 МВт в 2022 году.
- АО «ВетроОГК» – 15 точек поставки энергии общим объемом 360 МВт в Адыгее, Краснодарском крае и Курганской области: 40 МВт в 2020 году; 40 МВт в 2021 году; 280 МВт в 2022 году;
- ПАО «Энел Россия» (ранее ОГК-5) – строительство двух объектов установленной мощностью 201 МВт в Мурманской области в районе поселка Териберка в декабре 2021 года Мурманской области – 201 МВт. Он будет состоять из 57 турбин высотой 84 метра, мощностью по 3,55 МВт каждая [9]. В 2021 году и 90 МВт в Ростовском регионе в районе города Азов в 2020 году [10].

Что касается ветроэнергетических установок малых мощностей, то можно отметить, что в последние годы в различных регионах России по экспертным оценкам установлено до 1 МВт малых мощностей. Ярким примером тому может служить активная политика, проводимая министерством энергетики Мурманской области, в которой на территории Терского берега были установлены ветро-солнечно-дизельные комплексы (табл. 4).

По информации региональных властей Мурманской области за первую половину 2015 года эксплуатация комплекса гарантированного электроснабжения в п. Пялица дало экономический эффект примерно в 3,5 млн руб. В результате была запущена и выполнена (табл. 4) еще одна специальная программа, получившая финансирование по данным сайта госзакупок, стоимостью 103,795 млн рублей, из которых 80% средств на её реализацию выделил региональный бюджет, 15% – федеральный и 5% – муниципальный [11].



Таблица 4. Ветро-солнечно-дизельные комплексы Терского берега Мурманской области

№	Поселение Терского р-на	Что установлено					
		Ветроустановки		Солнечные батареи		Дизель генератор	
1	д. Пялица	5 кВт	4 шт.	0,2 кВт	60 шт.	30 кВт	2 шт.
2	д. Тетрино	5 кВт	4 шт.	0,25 кВт	60 шт.	17,6 кВт	2 шт.
3	с. Чапома	10 кВт	5 шт.	0,25 кВт	120 шт.	88 кВт	2 шт.
4	с. Чаваньга	10 кВт	5 шт.	0,25 кВт	120 шт.	88 кВт	2 шт.

2.2. Солнечная энергетика России

Наиболее динамично развивающейся отраслью возобновляемой энергетики России является солнечная энергетика. На рис. 4 представлена карта распределения солнечной инсоляции на территории России. На конец 2017 года на оптовом рынке электроэнергии и мощности России (ОРЭМ) работало 12 сетевых солнечных электростанций (Исянгуловская СЭС, Соль-Илецкая СЭС, Переволоцкая СЭС, Грачевская СЭС, Кош-Агачская СЭС-2 Бутульчанская СЭС, Бурибаевская СЭС, Усть-Канская СЭС, Онгудайская СЭС, Плешановская СЭС, Орлов-Гайская СЭС, Бичурская СЭС) группы компаний «Хевел» с общей установленной мощностью 129 МВт. [12]

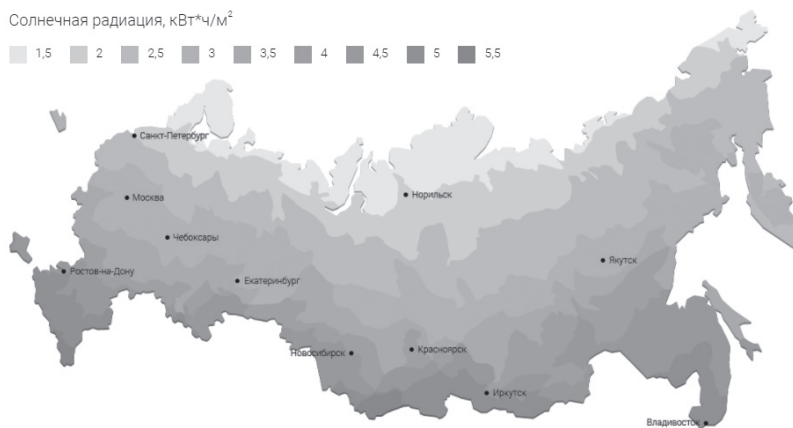


Рис. 4 Солнечная инсоляция регионов России

Выработка солнечных электростанций под управлением группы компаний «Хевел» превысила 146 ГВт·ч.

Активному развитию предприятий группы «Хевел» способствует пуск в апреле 2017 года Новочебоксарского завода предприятий госкорпораций «Ренова» и «Роснано» по производству одних из лучших в мире гетероструктурных солнечных панелей с КПД достигающим 20% и мощностью панели 300-320 Вт. Годовой объем выпуска энергогенерирующих мощностей на сегодняшний день новой линии составляет 160 мегаватт. Последующая модернизация производства позволит начать выпуск двухсторонних модулей с мощностью до 400 Вт и увеличить объем производства до 250 МВт в год [13].

Суммарная установленная мощность солнечных парков другого предприятия- «Солар Системс» (Solar Systems) составляет 335 МВт, учредителем предприятия является китайская компания AMUR SIRIUS POWER EQUIPMENT CO., LTD.

Компания «Т Плюс» приступила в начале 2018 года к строительству крупнейшей в России в солнечной станции на западе Оренбургской области совокупной установленной мощ-

ностью 105 МВт. Две новые солнечные станции будут построены в поселке Новосергиевка (45 МВт) и городе Сорочинск (60 МВт). Последняя станет самой крупной СЭС на территории России, построенной в рамках федеральной программы по развитию возобновляемых источников энергии. Строительство планируется завершить в начале 2019 года. Стоимость двух станций составляет свыше 10 млрд рублей [14].

СЭС в Новосергиевке будет состоять из 152175 фотоэлектрических модулей российского производства, расположенных на площади 92 га. В Сорочинске установят 202075 солнечных панелей на площади 123,3 гектара. Поставщиком модулей выступит ООО «Хевел» [15].

3. Развитие энергетики и возобновляемой энергетики в Республике Татарстан

Суммарная мощность энергетических станций в Республике Татарстан (РТ) составляет 7056 МВт, однако из-за нерентабельности большинства генерирующих станций реальная выработка энергии составляет около 3000 МВт, поэтому пятую часть необходимой более дешевой энергии Татарстан закупает на оптовом рынке электроэнергии и мощности [16].

Неэффективными станциями являются пять из девяти татарстанских станций (две станции Генкомпании (Казанская ТЭЦ-1 и Казанская ТЭЦ-2), Урусинская ГРЭС, Нижнекамская ТЭЦ-2 (принадлежит ОАО «Татнефть») и Казанская ТЭЦ-3 (ОАО «ТГК-16»), которые в сентябре 2014 года не прошли конкурсный отбор мощностей (КОМ).

Переломить ситуацию, согласно принятой Госсоветом РТ стратегии развития ТЭК Татарстана до 2030 года, должны намеченные в республике мегапроекты по модернизации станций [16].

Огромные перспективы в Республике Татарстан открываются перед развитием возобновляемой и малой энергетикой в соответствии с принятой Концепцией целевой программы «Развитие малой энергетикой в Республике Татарстан на возобновляемых источниках энергии» [17], которая вошла в «Стратегию развития топливно-энергетического комплекса Республики Татарстан на период до 2030 года», утвержденную Госсоветом 10 июня 2015 г и подписанную Президентом Республики Татарстан 17 июня 2015 года [18] и Комплексом мероприятий, обеспечивающих достижение долгосрочных целей Стратегии [19] предусмотрено развитие альтернативных источников энергии (малая гидроэнергетика, солнечная энергетика, ветроэнергетика, биоэнергетика) (пункт 3.4.3.3.).

Малая гидроэнергетика

В соответствии со Стратегией Малые ГЭС обеспечивают энергоснабжение отдельных потребителей, изолированных от энергосистемы, но большая их часть подключена к местным энергосистемам.

К классу малых ГЭС по экономическим соображениям относятся ГЭС мощностью от 50-100 кВт (микро-ГЭС) и до 5000 кВт (малая ГЭС).

Для создания таких мощностей возможны технические решения, принципиально отличные от традиционных, разработанных для более крупных ГЭС, в том числе:

- строительство бесплотинных водозаборов;
- создание водохранилищ, затопление которых не превышает максимально паводочного уровня;
- внеуровневое расположение зданий гидроэлектростанций;
- использование энергии естественных перепадов водотока.

Эти положения послужили руководством при разработке принципиальной схемы размещения малых ГЭС на территории Республики Татарстан.



Технический потенциал малых водотоков в Республике Татарстан в целом оценивается по средней мощности в 144,3 МВт и по среднегодовой выработке электроэнергии в 1,264 млрд. кВт·ч.

Наибольшим энергетическим потенциалом обладают реки Мензеля (58375 кВт·ч/кв. км), Степной Зай (50098 кВт·ч/кв. км), Шешма (45712 кВт·ч/кв. км), Кичуй (43755 кВт·ч/кв. км), Зай (43683 кВт·ч/кв. км), Малая Меша (32547 кВт·ч/кв. км), Зыча (32322 кВт·ч/кв. км).

Рассматриваются также и водохранилища, предназначенные для мелиорации. Их полезный объем используется в основном с мая по август. Наиболее перспективными для энергетического использования являются водохранилища на реках Мелля, Иганя, Беденьга, ручье Бурла.

Результаты оценок показывают, что на территории Республики Татарстан можно построить 67 малых ГЭС с установленной мощностью 27 МВт с ежегодной выработкой электроэнергии 68 млн. кВт·ч, в том числе в нефтедобывающих районах республики могут быть сооружены 32 малых ГЭС установленной мощностью 12,1 МВт, которые обеспечат выработку 39,1 млн. кВт·ч электроэнергии.

Определены энергетические стоимостные показатели первоочередных малых ГЭС. Результаты показывают, что от 14 первоочередных малых ГЭС общей с установленной мощностью 9,2 МВт может быть получена выработка электроэнергии 31,2 млн. кВт·ч и что сэкономлено 10,8 тыс. т. у. т.

Определение экономических показателей малых ГЭС РТ в настоящее время затруднено в связи с тем, что точная стоимость гидроагрегатов может быть определена только после выбора площадки строительства, так как конструкция и состав оборудования значительно зависят от режима работы ГЭС и характеристик электропотребителей. Таким образом, примерные затраты на реализацию первого этапа строительства малых ГЭС в Республике Татарстан составляют 4 млрд. рублей (в ценах 2005 года).

Строительство малых ГЭС в Республике Татарстан в соответствии со Стратегией предлагалось начать в 2017 году. В таблице 5 приведена примерная программа строительства малых ГЭС.

Таблица 5. Программа строительства малых ГЭС в Республике Татарстан

Годы	2017	2018	2019	2020	2021-2030
Вводимые мощности, МВт	Начало строительства	2	2	3	7

В целом по Республике Татарстан без учета крупных гидроэлектростанций (с установленной мощностью более 25 МВт) на долю ВИЭ в общем объеме потребления первичных энергетических ресурсов приходится менее 0,4 процента, к 2030 году ее доля должна увеличиться в несколько раз.

Развитие ветроэнергетики

В соответствии со Стратегией планируется и развитие ветроэнергетики. На территории Республики Татарстан имеется техническая возможность разместить 359 ветроэнергетических станций (далее – ВЭС) с использованием ветроустановок 600 кВт мощностью 722,4 МВт и выработкой электроэнергии 1275,2 млн. кВт·ч, расположенных во всех районах республики.

Установлено, что средняя годовая скорость ветра в условиях метеостанции заметно изменяется на территории Республики Татарстан и составляет 3,3-3,5 метра в секунду.

Наиболее благоприятные ветровые условия имеются на правом берегу р. Волги, вдоль берегов Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ, восточной части Бугульминско-Белебеевской возвышенности.

Наибольшим ветропотенциалом обладают Альметьевский (73,8 млн. кВт·ч), Бугульминский (59,4 млн. кВт·ч), Зеленодольский (59,1 млн. кВт·ч), Тетюшский (57,0 млн. кВт·ч), Верхнеуслонский (50,4 млн. кВт·ч) районы, и с 2017 года можно рассмотреть целесообразность строительства в этих районах ветроэлектростанций (таблица 6).

Таблица 6. Программа строительства малых ВЭС в Республике Татарстан

Наименование района/годы	2017	2018	2019	2020	2021-2030
Альметьевский	начало строительства	2	2	3	7
Бугульминский	начало строительства	1	1	2	5
Зеленодольский	начало строительства	1	1	2	5
Тетюшский	начало строительства	1	1	2	6
Верхнеуслонский	начало строительства	1	1	1	5

Развитие биоэнергетики

В рамках реализации проектов в области биоэнергетики на основе древесного топлива совместно с инновационной компанией ООО «Энерголеспром» и учеными федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» на базе государственного бюджетного учреждения «Учебно-опытный Пригородный лесхоз» реализуется инновационный проект по разработке технологии термохимической переработки низкотоварной древесины в жидкое биотопливо и древесный уголь.

Малая инновационная компания ООО «Энерголеспром», являясь резидентом инновационного центра «Сколково», при поддержке Министерства лесного хозяйства Республики Татарстан и некоммерческой организации «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан» разработала опытно-экспериментальные установки для переработки низкотоварной древесины, лесосечных отходов производительностью 50 кг/ч (коэффициент полезного действия – 80-85 процентов) и испытывает их в Столбищенском участковом лесничестве. Объем капитальных и текущих затрат составляет 4 млн. рублей, энергетическая эффективность переработки – 65-70 процентов. Положительным экологическим эффектом является утилизация отходов и реализация товарной продукции для внутреннего потребления и жилищно-коммунальной сферы.

В настоящее время компанией разрабатываются передвижные производственные комплексы для переработки низкотоварной древесины и лесосечных отходов производительностью 500-1000 кг/ч. (3,3-6,6 куб. метров в час щепы).

Использование биогаза

Потенциальные возможности сырьевой базы использования биогаза в Республике Татарстан с учетом существующего поголовья скота и птицы представлены в таблице 7.



Таблица 7. Потенциальные возможности сырьевой базы использования биогаза в Республике Татарстан

Поголовье скота и птицы, тыс. голов		Выход навоза в сутки, тонн	Количество вырабатываемого биогаза, тыс. куб. метров	Эквивалент энергии		Выход удобрений в сутки, тонн
				тепловой, Гкал	электрической, кВт·ч	
КРС	1055,1	17938	1794	8478,4	9860	17938
Свиньи	525,7	2098	210	1461,6	1699,8	2098
Птицы	14198,8	1774	177	513,5	597,2	1774
Овцы и козы	404,3	1207	1207	107,5	125	1207
Всего		23017	3388	10561	12282,4	23017

На территории муниципальных районов Республики Татарстан с развитым животноводством необходима переработка навоза и птичьего помета с производством биогаза и биоудобрений.

В результате реализации таких проектов ежегодно возможно вырабатывать около 53 млн. куб. метров биогаза (27-37 млн. куб. метров метана), 416 тыс. тонн твердого и 303 тыс. куб. метров жидкого биоудобрения.

Переработка навоза и помета решает проблему его складирования, снижает риск загрязнения почв, позволяет обеспечивать газом некоторые предприятия агропромышленного комплекса и производить доступные для местных хозяйств высококачественные биоудобрения.

Солнечная энергетика

Развитие солнечной энергетики в Татарстане сдерживается рядом факторов:

- солнечные электростанции генерируют электроэнергию днем, в то время как большая потребность в электричестве возникает как раз в вечерние часы. Это значит, что без аккумуляторов солнечные электростанции не будут эффективны;
- мировой опыт показал, что без государственной поддержки, наличия законодательно установленных экономических стимулов солнечная энергетика не получает развития;
- солнечные электростанции до недавнего времени являлись одной из наиболее дорогих используемых технологий производства электроэнергии.

Среднегодовое количество часов солнечного сияния в Татарстане находится в диапазоне 2,8-3,3 кВт·ч на кв. метр, в то время как среднее количество часов солнечного сияния в Подмоскowie составляет 2,3 (таблица 8).

Таблица 8. Среднее количество часов солнечного сияния, кВт·ч на кв. метр

Город	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Санкт-Петербург	0,35	1,08	2,36	3,98	5,46	5,78	5,61	4,31	2,60	1,23	0,50	0,20	2,80
Москва	0,50	0,94	2,63	3,07	4,69	5,44	5,51	4,26	2,34	1,08	0,56	0,36	2,63
Казань	0,68	1,44	2,82	4,29	5,52	5,93	5,72	4,49	2,86	1,51	0,83	0,54	3,06
Нижний Новгород	0,64	1,45	2,75	3,95	5,34	5,60	5,50	4,27	2,69	1,45	0,75	0,45	2,91
Екатеринбург	0,64	1,05	2,94	4,11	5,11	5,72	5,22	4,06	2,56	1,36	0,72	0,44	2,87

По мере снижения стоимости выработанной электроэнергии солнечная энергетика станет вполне конкурентоспособной и получит свое дальнейшее развитие в Республике Татарстан. Одним из возможных способов улучшения технико-экономических показателей гелиоустановок является их совместное использование с ветроустановками.

В Стратегии так же отмечается, что в настоящее время наиболее перспективным видом использования ВИЭ в республике является применение тепловых насосов.

На основании проведенного обзора Стратегии энергетического развития Республики Татарстан, можно сделать вывод о том, что в Республике планируется активное развитие возобновляемых источников энергии и планируемые результаты могут быть выполнены в связи с активным развитием производственных мощностей возобновляемой энергетики и общей ситуацией развития ВИЭ в России. И одним из примеров подтверждения этого является то, что в настоящее время в ОАО «Сетевая компания» активно ведется внедрение и развитие интеллектуальной активно-адаптивной сети «Smart Grid».

Литература

1. [http://www.wwindea.org/2017-statistics/February 12, 2018](http://www.wwindea.org/2017-statistics/February%2012,%202018) | Press ReleasesStatistics WWEA.
2. [http://www.wwindea.org/wwea-bulletin-special-issue-2015/November 6, 2015](http://www.wwindea.org/wwea-bulletin-special-issue-2015/November%206,%202015) | Statistics WWEA.
3. [http://www.wwindea.org/2017 Presented by: Summary small wind world report](http://www.wwindea.org/2017%20Presented%20by%3A%20Summary%20small%20wind%20world%20report).
4. [https://hightech. fm/2017/10/26/Global-solar-market](https://hightech.fm/2017/10/26/Global-solar-market).
5. <http://eenergy.media/2018/03/02/energetika-rossii-mezhdu-proshlym-i-budushhim/>.
6. <https://rawi.ru/ru/opublikovanyi-rezultatyi-otbora-proektorov-vie/>.
7. [https://arwe-expo.ru/news/rosatom-in-2018-plans-to-put-into-operation-in-russia-its-first-wind-farm. html](https://arwe-expo.ru/news/rosatom-in-2018-plans-to-put-into-operation-in-russia-its-first-wind-farm.html).
8. https://minenergo.gov.ru/press/min_news.
9. <http://bellona.ru/2018/04/23/bellona-murmanskoj-oblasti-neobhodim-ramochnyj-zakon-o-vie/>.
10. https://ru.wikipedia.org/wiki/Энел_Россия.
11. <http://bellona.ru/2014/10/08/tri-udalennyh-poselka-murmanskoj-obl/>.
12. <https://energybase.ru/power-plant/isyangulovskaya-solar-power-plant>.
13. <http://www.hevelsolar.com/products/>.
14. <http://www.tplusgroup.ru/press/news/single/t-pljus-nachinaet-stroitelstvo-krupneishikh-v-rossii-sol/>.
15. [http://www.tadviser.ru/index. php/Статья: Солнечная энергетика в России и мире](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Солнечная_энергетика_в_России_и_мире).
16. <https://www.business-gazeta.ru/article/136074>.
17. docs.cntd.ru/document/917028146.
18. [gossov.tatarstan.ru/fs/site_documents_struc/0412015. doc](https://gossov.tatarstan.ru/fs/site_documents_struc/0412015.doc).
19. [gossov.tatarstan.ru/fs/site_documents_struc/0412015. doc](https://gossov.tatarstan.ru/fs/site_documents_struc/0412015.doc).
20. [gossov.tatarstan.ru/fs/a_events/2288_fieldfullim/3-2-2. pdf](https://gossov.tatarstan.ru/fs/a_events/2288_fieldfullim/3-2-2.pdf).



**КОНЦЕПЦИЯ ЭКСПЕРТНО-КОНСАЛТИНГОВОЙ СЕТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ
ПРОЕКТОВ И ПРОГРАММ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Мартынов Е. В.,

*ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров
Республики Татарстан», г. Казань*

**THE CONCEPT OF EXPERT-CONSULTING NETWORK TO SUPPORT THE IMPLEMENTATION OF
PROJECTS AND PROGRAMMES RENEWABLE ENERGY**

Martynov E. V.,

*Center of energy saving technologies of the Republic of Tatarstan under the Cabinet of Ministers
of the Republic of Tatarstan, Kazan*

Аннотация

В работе предлагается концепция экспертно-консалтинговой сети (ЭКС) инженерного, информационного и инфраструктурного обеспечения реализации проектов и программы развития возобновляемой энергетики. Сформулированы цели и задачи ЭКС, основы, определяющие ее работу. Сформулированы требования к обеспечению процедур отбора и формирования экспертных групп ЭКС.

Annotation

The paper proposes the concept of expert consulting network engineering, information and infrastructure support for the implementation of projects and programs for the development of renewable energy. The goals and objectives of the expert consulting network and the basis for its work are formulated. Requirements to providing procedures of selection and formation of expert groups of expert consulting network are formulated.

При разработке и реализации проектов и программ развития возобновляемой энергетики необходимо принимать комплексные решения, оказывающие существенное влияние на социально-экономическое и экологическое состояние страны и ее регионов. В ряде регионов Российской Федерации местные резервы органического топлива ограничены и труднодоступны. В этих условиях использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является экономически целесообразной альтернативой. Кроме того, необходимо учитывать, что экономический потенциал ВИЭ постоянно растет в связи с постоянным удорожанием традиционного органического топлива и сопутствующими его применению экологическими проблемами.

В настоящее время развитию ВИЭ во всем мире и в Российской Федерации уделяется серьезное внимание. Учитывая достаточно большой потенциал ВИЭ во многих регионах нашей страны (по некоторым оценкам технический потенциал ВИЭ в 5 раз превышает объем потребления топливно-энергетических ресурсов России) можно ожидать, что доля ВИЭ в топливно-энергетическом балансе страны будет возрастать. Цена ошибок при принятии решения в этой области достаточно велика. Поэтому, задача обеспечения обоснованности принимаемых решений в области развития возобновляемой энергетики чрезвычайно актуальна.

Технические решения по проблематике ВИЭ часто основаны на сравнительно недавних научных открытиях, многие решения получены на стыке нескольких научных дисциплин. Принятие решений по данной проблеме сопряжено с весьма высокой степенью неопределенности, обусловленной недостаточным объемом имеющейся исходной информации. Получение требуемой информации с помощью методов натурного или математического моделирования требует больших затрат финансовых средств, времени и других ресурсов. В этих

условиях практически целесообразным методом оценки принимаемых решений является использование мнений и суждений группы квалифицированных экспертов при условии, что эти суждения получены с помощью специально разработанных процедур.

Экспертиза принимаемых решений с привлечением специалистов как способ получения информации традиционно использовалась и используется при выработке решений. Однако научные исследования по рациональному проведению экспертиз были начаты относительно недавно [1-7]. Сущность разрабатываемых научных методов экспертных оценок заключается в рациональной организации проведения экспертами анализа проблемы с количественной оценкой суждений и обработкой результатов.

Необходимо учитывать, что экспертные оценки это не готовое решение, а результаты профессионального анализа, помогающие принятию эффективных решений.

Для повышения обоснованности экспертных оценок используются специальные процедуры отбора экспертов, подготовки информации для проведения экспертиз и обработки результатов экспертизы. Применение экспертных методов помогает систематизировать процедуры сбора и анализа суждений специалистов, привести их к виду, наиболее пригодному для принятия обоснованных решений.

Квалифицированные специалисты в области ВИЭ живут в разных регионах нашей страны. Учитывая масштабы РФ обеспечить оперативность выполнения процедур проведения экспертиз в области ВИЭ возможно в рамках распределенной системы поддержки принятия решений – экспертно-консалтинговой сети (ЭКС) инженерного, информационного и инфраструктурного обеспечения реализации мероприятий и программ развития возобновляемой энергетики. ЭКС обеспечивает организацию дистанционного информационного взаимодействия специалистов-экспертов и лиц, принимающих решение (ЛПР), автоматизацию проведения экспертных процедур и консультаций по вопросам подготовки и реализации принимаемых решений и программных мероприятий.

Процесс подготовки и организации экспертизы с использованием ЭКС требует решения ряда проблем разного уровня сложности. Некоторые из них носят чисто технический характер (их решение зависит от деловых качеств лиц, ведающих подготовкой и организацией экспертизы). Некоторые определяются условиями конкретной экспертизы (например, спецификой учреждения, в котором она приводится) и не являются достаточно общими.

При этом есть проблемы, имеющие принципиальный и общий для всех экспертиз характер. Алгоритмы проведения этих процедур определяют основные бизнес-процессы выработки экспертных решений. К числу таких проблем относятся формирование экспертных групп и проведение процедур экспертизы – сбора, обработки и представления экспертной информации.

Среди проблем, связанных с проведением экспертиз, наименее всего разработана проблема формирования экспертных групп, поскольку она обусловлена тонкими психологическими и социологическими факторами. Центральной и наиболее сложной в указанном смысле задачей является отбор экспертов и формирование из отобранных экспертов экспертных групп с учетом требований, вытекающих из характера и числа поставленных перед экспертами вопросов.

Формирование экспертных групп – это проблем выбора из некоторого множества специалистов (кандидатов в эксперты) лиц, наиболее компетентных в рассматриваемом круге вопросов. Эту проблему целесообразно рассматривать как специфический вид профессионального отбора, в котором под степенью профессиональной пригодности понимается степень компетентности кандидата.



При формировании экспертных групп имеются и особые специфические аспекты, не разработанные теорией профессионального отбора.

Во-первых, в теории профессионального отбора не ставится вопрос о поиске кандидатов, для целей данного проекта он существен. Дело в том, что в профотборе рассматриваются, как правило, сложившиеся профессии и должности, требования к которым уже сформировались. В экспертизе же иная ситуация – здесь, скорее правило, чем исключение, постановка таких новых, сложных вопросов, что заранее не ясно, кто вообще, в принципе те специалисты, которые могут на них ответить. Очень часто вопрос лежит на стыке нескольких областей знаний. Следовательно, поиск профессионалов, способных (с той или иной степенью компетентности) давать информацию по поставленному вопросу, становится самостоятельной задачей.

Во-вторых, в экспертном отборе видоизменяется задача оценивания компетентности кандидатов. Если в традиционных задачах профотбора достаточно четко обозначены как характеристики компетентности, так и (хотя в меньшей степени) тесты для их измерения, то в отборе экспертов требуется новый подход к определению компетентности людей. Эксперт – это не только профессионал высокого класса, но и человек, умеющий на основе профессиональных знаний давать информацию по определенным требованиям и правилам.

В-третьих, в отличие от сложившейся теории профотбора в экспертном отборе появляется, как правило, необходимость в комплектовании групп экспертов. Причина в том, что экспертиза очень редко организуется для ответа на единственный вопрос. Чаще всего это комплекс взаимосвязанных вопросов или один комплексный, ответить на который можно, лишь выполнив процедуру декомпозиции. Поэтому параллельно работать должна не одна, а несколько экспертных групп.

Если рассматриваются не взаимосвязанные вопросы, необходимо проводить не одну, а несколько разных процедур отбора и формирования экспертных групп.

При создании экспертно-консалтинговой сети необходимо решить задачи формирования экспертных групп:

- выявление из множества специалистов кандидатов в эксперты,
- оценка компетентности кандидатов в эксперты,
- составление из компетентных специалистов экспертных групп под выполнение экспертиз конкретных проектов или программ.

Сформированная экспертно-консалтинговая сеть должна обеспечивать:

- организацию и проведение экспертиз и технико-экономических обоснований проектов и мероприятий программ развития возобновляемой энергетики;
- реализация дистанционного взаимодействия экспертов и лиц, принимающих решение, через сеть Интернет на основе авторизованного доступа к серверу системы;
- автоматизация основных процедур подготовки, проведения и обработки результатов экспертиз;
- автоматизация процедур оценки работы экспертов;
- создание и ведение баз данных, содержащих архивную информацию о проведенных экспертизах, нормативно-правовую и методическую документацию в области ВИЭ;
- предоставление консалтинговых услуг в области возобновляемой энергетики.

Литература

1. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Экспертные оценки. М.: Наука, 1973.
2. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980.
3. Миркин Б. Г. Проблема группового выбора. М.: Наука, 1974.

4. Панкова Л. А., Петровский А. М., Шнейдерман М. В. Организация экспертизы и анализ экспертной информации. М.: Наука, 1984.
5. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании./Добров Г. М., Ершов Ю. В., Левин Е. И., Смирнов Л. П. Киев: Наук, думка, 1974.
6. Ayyub B. M. Elicitation of expert opinions for uncertainty and risks. CRC Press, 2001.
7. Meyer M. A., Booker J. M. Eliciting and analyzing expert judgment. A practical guide. SIAM, Philadelphia, 2001.



**ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ «РАЗВИТИЕ РЫНКА
ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН» В 2017 ГОДУ И ПЛАНЫ
ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ НА 2018 ГОД»**

Газизуллин Б. Б.,

Филиал ООО «Газпром газомоторное топливо» в г. Казань, г. Казань

**THE RESULTS OF «THE GAS-ENGINE FUEL MARKET GROWTH IN THE REPUBLIC OF
TATARSTAN IN 2017» GOVERNMENT PROGRAM EXECUTION AND THE PROGRAM EXECUTION
VIEW IN 2018**

Gazizullin B. B.,

The Kazan branch of «Gazprom gas-engine fuel», Kazan

Аннотация

Последние 20 лет вся автомобильная промышленность находится в поиске альтернативы: гибридной, электрической, водородной и даже водяной. Автомобильное топливо на базе природного газа – одна из самых очевидных альтернатив, которую активно внедряют страны, имеющие собственные запасы газа. В России сегодня новый виток интереса к газомоторному топливу. Активно строится инфраструктура, автопроизводители готовят и запускают новые модели, созданные для использования газа, а «Газпром» запустил новый бренд автомобильного топлива – EcoGas. Это один из самых чистых видов автомобильного топлива. Топливо добывается из недр и поставляется на заправочные комплексы по трубопроводам. Октановое число природного газа – от 105 до 110 единиц. Качество природного газа EcoGas не зависит от времени года, а сам газ не содержит твердых частиц или примесей. EcoGas – один из самых безопасных видов топлива. По своему классу он безопаснее того же бензина, и вот почему. Природный газ легче воздуха, улетучивается и не скапливается в полостях при утечке. Он не создает опасной смеси с воздухом. Кроме того, современные емкости для хранения EcoGas, которые устанавливаются в автомобиль, сделаны из композитных материалов. В случае экстренного воздействия, например, при серьезной аварии, емкость не разрывается с хлопком, а распадается по волокнам, постепенно снижая давление в емкости. Сегодня природный газ – EcoGas – единственный доступный вид топлива, соответствующий стандарту «Евро-6», при его использовании на транспорте объем выбросов вредных веществ в атмосферу сокращается до 10 раз. Важна и экономическая составляющая: стоимость кубометра топлива EcoGas в среднем по России составляет 13,7 рублей. Природный газ становится новым стандартом автомобильного топлива в мире. На природном газе работают легковые автомобили, пассажирский автотранспорт, коммунальная, грузовая и специальная техника. Сегодня это один из самых быстрорастущих сегментов автомобильного рынка. Природный газ имеет самые высокие шансы заменить традиционные виды топлива. На сегодняшний день природный газ – это самое перспективное автомобильное топливо и главная альтернатива бензину и дизелю.

Annotation

For the last 20 years motor industry has been looking for an alternative types of fuel: hybrid, electric, hydrogen and even water. The motor fuel based on natural gas is one of the most obvious alternative types of fuel, which is actively implemented by the countries that have their own gas resources. Nowadays in Russia we see a new level of interest in gas-engine fuel. The infrastructure goes forward, motor manufacturers make ready and launch a new models using natural gas and Gazprom has launched a new brand of gas-engine fuel – EcoGas. This is one of the purest types of fuel. The fuel is extracted from the subsurface resources and is supplied to gasfilling systems through the

pipelines. The octane level of the natural gas is from 105 to 110 units. The EcoGas – natural gas quality doesn't depend on the time of year, and the gas by itself does not contain particulate materials or impurities. EcoGas is one of the secure types of fuel. Why it is more secure than others in its own rate? Natural gas is more light-weight than air, volatilizes and does not save up in the cavities when blows-by. It does not make any insecure mixes with air. Furthermore, the modern storage EcoGas tanks, installed in cars, are made of composite. In case of emergency or serious accidents, the container does not crack with a backfire, but creeps along the fibers, gradually reducing the pressure in the container. Today, natural gas – EcoGas – is the only type of fuel according with the Euro-6 standard, when it is used, the amount of the emission into atmosphere of pollutants reduces up to 10 times. Important The economy aspect is important too: the price average of Ecogas fuel in Russia is 13.7 rubles per 1 cubic meter. Natural gas is becoming as a new standard of a gas-engine fuel in the world. Natural gas is used by the cars, vehicles, passenger transport, trucks and special equipment. Today, it is one of the most active growing segments of the motor market. Natural gas has all the opportunities to replace all the well-spread types of fuel. Nowadays natural gas is the most potentially productive motor fuel and the main alternative to gasoline and diesel.

Введение

Между ПАО «Газпром» и Республикой Татарстан действуют соглашения о сотрудничестве и о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива. Распоряжением Кабинета Министров Республики Татарстан утвержден состав рабочей группы по реализации Соглашения, подписан План-график реализации проекта. Это позволило нам комплексно подойти к развитию рынка газомоторного топлива в Республике: мы обеспечиваем развитие производственно-сбытовой инфраструктуры для природного газа, Татарстан, в свою очередь, обеспечивает парком газовой техники. Компания «Газпром газомоторное топливо» ведет комплексную работу по расширению применения природного газа в качестве моторного топлива. Одно из важнейших направлений деятельности – популяризация природного газа среди автомобилистов. На сегодняшний день компания ведет активную работу по продвижению бренд EcoGas и совместных с Правительством Республики Татарстан маркетинговых программ.

С марта 2016 года в регионе реализуется государственная программа по субсидированию установки газового оборудования на транспорте как юридических, так и физических лиц. Опыт Татарстана – работающий пример того, как поддержка региона помогает развивать отрасль. Безусловно, без поддержки Р.Н. Минниханова и А.Г. Сафарова развитие газомоторной отрасли в регионе было бы невозможно. Татарстан уже сделал свой выбор: в республике на природном газе работает большая часть городского транспорта. Практически каждый горожанин ежедневно передвигается на автобусах, которые работают на природном газе. Ежемесячно 45 000 тысяч татарстанцев делают свой выбор в пользу EcoGas. Благодаря работе по всем направлениям – Татарстан является лидером по внедрению природного газа на транспорте.

Результаты и планы

В 2016 году по республиканской программе в Татарстане переоборудовано 782 автомобиля, в 2017 году 859 автомобилей, в этом году 172 автомобиля. Всего за время действия программы перевели на природный газ 1813 единиц техники.

Выполняя задачи по развитию газомоторной инфраструктуры на территории Республики Татарстан, Общество в 2016 году завершило строительство и ввело в эксплуатацию 9 новых АГНКС. В городах Зеленодольск, Бугульма, Нижнекамск 23 июня 2016 года введены



в эксплуатацию 3 АГНКС. В городах Казань (проспект Победы), Алексеевское, Азнакаево, Елабуга, Лениногорск, Набережные Челны (полная реконструкция) 23 декабря 2016 года введены в эксплуатацию 6 АГНКС. Таким образом, в настоящее время на территории Республики Татарстан для заправки автомобильного транспорта, использующего природный газ в качестве моторного топлива, действует сеть из 19 АГНКС: четыре в Казани, по две в Набережных Челнах, Нижнекамске и Бугульме, по одной в Зеленодольске, Альметьевске, Елабуге, Лениногорске, Буинске, Мамадыше, Азнакаево и Алексеевском. Одна АГНКС – «Арская» Шеморданского ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Казань» находится на закрытой территории с особым пропускным режимом станции (рис. 1).



Рис. 1. Действующие и планируемые АГНКС в Республике Татарстан

Суммарная проектная производительность созданной сети АГНКС составляет 147,9 млн. м^3 сжиженного природного газа (далее – КПГ) в год. Таким образом, суммарная производственная мощность АГНКС на территории Республики Татарстан с момента старта в 2013 году Государственной программы «Развитие рынка газомоторного топлива в Республике Татарстан на 2013-2023 годы» увеличилась практически в 2 раза (с 79 млн. $\text{м}^3/\text{год}$).

Созданная сеть АГНКС позволяет формировать циклические маршруты автомобильного транспорта, использующего природный газ в качестве моторного топлива, по всей территории Республики Татарстан. Объем реализации КПГ в Республике Татарстан по итогам 2017 года составил 28,59 млн. м^3 : Казань – 6,83 млн. м^3 ; Набережные Челны – 9,13 млн. м^3 ; Нижнекамск – 4,57 млн. м^3 ; Альметьевск – 2,36 млн. м^3 ; Зеленодольск – 1,45 млн. м^3 ; Буинск – 1,18 млн. м^3 ; Мамадыш – 868 тыс. м^3 ; Бугульма – 807 тыс. м^3 ; Елабуга – 370 тыс. м^3 ; Алексеевское – 328 тыс. м^3 ; Азнакаево – 271 тыс. м^3 ; Лениногорск – 257 тыс. м^3 ; Шемордан – 173 тыс. м^3 . Из них 13,4 млн. м^3 реализовано на 9-ти новых АГНКС, введенных в эксплуатацию в 2016 году. Объем реализации КПГ за 2017 год, по сравнению с показателями 2013 года (7,2 млн. м^3), увеличился практически в 4 раза. Средняя загрузка АГНКС в Республике Татарстан по итогам 2017 года составила 19,3%. Средний показатель загрузки АГНКС по России составляет 26%. Прирост реализации КПГ по сравнению с показателями 2016 года 22,9 млн. м^3 составил 25%. Таким

образом, производственная мощность созданной сети АГНКС на территории Республики Татарстан позволяет с большим запасом обеспечить потребность всей автомобильной техники Республики, использующей природный газ в качестве моторного топлива.

С целью дальнейшего развития газозаправочной инфраструктуры на территории Республики Татарстан Обществом в 2018-2020 гг. планируется строительство четырех АГНКС в городах: Альметьевск, Заинск, Нурлат, Казань (ул. Васильченко). На сегодняшний день для реализации проектов строительства АГНКС в Альметьевске и Заинске заключены договоры аренды земельных участков, ведется подготовка к выполнению проектных работ. Кроме того, с целью увеличения пропускной способности и снятия пиковых нагрузок станции при одновременной заправке нескольких единиц крупной техники, Обществом планируется проведение реконструкции АГНКС в г. Буинск.

Одним из городов, в которых пройдут матчи Чемпионата мира по футболу 2018 года, является Казань. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2016 года № 2858-р «Стратегия транспортного обеспечения Кубка конфедераций FIFA 2017 года и чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года в Российской Федерации» для городов-участников утверждены целевые показатели по приобретению автомобильного транспорта в газомоторном исполнении. Данный целевой показатель для Казани составляет 200 газомоторных автобусов. В настоящее время в г. Казань для заправки автомобильного транспорта, использующего природный газ в качестве моторного топлива, действует сеть из 4 АГНКС с суммарной производственной мощностью 39,8 млн. м³/год. Производственная мощность данных АГНКС позволяет с большим запасом обеспечить потребность в природном газе всего газомоторного автомобильного транспорта г. Казань. Текущая средняя загрузка АГНКС в г. Казань составляет 16%, новой АГНКС по проспекту Победы в г. Казань – 10%. Таким образом, с учетом текущего уровня загрузки, действующая сеть АГНКС в г. Казань способна обеспечить заправку порядка 1000 единиц газомоторной техники дополнительно к существующему в настоящее время количеству.



**О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ НА ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
И ВИЭ В РОССИИ**

Кролин А. А.,

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

**ON SOME PROBLEMS ON THE WAY OF ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY
DEVELOPMENT IN RUSSIA**

Krolin A. A.

National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow

Аннотация

Проанализированы цели и задачи энергетической политики в части обеспечения сбалансированного развития. В качестве главных средств обеспечения баланса определены энергосбережение и возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Дана оценка состояния энергоэффективности и ВИЭ в России, определены основные барьеры на пути их развития. Проведен ретроспективный анализ барьеров на пути развития энергоэффективности и ВИЭ в России за период 1996-2016 гг., показаны изменения в их структуре и степени влияния. Сделаны выводы о том, что задача реализация потенциала энергосбережения в России оказалась невыполненной. Вместе с тем, не существует никаких непреодолимых препятствий и барьеров на пути дальнейшего развития энергоэффективности и ВИЭ.

Annotation

The goals and objectives of energy policy with regard to ensuring balanced development have been analyzed. Energy saving and renewable energy sources (RES) are defined as the main means of ensuring the balance. An assessment of the state of energy efficiency and renewable energy in Russia has been made, and the main barriers to their development have been identified. A retrospective analysis of barriers to the development of energy efficiency and renewable energy in Russia for the period 1996-2016 have been carried out, changes in their structure and degree of influence are shown. Conclusions are drawn that the task of realizing the potential for energy saving in Russia has not been fulfilled. At the same time, there are no insurmountable obstacles and barriers to further development of energy efficiency and renewable energy sources.

В результате озабоченности мирового сообщества вопросами снижения негативного влияния изменений климата, уменьшения уязвимостей и повышения адаптационной способности общества в конце 80-х годов прошлого столетия был введен в обиход термин «sustainable development», который зачастую переводится на русский язык как «устойчивое развитие». Однако такой перевод не полностью отражает смысл данного термина, который подразумевает развитие, сбалансированное с учетом социальных, экономических, экологических целей общества. Наиболее точно этот термин переводится как «экологически безопасное и рассчитанное на долгосрочную перспективу социально-экономическое развитие». Таким образом, наиболее точным по смыслу переводом данного термина является «сбалансированное развитие».

Одна из самых полных по охвату систем индикаторов сбалансированного развития разработана Комиссией ООН по сбалансированному развитию (CSD), образованной в декабре 1992 года. В ней были выделены четыре области индикаторов: социальная, экономическая, экологическая, институциональная. По предложениям целого ряда стран был сформирован список из 134 индикаторов.

В части энергетической политики к числу наиболее значимых целевых индикаторов было предложено относить в первую очередь те, которые подчиняются так называемому «Правилу 3 Е» – «economy development», «energy security», «environmental protection», что на русский язык может быть переведено как обеспечение баланса по «Правилу 3 Э» между экономическим развитием общества, энергетической безопасностью и экологией (защитой окружающей среды от негативного влияния энергетических объектов).

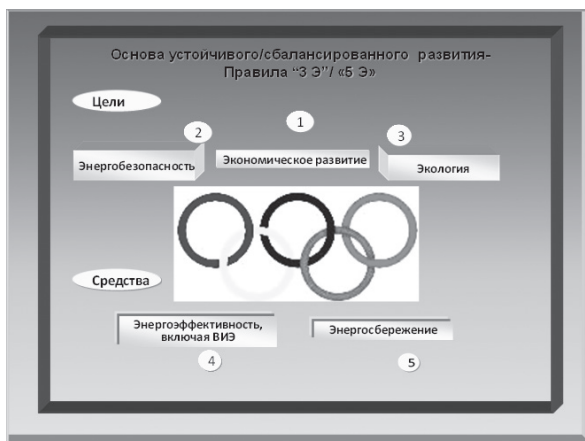


Рис. 1. Баланс целей и средств в энергетической политике

На рис. 1 показан баланс целей в соответствии с энергетической политикой развитых стран. Двумя важными инструментами для обеспечения поставленных целей являются энергосбережение и возобновляемые источники энергии.

В 2007 г. «технический» потенциал энергосбережения (техническим принято считать тот потенциал, который рассчитывается на основе сравнения существующих технологий производства, преобразования, передачи и потребления энергии с наилучшими доступными технологиями (НДТ)) оценивался на уровне 45% от всего объема потребления первичных энергоресурсов – порядка 400-420 Млн. т. у. т./год [1,4].

Энергоемкость ВВП в соответствии с Энергетической стратегией до 2030 г. должна была снизиться на 27% в 2015 г. по сравнению с 2009 г., а к 2020 году достигнуть снижения в 40%. Однако, по данным Минэнерго, снижение этого показателя к 2015 г. составило только 7,5%, да и то оно произошло в первую очередь за счет структурных изменений в секторах экономики, а не явилось следствием широкого внедрения НДТ.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что технический потенциал энергосбережения (400 млн. т. у. т./год) остался практически нереализованным, поскольку его верхняя граница непрерывно отодвигается в ходе научно-технического прогресса по мере появления новых, более энергоэффективных НДТ.

В таблице 1 показаны некоторые барьеры на пути повышения энергоэффективности и развития технологий ВИЭ в России [2,3]. Данный анализ проводился в 1996 году силами коллектива Российско-датского Института энергоэффективности, работавшего в те годы в период 1994-2005 гг. в рамках Соглашения о сотрудничестве в области энергетики между Министерством топлива и энергетики РФ и Министерством экологии и энергетики Дании. Проведение подобного анализа в 2016 году показало существенное изменение если не структуры, то степени влияния указанных барьеров на энергоэффективность и уровень внедрения технологий использования возобновляемых источников энергии.



Таблица 1. Барьеры на пути повышения энергоэффективности и развития технологий ВИЭ в России – ретроспектива

	1996	2016
Отсутствие энергоэффективности и ВИЭ в числе приоритетов энергетической политики	высокий	частично преодолен
Отсутствие эффективной законодательной базы	очень высокий	частично преодолен
Низкие тарифы на энергоресурсы	высокий	«преодолен»
«Тяжелая» структура экономики – ориентация на энергоемкие отрасли	высокий	частично преодолен
Отсутствие информации о преимуществах энергосбережения и ВИЭ	высокий	частично преодолен
Избыток ресурсов, провоцирующий их расточительство	высокий	частично преодолен
Неблагоприятные природные условия	высокий	высокий
Дефицит «длинных» денег	средний	очень высокий
Энергия, произведенная от ВИЭ, дороже полученной на традиционных источниках	очень высокий	частично преодолен
Трудности в интеграции источников ВИЭ в работу ЕЭС России	н/д	высокий

Целый ряд барьеров на пути энергосбережения, связанных с энергетической политикой, законодательством, структурой экономики, отсутствием информации и энергорасточительным мышлением, за прошедшие 20 лет был практически преодолен, хотя и существует определенный потенциал их дальнейшего снижения. А такое препятствие, как низкие тарифы на энергоресурсы, что снижало экономическую эффективность энергосберегающих мероприятий (ЭСМ), давно уже преодолен, и стоимость энергоносителей для бытовых и, особенно, промышленных потребителей сравнялась и в некоторых случаях даже превышает их цену в промышленно развитых странах. Слишком резкое «преодоление» данного барьера имеет во многом негативные последствия, в том числе и с точки зрения выполнения ЭСМ на стороне промышленных потребителей ввиду повышения себестоимости продукции и снижения объема собственных свободных средств. При этом на финансовом рынке в последние годы наблюдается все возрастающий дефицит «длинных» денег, который приводит либо к отсутствию, либо к слишком высокой стоимости заемных средств на выполнение ЭСМ.

В отношении внедрения ВИЭ за последние 20 лет произошло главное изменение – резко снизились удельные капитальные затраты на строительство источников, в первую очередь это касается ветроэнергетических установок (ВЭУ) и фотоэлектрических станций (ФЭС). В настоящий момент этот показатель для ФЭС составляет около 1 долл. США за 1 Вт установленной мощности, что более чем в 10 раз ниже показателя, характерного для подобных установок 20-летней давности. Аналогичная картина наблюдается и с ВЭУ, где стоимость 1 Вт установленной мощности на установках наземного исполнения упала ниже 1 долл. США, снизившись за последние два десятилетия в 2-2,5 раза. Таким образом, главный барьер на пути использования потенциала возобновляемых источников энергии к настоящему моменту преодолен.

Существует еще ряд барьеров на пути внедрения ВИЭ в России, связанных в первую очередь с несовершенством законодательной и нормативно-правовой баз, а также с самой при-

родой этих источников энергии, что предполагает трудности в прогнозировании выработки вторичных энергоресурсов и, как следствие, требует повышения маневренности традиционной генерации, а значит – существуют проблемы в интеграции таких установок в работу Единой Энергосистемы России. Эти трудности интеграции связаны со многими другими аспектами, такими как недостаточная развитость электрических сетей, негибкость диспетчирования и изменения перетоков, проблемы с надежностью работы сетей и старого оборудования электростанций, избыток генерирующих мощностей (отношение нагрузки к установленной мощности 0,69, а КИУМ тепловых станций составляет менее 49%).

Тем не менее данные проблемы, являясь техническими, имеют свои пути решения, и во многих странах они преодолены – например, в Дании сетевой системный оператор покрывает базовую нагрузку в первую очередь электрической энергией, вырабатываемой на установках, использующих ВИЭ, – парков ВЭУ и мини-ТЭЦ, работающих на сжигании биомассы.

Вывод

Некоторые выводы:

1. Технический и экономический потенциалы энергосбережения остаются практически нереализованными ввиду низких темпов повышения энергоэффективности и с учетом их увеличения с появлением новых НДТ.
2. Использование ВИЭ в России находится в зачаточном состоянии, но темпы внедрения в последние годы растут.
3. Не существует непреодолимых барьеров на пути развития энергоэффективности и ВИЭ, но требуется активная позиция государства по дальнейшему совершенствованию законодательства и методов контроля его выполнения.

Литература

1. И. А. Башмаков. Потенциал энергосбережения в России // – Энергосбережение № 1, 2009, стр. 28-36.
2. Ю. М. Коган. Барьеры на пути энергосбережения в России и возможности их преодоления // Информационный бюллетень «Новости РДИЭ», №15, 2003 г., стр. 1-5.
3. Ю. М. Коган. Барьеры на пути энергосбережения в России и возможности их преодоления (продолжение)// Информационный бюллетень «Новости РДИЭ», №16, 2003 г., стр. 1-4.
4. Кролин А. А., Манчха С. П. К оценке динамики изменения потенциала энергосбережения в России. // Труды шестой международной школы-семинара молодых ученых и специалистов «Энергосбережение: теория и практика» 22-26 октября 2012 г. Москва. Издательский дом МЭИ, 2012, С. 18-20.



**РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПЕРМСКОГО КРАЯ**

Закиров Д. Г.,

Ассоциация энергетиков Западного Урала, г. Пермь

Мухамедшин М. А.,

Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, г. Пермь

**THE RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE DEVELOPED SYSTEM OF INCREASE OF
POWER EFFICIENCY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE PERM REGION**

Zakirov D. G.,

Association of power engineers of the Western Urals, Perm

Mukhametshin M. A.,

Mining Institute of Ural branch of Russian Academy of Sciences, Perm

Энергоемкость российской экономики в 2-2,5 раза выше, чем в передовых странах мира. В себестоимости выпускаемой продукции доля энергетической составляющей в среднем по нашему региону составляет 15 %, а на крупных энергоемких производствах доходит до 50 %, что отрицательно влияет на конкурентоспособность выпускаемой продукции. Президентом России поставлена задача к 2020 году снизить энергоемкость ВВП не менее, чем на 40 % от уровня 2007 года [1].

В целях снижения энергоемкости и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции предприятий региона Ассоциация энергетиков Западного Урала проводит целенаправленную работу, оказывает содействие промышленным и коммунальным предприятиям как в снижении энергоемкости производства, распространении передового опыта внедрения энергоэффективных технологий и оборудования, проведение энергетического обследования, так и в решении вопросов, определяющих современную политику в области энергосбережения и тарифов.

Ассоциацией энергетиков Западного Урала совместно с Горным институтом УрО РАН разработана концепция научных основ создания энергоэффективной экономики Пермского края, комплексная инновационная система управления энергоэффективностью и экологизации производства, программа внедрения собственных автономных источников энергии [2].

Структурные алгоритмы системы, не имеют аналогов в других регионах, в основном направлены: на модернизацию энергетических объектов, максимальную выработку собственных энергоресурсов путем внедрения автономных источников энергии, максимально возможную утилизацию вторичных энергоресурсов, реализацию мероприятий, обеспечивающих сокращение энергетических затрат, внедрение энергосберегающих технологий, создание АСУ энергосберегающих комплексов. Система внедряется на промышленных предприятиях.

Алгоритм системы представлен на рисунке 1.

На большинстве предприятий края были проведены неоднократно энергетические аудиты, разработаны программы энергосбережения, внедрены автоматизированные системы учета потребления энергоресурсов, новые энергосберегающие технологии и оборудование, строятся автономные источники энергии. Ежегодно проводились Международные и Российские конференции по энергосбережению, выполнен ряд издательских проектов, 18 лет выпускался ежеквартальный журнал «Энергосбережение, проблемы энергетики Западного Урала», удостоенный премии Международной выставки и внесен в «Золотой фонд прессы». Ежегодно организуется и проводится конкурс на «Лучшее энергоэффективное предприятие Западного Урала», «Лучшую энергосервисную компанию», «Лучший энергетик Западного Урала».

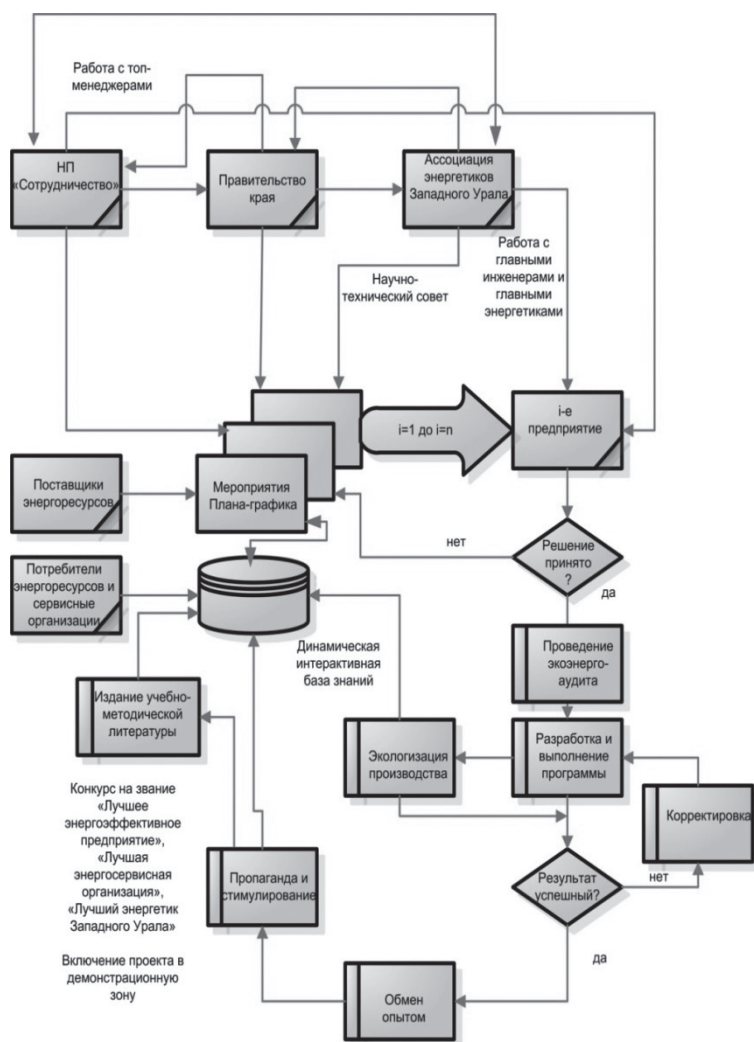


Рис. 1. Алгоритм комплексной инновационной системы управления энергоэффективностью и экологизации производства

Энергоемкость ВРП кг у. т./10тыс руб. по регионам Приволжского и Уральского федеральных округов представлена в таблице. Темпы снижения энергоемкости ВРП в пермском крае самые высокие по сравнению с нашими соседями и передовыми регионами РФ. В 2007 году энергоемкость ВРП Пермского края составляла 390 кг у. т./10 тыс. рублей, в 2015 году – 191 кг у. т./10 тыс. рублей. Показатели энергоемкости ВРП представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели энергоемкости по регионам РФ

Наименование	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Снижение за 4 года	Процент снижения
Нижегородская область	247	234	203	179	68	27,53



Пензенская область	177	153	153	138	29	16,3
Республика Башкортостан	232	227	214	199	33	14,2
Республика Марий Эл	211	197	159	131	80	37,9
Республика Мордовия	264	234	228	174	90	34,09
Республика Татарстан	184	153	144	124	60	32,6
Пермский край	328	308	217	191	137	41,76
Самарская область	278	249	255	203	75	26,97
Саратовская область	244	215	194	168	76	31,15
Удмуртская республика	168	187	166	141	27	16,07
Ульяновская область	210	191	176	161	49	23,3
Чувашская республика	194	180	173	157	37	19,07
Свердловская область	263	238	212	195	68	25,85
Челябинская область	460	423	376	312	148	32,17

Проводимая работа получила признание со стороны МинПромЭнерго РФ, Комитета по возобновляемым источникам энергии Союза научных и инженерных организаций и рекомендована для внедрения в других регионах России.

Благодаря активной совместной работы потребителей и производителей энергии, Правительства Пермского края, общественных организаций в Пермском крае достигнуты хорошие результаты, значительно снижается энергоемкость производства, что отмечено и подтверждается в государственном докладе «О состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности» в 2016 году, где отмечено на стр. 114, что наиболее значительное сокращение энергоемкости ВРП в текущих ценах составило в Пермском крае [3].

В этом огромная заслуга руководителей промышленных предприятий, которые добились больших успехов. Проводимая работа освещена в книге «Многолетний опыт повышения энергетической эффективности на предприятиях Западного Урала. Известные энергетики промышленных предприятий» [4].

На передовых промышленных предприятиях Пермского края рост объемов производства опережает потребление энергетических ресурсов, что является положительным фактором в снижении энергоемкости производства.

В последние годы Минэнерго РФ проводится мониторинг проводимой работы по повышению энергетической эффективности в регионах РФ. Мониторинг проводится по 10-ти показателям, основным из которых является повышение энергетической эффективности в бюджетной сфере, здравоохранение, образование и ЖКХ, которой занимается правительство регионов, где требуется большой административный ресурс.

Мне очень импонирует проводимая работа в Республике Татарстан, где сам президент Минниханов Р. Н. уделяет большое внимание экономии топливно-энергетических ресурсов в бюджетной сфере, здравоохранение, образование, ЖКХ и промышленности.

Литература

1. Концепция Энергетической стратегии России на период до 2030 г. Приложение к журналу «Энергетическая политика: М.: ГУИЭС. 2007, 116 с.
2. Закиров Д. Г., Рыбин А. А. Использование низкопотенциальной теплоты. Москва: РУСАЙНС, 2015. – книга 1-158 с., книга 2-154 с.
3. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 г.
4. Закиров Д. Г. Многолетний опыт повышения энергоэффективности на предприятиях Западного Урала. Известные энергетики промышленных предприятий. // Пермь, изд-во ЧП Дунаева Л. А., 2017. – 463 с.



**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ВЕТРОГЕНЕРАТОР С МАХОВИЧНЫМ НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ
И С МАГНИТНЫМ МУЛЬТИПЛИКАТОРОМ**

Афанасьев А. Ю., Берёзов Н. А., Газизов И. Ф., Макаров А. В.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

**ENERGY EFFICIENT WIND GENERATOR WITH FLYWHEEL ENERGY STORAGE
AND MAGNETIC MULTIPLIER**

Afanasiev A. Yu., Berezov N. A., Gazizov I. F. Makarov A. V.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

Настоящая статья посвящена описанию маховичной ветроустановки, позволяющей эффективно накапливать и преобразовывать ветряную энергию в регионах с переменными и порывистыми ветрами. Устройство построено на базе синхронного генератора с магнитным мультипликатором и маховиком.

Annotation

This article is devoted to the description of the flywheel wind system, which allows to efficiently store and transform wind energy in regions with variable and gusty winds. The device is built on the basis of a synchronous generator with a magnetic multiplier and a flywheel.

Последнее время характеризуется резким увеличением энергопотребления производством, транспортом, сельским хозяйством. В связи с истощением невозобновляемых природных энергетических ресурсов (каменный уголь, нефть, газ, сланцы) и с экологическими проблемами, возникающими при сжигании углеводородного топлива, возрастает потребность в альтернативных источниках энергии, в частности, использующих энергию ветра и световую энергию солнца. Стоимость создания и эксплуатации солнечных батарей и ветроустановок сравнительно велика. Поэтому большое значение имеет эксплуатация таких объектов с максимальной эффективностью [1].

Ветряной двигатель имеет серьезные преимущества в ряду других двигателей: низкую первоначальную стоимость, простоту конструкции и обслуживания, не говоря уже о том, что ему не нужно топлива. Но ветер очень капризен. То он дует с яростной силой, вырывая деревья, срывая крыши домов и обрекая на неудачу всякие попытки его использования, то прекращается на долгие часы, дни и даже недели, делая бесполезными все ветряки. Эти свойства ветра ограничивают его использование, и, казалось, делают ветродвигатели бесперспективными в зонах с непостоянной скоростью ветра.

Кроме того, существующие электрохимические аккумуляторы имеют ограниченную скорость заряда батареи, и часть получаемой ветроустановкой энергии при порывах ветра теряется, уменьшая энергоэффективность ветряной электростанции. Данная проблема может быть решена с применением механических накопителей энергии, которые позволяют выравнивать пульсирующие мощности, которую вырабатывает генерирующая установка в условиях постоянно меняющейся скорости ветра [4, 5].

В маховичных накопителях энергия запасается в виде кинетической энергии быстро вращающегося маховика. Удельная энергия, запасаемая на каждый килограмм веса маховика, значительно больше той, что можно запасти в килограмме статического груза, даже подняв его на большую высоту, а последние высокотехнологичные разработки обеспечивают плотность накопленной энергии, сравнимую с запасом химической энергии в единице мас-

сы наиболее эффективных видов химического топлива. Другой огромный плюс маховика – это возможность быстрой отдачи или приёма очень большой мощности, ограниченной лишь пределом прочности материалов.

Современные конструкции с вакуумной камерой вращения и магнитным подвесом супермаховика из кевларового волокна обеспечивают плотность запасённой энергии более 5 МДж/кг, причём могут сохранять кинетическую энергию неделями и месяцами. По оптимистичным оценкам, использование для наливки сверхпрочного «суперкарбонового» волокна позволит увеличить скорость вращения и удельную плотность запасаемой энергии ещё во много раз – до 2-3 ГДж/кг.

Также существуют проблемы, связанные с применением в ветрогенераторных конструкциях механических передач с зубчатыми колёсами, у которых в условиях использования низких температур происходит застывание смазок, что приводит к выходу из строя шестерённых передач и к заклиниванию механизмов. Такая проблема может быть решена применением бесконтактных магнитных мультипликаторов-редукторов, у которых отсутствуют потери на трение, нет необходимости применения смазочных материалов и затрат на эксплуатацию, а также замены передаточных механизмов.

Конструкция предлагаемой ветроэнергетической установки представлена на рис. 1.

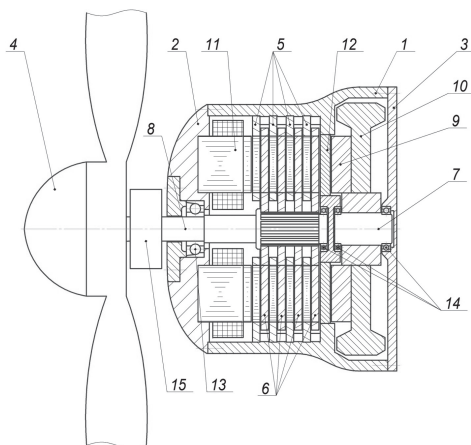


Рис. 1. Продольное сечение ветрогенератора

Ветрогенератор с маховиком и с магнитным мультипликатором-редуктором имеет: корпус 1; подшипниковые щиты 2, 3; ветродвигатель 4; диски статора 5; диски ротора 6; вал маховика 7; вал ротора 8; постоянные магниты 9; маховик 10; статор с обмотками 11; перегородка 12; подшипники 13, 14; обгонная муфта 15.

Диски 5 статора (см. рис. 2) имеют чередующиеся элементы в виде секторов из магнитного (показаны тёмным цветом) и немагнитного (показаны светлым цветом) материалов. Диски ротора 6 (см. рис. 3) выполнены из аксиально намагниченных секторов чередующейся полярности. Магнитные элементы выполнены шихтованными из электротехнической стали. Количество магнитных и немагнитных элементов дисков статора z_c и намагниченных секторов ротора z_p , приходящихся на один полюс, отличаются на единицу $z_p = z_c \pm 2p$, где p – число пар полюсов постоянных магнитов 9. Чередующиеся диски статора и ротора образуют магнитную систему, реализующую мультипликатор при прямом потоке энергии и редуктор – при обратном потоке [3].

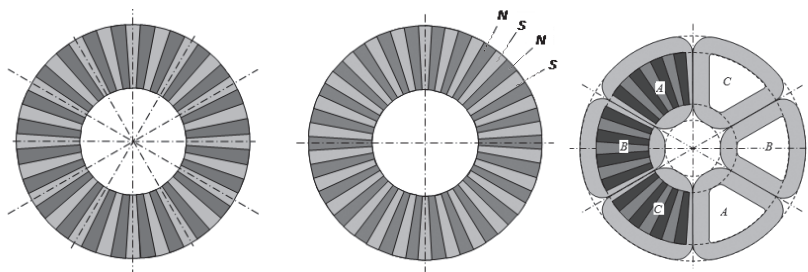


Рис. 2. Диск статора Рис. 3. Диск ротора медленного вращения Рис. 4. Статор

Статор с обмотками 11 (см. рис. 4) содержит зубцы из электротехнической стали с катушками и коронки зубцов. Катушки, расположенные диаметрально, соединены последовательно встречно и образуют три фазы обмотки статора: А, В и С. Число пар полюсов здесь $p = 2$ [2].

Ветрогенератор имеет 4 постоянных магнита 9, намагниченных аксиально и образующих чередующиеся полюса. Ветрогенератор работает следующим образом. Вращающиеся лопасти ветродвигателя 4 приводят во вращение диски ротора 5, изменяя зоны максимума магнитной проводимости. Постоянные магниты 9 следуют за этими зонами. Благодаря эффекту муара, зоны большой магнитной проводимости и постоянные магниты вращаются со скоростью, превышающей скорость вращения ветродвигателя в $z_p/4$ раз. Вместе с постоянными магнитами 9 вращается маховик 10, накапливая энергию $WJ = J\omega^2/2$.

При увеличении скорости ветра его энергия передаётся через генератор в электрическую сеть и накапливается маховиком.

При снижении скорости ветра энергия, накопленная маховиком 10, преобразуется в электрическую. При этом, магнитная передача работает как редуктор, снижая скорость вращения. Чтобы ветрогенератор не нагружал при этом систему, используется обгонная муфта 15.

Для уменьшения потерь на трение маховик помещается в вакуумированный кожух, образованный подшипниковым щитом 3, корпусом 1 и перегородкой 12. Для уменьшения потерь в подшипниках есть возможность использовать магнитный подвес.

В результате применения маховика в вакуумированной камере, получается более стабильная и энергоэффективная работа энергетической установки при значительных колебаниях скорости ветра. Применение магнитной передачи в качестве мультипликатора и редуктора позволяет повысить энергетическую эффективность и надёжность ветрогенератора.

Литература

1. Афанасьев А. Ю., Берёзов Н. А., Макаров А. В. Энергетическая установка с оптимальным использованием энергии ветра. // Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»/1-3 апреля 2015 г. С. 424-427.
2. Березов Н. А. Синхронный двигатель с многослойным решетчатым магнитопроводом. // Сборник докладов Региональной молодежной научно-технической конференции. «Автоматика и электронное приборостроение»/25-29 апреля 2016 г. С. 315-319.
3. Афанасьев А. Ю., Берёзов Н. А., Макаров А. В., Сиразетдинов Р. Т., Деваев В. М. Синхронный электродвигатель с магнитной редукцией. МПК H02K 49/06, H02K 19/06, Патент РФ № 2588599 от 10.07.2016.
4. Воронин С. М. Возобновляемые источники энергии и энергосбережение./Воронин С. М., Оськин С. В., Головкин А. Н. – Краснодар, КубГАУ, 2006, 267 с.
5. Амерханов Р. А. Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии. – М.: КолосС, 2003. – 532 с.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СЕРОВОДОРОДА С ПОЛУЧЕНИЕМ
ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА НА МИНИ-ТЭС**

*Афанасьева О.В., Мингалева Г.Р., Вафин А.Р.,
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань*

**THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF UTILIZATION OF SULFURETTED
HYDROGEN WITH RECEIVING BY-PRODUCT AT LOW CAPACITY POWER PLANT**

*Afanaseva O. V., Mingaleeva G. R., Vafin A. R.,
Kazan State Power Engineering University, Kazan*

Аннотация

Экологическая составляющая работы угольной мини-ТЭС является одним из важнейших факторов ее эксплуатации. В этой связи вопросы экологических выбросов и утилизации образующихся отходов являются актуальными и требуют тщательной технологической проработки. В предлагаемой работе рассмотрена технологическая схема для утилизации сероводорода, образующегося при газификации твердого топлива, с получением товарного продукта – серы в условиях мини-ТЭС. Проведена предварительная технико-экономическая оценка предлагаемого технологического решения, определены капитальные и эксплуатационные затраты.

Annotation

The ecological component of low-capacity coal-fired power plant is one of the most important factors of its operation. In this regard, the issues of environmental emissions and recycling of waste are urgent and require careful technological development. The technological scheme for the utilization of hydrogen sulphide, which is formed during the gasification of solid fuel, is considered in the work with the production of a commodity product – sulfur in low-capacity power plant conditions. A preliminary technical and economic assessment of the proposed technological solution was carried out, capital and operating costs were determined.

Актуальность

Малая распределенная энергетика на сегодняшний день является наиболее экономичным решением энергетических проблем в условиях все возрастающей потребности в энергоресурсах. Автономность объектов малой энергетики позволяет решить задачу энергоснабжения удаленных и энергодефицитных районов, которым затруднительно найти финансирование на строительство станций большой мощности, прокладку теплоцентралей, сооружение линий электропередач.

Целью данного этапа научной работы является разработка технологического решения для системы очистки генераторного газа от сероводорода на тепловых электростанциях малой мощности, при этом одним из основных условий является полная утилизация образующихся на мини-ТЭС выбросов с получением ценных побочных продуктов.

Технологическая схема

Из литературных источников известно большое разнообразие методов очистки газов от сероводорода, однако данные технологии разрабатывались в основном для крупных топливно-энергетических комплексов [1-3]. Выбор способа очистки зависит от конечного использования газа, его состава, физических характеристик, объема газа, который нужно очистить. Учитывая тот факт, что одним из основных критериев, которому должно отвечать оборудование мини-ТЭС, является его компактность, в качестве метода очистки от сероводорода в работе рассмотрен адсорбционный способ с применением активированного угля, по-



звolyающий выделять серу в чистом виде. Более того, необходимый для очистки активированный уголь можно получать непосредственно на мини-ТЭС. Разработанная технологическая схема системы очистки генераторного газа от сероводорода на угольной мини-ТЭС представлена на рис. 1. Процесс осуществляется следующим образом. Неочищенный охлажденный генераторный газ направляется в циклон и фильтр для очистки от твердых крупных и мелких частиц, и затем поступает в первый адсорбер А-1 (вместе воздухом или аммиаком). После насыщения слоя, обнаруживаемого по появлению небольших количеств сероводорода в очищенном газе, газ подается во второй адсорбер А-2, а первый адсорбер А-1 выключают для регенерации угля.

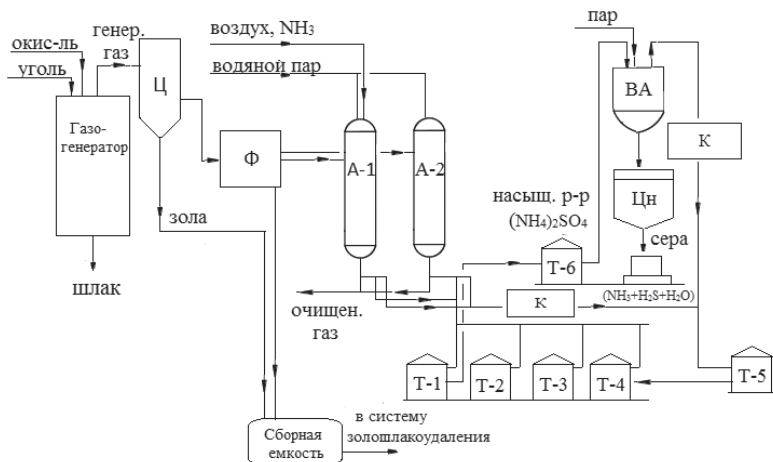


Рис. 1. Схема процесса очистки генераторного газа от сероводорода адсорбцией на активированном угле на мини-ТЭС: А1, А2 – адсорберы, Ц – центрифуга, Цн – циклон, ВА – выпарной аппарат, Т-1, Т-2, Т-3, Т-4, Т-5, Т-6 – резервуары, Ф – фильтр, К – конденсатор оросительный

Регенерацию угля проводят, экстрагируя серу водным раствором сернистого аммония, с последующей пропаркой угля для удаления остаточного сернистого аммония. Насыщенный раствор из резервуара Т-1 подают в насыщенный слой адсорбера А-1 до полного закрытия угля жидкостью. После выдержки для растворения серы раствор сернистого аммония спускают обратно в резервуар Т-1. Экстракцию повторяют, закачивая растворы из резервуаров Т-2, Т-3 и Т-4, чтобы раствор из последнего резервуара контактировался с практически полностью очищенным углем. Далее уголь, который содержит только раствор сернистого аммония, обрабатывают насыщенным паром. После пропаривания адсорбер может повторно использоваться в цикле. Пары, выделяющиеся при пропаривании слоя и содержащие аммиак, сероводород и воду, конденсируются в оросительном конденсаторе К; образующийся конденсат поступает в резервуар Т-5, из которого перекачивается в резервуар Т-4 с раствором сернистого аммония. После нескольких повторений процесса экстракции раствор в резервуаре Т-1 оказывается насыщенным. Насыщенный раствор перекачивается из резервуара Т-1 в резервуар Т-6, из которого поступает в выпарной аппарат ВА. Здесь раствор нагревают острым паром, в результате чего сернистый аммоний разлагается. Отходящие пары, содержащие сероводород, аммиак и воду, конденсируются в конденсаторе К, а твердая сера с небольшим количеством воды выводится в нижней части выпарного аппарата ВА. Вода, отделяющаяся от серы в центрифуге, используется для орошения конденсатора. Сера получается в виде зерен, содержащих поряд-

ка 1-2% влаги. Зола, отделяющаяся в циклоне, направляется в систему золошлакоудаления, туда же может направляться шлак от газогенератора.

Технико-экономическая оценка

Расчет основных технико-экономических показателей системы проводился в следующей последовательности [4].

Капитальные затраты K определяли по следующей формуле:

$$K = K_{об} + K_{тр} + K_{м} + K_{п-н}, \quad (1)$$

где $K_{об}$ – затраты на оборудование, руб.; $K_{тр}$, $K_{м}$ – затраты на транспортировку и монтаж оборудования, руб.; $K_{п-н}$ – затраты на пусконаладочные работы, руб.;

$$K_{об} = C_{ц} + C_{р} + C_{адс} + C_{фz} + C_{с.е.} + C_{в.а.} + C_{цн} + C_{к}, \quad (2)$$

$$K_{тр} = K_{м} = 0,8 \cdot K_{об}, \quad (3)$$

$$K_{п-н} = 0,4 \cdot K_{об}, \quad (4)$$

где $C_{ц}$ – цена циклона, руб.; $C_{р}$ – цена резервуаров, руб.; $C_{адс}$ – цена адсорберов, руб.; $C_{фz}$ – цена фильтра грубой очистки, руб.; $C_{с.е.}$ – цена сборной емкости, руб.; $C_{в.а.}$ – цена выпарного аппарата, руб.; $C_{цн}$ – цена центрифуги, руб.; $C_{к}$ – цена конденсатора, руб.

При расчете эксплуатационных издержек системы учитывались издержки на оплату труда с учетом ЕСН $\mathcal{E}_{фот}$, издержки на техническое обслуживание $\mathcal{E}_{м.о.}$, амортизационные отчисления $\mathcal{E}_a$, издержки на реагенты $\mathcal{E}_{реаг.}$. Издержки на электроэнергию не учитываются, так как электроэнергией будет обеспечивать сама мини-ТЭС.

Издержки на оплату труда $\mathcal{E}_{фот}$ с учетом ЕСН, руб./год:

$$\mathcal{E}_{фот} = 12 \cdot L \cdot N \cdot 1,302, \quad (5)$$

где L – численность эксплуатационного и привлеченного персонала для обслуживания системы, $L = 3$ чел.; N – средняя заработная плата одного работающего с ЕСН (30,2%), $N = 30000$ руб./мес.

Издержки на техническое обслуживание $\mathcal{E}_{м.о.}$, руб./год:

$$\mathcal{E}_{м.о.} = 0,02 \cdot K_{об}, \quad (6)$$

Амортизационные отчисления $\mathcal{E}_a$, руб./год:

$$\mathcal{E}_a = a \cdot K_{об} \cdot 10^{-2}, \quad (7)$$

где a – норма амортизационных отчислений, $a = 8,5\%$.

Результаты и выводы

Основные технико-экономические показатели приведены в таблице 1.

Учитывая, что средняя стоимость серы на рынке составляет 5000 руб./тонну, ее последующая реализация будет определяться в первую очередь количеством производимой серы



мини-ТЭС, и на основании этого будет выбираться возможное направление ее использования.

Таблица 1. Техничко-экономические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значения
Общие капитальные вложения K	руб.	197832600
в т. ч. $K_{об}$	руб.	65944200
$K_{тр}$	руб.	52755360
$K_{м}$	руб.	52755360
$K_{п-н}$	руб.	26377680
Годовые эксплуатационные затраты $\mathcal{E}$	руб.	13349781
в т. ч. $\mathcal{E}_{фот}$	руб.	1406160
$\mathcal{E}_{реак.}$	руб.	5019480
$\mathcal{E}_{т.о.}$	руб.	1318884
$\mathcal{E}_a$	руб.	5605257

Таким образом, разработанная система очистки генераторного газа, позволяет не только обеспечить экологическую чистоту выработки энергии на мини-ТЭС, но и производство ценного побочного продуктов, утилизация которого повысит эффективность всей технологической схемы. В дальнейшем планируется проведение термодинамического анализа данной схемы для оценки ее эксергетической эффективности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-08-00295 «А».

Литература

1. Семенова Т. А. и др. Очистка технологических газов. 977. 314 с.
2. Siefers A. M. A novel and cost-effective hydrogen sulfide removal technology using tire derived rubber particles/Iowa State University Ames, Iowa, 2010, P. 1-85.
3. Коуль А. Л. Очистка газа: государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы/А. Л. Коуль, Ф. С. Ризенфельд – М 1962. – 398 с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Мингазетдинов И. Х., Кулаков А. А.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

Газеев Н. Х.,

Республиканский совет общественной организации «Общество изобретателей и рационализаторов Республики Татарстан», г. Казань

THE DEVICE FOR THE SMALL-SCALE POWER GENERATION

Mingazetdinov I. Kh., Kulakov A. A.,

Kazan national research technical university of A. N. Tupolev, Kazan

Gazeev N. Kh.,

*Republic council of public organization «Society of Inventors and Rationalizers
of the Republic of Tatarstan», Kazan*

Аннотация

В работе рассмотрены различные рациональные подходы к разработке биоэнергетических установок для сельскохозяйственных предприятий. Представлен вариант решения данной проблемы путем разработки комбинированного биореактора (патент РФ № 105624), в котором совмещается несколько технологических операций.

Annotation

In work various rational approaches to development of biopower installations for the agricultural enterprises are considered. The version of the solution of this problem by development of the combined bioreactor (the patent Russian Federation No. 105624) in which some technological operations are combined is presented.

Одним из перспективных направлений альтернативной энергетики является использование биомассы для получения биогаза [1]. Биоэнергетика относится к возобновляемым источникам энергии и исключает загрязнение окружающей среды органическими отходами. Кроме того, сжигание биогаза в энергетических установках не увеличивает общее количество диоксида углерода в атмосфере, так как при сжигании биомассы выделяется то же количество диоксида углерода не большее того, которое до этого растение поглотило из атмосферы.

Получение биогаза из органических отходов осуществляется при анаэробном сбраживании сырья в специальных аппаратах – метанотенках. Исходным сырьем может служить зеленая биомасса растений, навоз животноводческих производств, отработанный ил аэротенков, пищевые отходы. Метановое брожение осуществляется в несколько этапов. Начальные этапы включают несколько различных реакций, при которых микробное сообщество разлагает сложные органические соединения в низшие карбоновые кислоты, спирты, аминокислоты, аммиак, сероводород, глицерин и т.д. Эти реакции идут в кислой среде. Следующие этапы состоят из реакций, в результате которых метаногенные бактерии расщепляют продукты первого этапа с образованием метана и диоксида углерода. Эти реакции реализуются в щелочной среде [2].

Для реализации вышеперечисленных процессов разработан комбинированный биореактор [3], в котором совмещается несколько технологических операций. Исходный органический материал поступает в патрубок загрузки, где специальным поршнем уплотняется и подается в зону предварительного измельчения. Поступающую биомассу шнек направляет



к ногам крупного измельчения. Далее эта масса поступает в камеру мелкого измельчения, где также имеется подающий шнек. Камера мелкого измельчения выполнена конической, сужающейся к ножам мелкого измельчения. После мелкого измельчения, т. е. после завершения структурной подготовки биомассы, последняя попадает в камеру перемешивания. Из камеры перемешивания через нижние окна масса поступает в зону кислого брожения, в которой имеется перемешивающее устройство. В дальнейшем биомасса перемещается в следующую камеру для щелочного и метанового брожения. Отвод биогаза производится через специальный клапан с гидрозатвором.

Вращение шнеков, измельчающих ножей и перемешивающих лопастей производится от внешнего привода через редуктор. Определяющими параметрами биореактора являются температура, доза загрузки и степень перемешивания. Обычно процесс анаэробного сбраживания реализуют в мезофильном (30-35°C) или термофильном (50-55°C) режиме. Для поддержания необходимого температурного режима, в нижней части аппарата имеется нагревательное устройство с терморегулятором. Нагрузки на емкость аппарата при мезофильном режиме составляют 3-4,5 кг/(м³ сутки), а при термофильном режиме – 6-7 кг/(м³ сутки). Общее время сбраживания – 8 суток при мезофильном режиме и 5 – при термофильном.

В настоящее время реализуется получение биогаза по различным схемам (одноступенчатая и двухступенчатая) в нескольких аппаратах. Намечается тенденция проектирования больших установок, с объемом до 9000 м³ и значительным числом аппаратов (до четырех). Это может быть оправдано для больших сельскохозяйственных предприятий. Предложенное устройство можно рекомендовать для отдельных фермерских хозяйств с небольшим поголовьем крупного рогатого скота.

Литература

1. Найман С. М., Газеев Н. Х., Глебов А. Н., Фролов Д. В. Техника и технология переработки и утилизации отходов: Учебное пособие. – Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. – 418с.
2. Найман С. М., Газеев Н. Х., Глебов А. Н. Термические методы переработки твердых отходов: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – 234с.
3. Мингазетдинов И. Х., Газеев Н. Х., Найман С. М., Сагдиева Н. З., Комбинированный биореактор // Патент РФ № 105624, Булл. № 17 от 20.06.2011 г.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИЛИВОВ И ОТЛИВОВ
В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

Ким А. Г.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**FUTURE USE TIDAL ENERGY
IN ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES**

Kim A. G.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В статье рассматривается исследование энергии морей и океанов как альтернативный источник при помощи приливных электростанций (ПЭС). По предварительным оценкам суммарная мощность энергии приливов и отливов мирового океана оценивается в 1 миллиард кВт, в то время как суммарная энергия всех рек земли составляет 850 миллионов кВт. Применение энергии приливов и отливов представляет собой большую энергетическую ценность для человека. Приведены примеры из нескольких точек земного шара. При малых напорах и относительно небольшой амплитуде волн, целесообразно использовать спиральную камеру турбины. Осесимметричный подход и создание необходимого вращения перед направляющим устройством устраняет неустойчивые условия работы в турбине и обеспечивает высокую эффективность в рабочем процессе. Приведены примеры из нескольких точек земного шара.

Annotation

The article examines the energy of the seas and oceans as an alternative source with the help of tidal power plants (PES). According to preliminary estimates, the total energy of tidal energy of the world ocean is estimated at 1 billion kW, while the total energy of all rivers of the earth is 850 million kW. The use of tidal energy is a great energy value for a person. Examples are given from several points on the globe. With small heads and a relatively small wave amplitude, it is advisable to use a spiral turbine chamber. Axisymmetric approach and creation of the necessary rotation in front of the guide device eliminates unstable working conditions in the turbine and ensures high efficiency in the work process. Examples are given from several points on the globe.

На сегодняшний день одной из главных проблем для человечества является внедрение нетрадиционных источников энергии, как возобновляемый ресурс, в оборот потребления. И решить эту проблему возможно такими способами как: улучшение технологического процесса с точки зрения энергоёмкости производства; улучшение энергосберегающих технологий; расширение производства энергии за счёт восстанавливающих источников.

Еще в конце XIX века мир начал использовать такой вид энергии, как приливы и отливы. Возможно в будущем, энергия приливов и отливов станет экологически чистым, и легко добываемым ресурсом.

Для выработки такого вида энергии устанавливают ПЭС перекрыв плотиной залив или устье впадающей в море, океан, реки, которая таким образом создает бассейн приливной электростанции. Работа ПЭС осуществляется мощностью волн во время прилива и силой оттока во время отлива. При необходимой амплитуде волны прилива создается напор такой силы, достаточной для вращения гидротурбин [1].

К примеру, во Франции действует ПЭС «Ля Ранс», одна из мировых лидеров по мощности. Находится в устье реки Ранс и её установленная мощность достигает до 240 МВт. Место



строительства этой станции было специально подобрано по мощности прилива в устье реки. Амплитуда волн в том районе достигает более 13 метров, а в среднем около 8 метров.

В России одной из приливных электростанций является экспериментальная Кислогубская ПЭС, расположенная на берегу Баренцева моря. И тут высота волн достигает всего 2-4 м. Для работы в таких условиях следует использовать турбины, работающие при малой амплитуде и с дополнительным завихрением потока для дополнительного крутящего момента вращения вала.

В соответствии с принципом работы гидравлические турбины могут быть активными и реактивными. Турбина является основным рабочим элементом, за счет которой и происходит преобразование энергии. В каждом из видов турбин, вода подводится по-разному. В активных вода подводится через сопла к рабочему колесу, а реактивных – через направляющий аппарат. Ортогональная турбина как нельзя лучше подходит для приливных электростанций (ПЭС) и волновых гидроэлектростанций с их циклическими волновыми процессами, так как направление вращения ротора, а также характеристики этой турбины при соответствующем конструктивном оформлении не зависят от периодически изменяющегося направления течения сплошной среды, в которую она помещена. Поскольку это поперечно-струйная турбина, значительно упрощаются конструкция гидроагрегата и конструкция наплавного блока здания ПЭС. Самое важное это то, что для поперечно-струйных турбин при больших глубинах установки агрегатных блоков можно значительно уменьшить диаметр рабочего колеса, применяя рабочие колеса с вертикальным валом. При этом, чтобы эффективно использовать всю площадь поперечного сечения потока при большой глубине, на общем вертикальном валу ортогональной турбины устанавливается несколько рабочих колес. В результате резко снижается удельная стоимость гидроагрегата. Технологически даже многоярусный гидроагрегат с несколькими ортогональными турбинами на общем валу достаточно прост в изготовлении.

В случае малых напоров и относительно небольшой амплитуды волн следует использовать спиральную камеру турбины. По сравнению с другими типами, данная камера турбины имеет небольшие размеры, даёт осесимметричный подвод потока и необходимую ее закрутку. Осесимметричный подход и создание необходимого вращения перед направляющим устройством устраняет неустойчивые условия работы в турбине и обеспечивает высокую эффективность в рабочем процессе.

Конструкция спиральных турбинных камер выполняется со следующими требованиями:

- 1) Обеспечение однородного распределения по периферии направляющего устройства.
- 2) Поток перед лопатками, непосредственного аппарата, должен обтекать с небольшим углом атаки на основных режимах работы турбины.
- 3) Радиальные размеры и конфигурации такой камеры должны быть такими, чтобы скорость воды в ней не превышала допустимых значений, которые определяются потерей допуска и не должны превышать требований общей компоновки здания ПЭС.
- 4) Достаточная прочность конструкции и исключение протечек в различные части здания.

Форма радиальных секций спиральной камеры тесно связана с ее производством, определяется напором и размерами. При малых напорах (≤ 4 м), в данном случае для России, спиральная камера создается на железобетоне, а для упрощения производства строительства, ее форма радиальных сечений в виде прямых линий.

Эксплуатация приливных электростанций ведёт к неблагоприятным экологическим выбросам загрязнённой воды и изменениям землепользования на участке станции. Избежать неблагоприятных последствий можно, если использовать однобассейную схему двухстороннего действия, что поможет сохранять весь естественный цикл и создать экологическую безопасность приливной энергии [2].

Существуют не только приливные ПЭС, но и речные. Их разница в том, что для работы речных электростанций требуются определенные погодные условия, что в свою очередь бывает не всегда стабильно и поэтому работа таких станций зависит от переменных погодных условий, а приливные зависят от состояния фазы луны, притяжения земли и прочих явлений космоса.

Так же существует нестабильность выработки энергии в течении лунного месяца, в отличие от солнечных, что не даёт стабильно эксплуатировать энергию в максимальное время потребления. Поэтому во время нестабильности работы приливных электростанций, когда нет постоянного напора, турбины должны иметь высокий коэффициент полезного действия при неравномерности [3].

Сам гидроагрегат можно переключать в нескольких позициях: генераторном и насосном. Если выключить генератор поток будет перетекать из моря и обратно. В насосном режиме, чтобы повысить мощность, осуществляется вынужденный переток воды в бассейн.

Литература

1. Использование водной энергии. Учебник для вузов/Ю.С. Васильев, В.И. Виссарионов, В.В. Елистратов и др./Под ред. Ю.С. Васильева. – М-С-Пб: Энергоатомиздат, 2015.
2. Денисов В.В. Денисова И.А. Гутенев В.В.: Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие-Феникс, 2015, с. 382
3. Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов. Материалы VI Школы молодых ученых имени Э.Э. Шпильрайна. 23-26 сентября 2013 г./Под ред. д. т. н. А.Б. Алхасова: ИП Овчинников (АЛЕФ), 2013. с. 416



**ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ
В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

Иванова Е. Ю.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**SOLAR POWER ENGINEERING AND PROSPECTS OF ITS DEVELOPMENT
IN CONSTRUCTION**

Ivanova E. Yu.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы проектирования, строительства и эксплуатации зданий, конструкции которых совмещены с устройствами улавливания, преобразования и использования энергии возобновляемого источника – солнечной энергии с целью экономии энергии традиционных источников.

Annotation

In the work considered the problems of designing building and maintenance of structures, incorporating special arrangements for collection, converting and utilization of restored energy source-solar radiation intended to save the energy of conventional sources of energy.

Гелиоэнергетика является одной из самых перспективных направлений альтернативной энергетики. Энергетика солнца по всей вероятности станет и в будущие эпохи самой приемлемой благодаря своей естественности, неисчерпаемости и экологической чистоте.

Солнечная радиация может быть преобразована в полезную энергию, используя, так называемые, активные и пассивные солнечные системы. К активным солнечным системам относятся солнечные коллекторы и фотоэлектрические элементы.

Данная работа затрагивает вопросы, касающиеся пассивных солнечных систем, базирующихся на таком проектировании зданий и использовании таких строительных материалов, которые позволили бы максимально использовать энергию солнца.

Прогнозируя возможный сегодня и вероятный в будущем вклад возобновляемых источников энергии в топливно-энергетический баланс здания, следует рассматривать здание как систему, взаимосвязанную с энергетической ситуацией и окружающей здание средой, активно воспринимающую рассеянную низкопотенциальную энергию с трансформацией ее до требуемого потенциала. В связи с тем, что вклад возобновляемых источников энергии нередко ограничен по различным причинам и не дешев, здание должно иметь минимальные потери энергии в окружающую среду. Добиваясь этого конструктивными методами, следует учитывать взаимосвязь здания с окружением – архитектуру, традиции, экологию. Все это требует системного подхода, достаточной информации о мировом и отечественном опыте, проведению исследований, подобных тем, что представлены в данной работе. В частности, это касается потенциальных возможностей республики Татарстан [1].

Действующая методика расчета экономической эффективности не учитывает в полной мере сопоставимых затрат на мероприятия по энергосбережению.

Это объясняется тем, что к оценке нетрадиционных источников энергии мы подходим с традиционными мерками. Такая тенденция должна претерпеть изменения в ближайшем будущем [2].

Данная работа обусловлена необходимостью разработать концептуальный подход к использованию возобновляемых источников энергии в новых энерготехнологиях.

Выделим некоторые наиболее важные для гелиотехнических разработок свойства электрического поля солнечной радиации, создаваемого в непосредственной близости от строительных объектов [2].

Произведен инженерный анализ влияния формы и ориентации сооружения на его энергообеспеченность. Два приема оценки приведенной солнечной облученности на основе коэффициентов геометрического подобия и энергетической эффективности формы, позволили сделать выводы относительно сравнительной энергетической обеспеченности солнечной радиацией множества зданий и сооружений различных форм для разнообразных региональных гелиоклиматических условий [3]. В качестве строительного эталона для определения эффективной облученности зданий и отдельных ограждений солнечной радиацией целесообразно принять абсолютно черное тело, имеющее форму куба с условным размером граней 1 м, установленного на незатеняемой открытой площадке и ориентированного по четырем сторонам света.

Приведенная облученность эталона не изменится, если размеры граней, а следовательно, площади наружных ограждений куба будут иметь любую другую произвольную величину. Это свойство эталона весьма значимо и как для актинометрического анализа солнечной облученности зданий, так и для теплотехнических сопоставлений облученности с расходом теплоты наружными ограждениями. Из множества прямоугольных зданий для исследований были отобраны семь экстремальных форм следующих типов:

- 1 – эталон (здание кубической формы);
- 2 – здание меридиональной ориентации, низкое, вытянутое в плане;
- 3 – то же, высотное;
- 4 – развитое в плане сблокированное малоэтажное здание;
- 5 – здание широтной ориентации, вытянутое в плане;
- 6 – то же, высотное;
- 7 – дом-башня.

Для градостроительства большой практический интерес представляет анализ гелиотехнических аспектов широтного и меридионального размещения зданий. Графики годового хода приведенной облученности показывают, что в северных широтах, где солнечная радиация и в летнее время воспринимается как положительный фактор в формировании теплового баланса, предпочтительна меридиональная ориентация, обеспечивающая общий выигрыш в лучистом теплопритоке к наружным ограждениям в пределах до 30% и более. В южных широтах, где солнечная радиация в летние месяцы рассматривается как отрицательный фактор, создающий тепловой дискомфорт, а зимой, наоборот, целесообразен максимальный солнечный подогрев, предпочтительна широтная ориентация зданий, обеспечивающая высокую круглогодичную оптимизацию теплового режима, усиливающуюся при применении специальных архитектурных и гелиотехнических конструктивных решений наружных ограждений.

Здание непосредственно взаимодействует с солнечной радиацией в пределах инсолируемого объема и глубины лучепрозрачного слоя наружных и внутренних ограждений. Исследованию подвергались различные ограждения, испытывающие вследствие причин астрономического, геофизического и геометрического характера, неодинаковую энергетическую нагрузку. В связи с этим, различные части и объемные элементы зданий, такие как рядовые одно- и многофасадные квартиры, рядовые и торцовые секции, угловые блоки, верхние этажи и их фрагменты в пределах одного здания, в энергетическом отношении обеспечены солнечной радиацией по-разному. Ввиду большого разнообразия вариантов и необходимости



исследования множества типов зданий, задачи по определению энергетических ресурсов частей зданий решались с использованием ЭВМ.

В отопительном сезоне по обеспеченности солнечной энергией первые три места занимают гелиоквартиры рядового этажа южной, юго-западной и юго-восточной ориентации. Далее следует южный гелиоблок верхнего этажа, который обеспечен солнечной энергией на 25% меньше рядового этажа той же южной ориентации. В летний период наибольший интерес представляют здания с наименьшей приведенной солнечной облученностью. Оказалось, что ее имеют многоэтажные дома широтной ориентации и здания квадратные в плане (например дом-башня).

Исходя из этого и с учетом коэффициентов компактности и огражденности, можно рекомендовать при проектировании оптимального в геотехническом отношении здание, объемное решение которого близко к кубу.

Заключение

Технические решения солнечного энергозамещения тепловых потерь строительных объектов, адекватные различным ситуациям гелиоклимата, могут быть классифицированы по следующим основным направлениям:

- разработка зданий и сооружений, весь полезный объем которых отапливается (терморегулируется) с использованием солнечной энергии;
- разработка в системе проектируемых и строящихся зданий, либо реконструкция в эксплуатируемых зданиях объемных микроячеек (квартира, секция, надстройка, часть здания) с одно-, двух-, трех- и четырехфасадным облучением;
- соединение в комплексах двух и более функционально разнотипных зданий, одно (или часть) из которых отапливаются с использованием солнечной энергии, а другие не отапливаются или не требуют использования солнечной энергии;
- использование отдельных ограждений зданий и сооружений из числа ближайших к геотехническому объекту в качестве переотражателей (концентраторов) солнечной энергии с целью дополнительного облучения объекта;
- создание гелиопоселков или микрорайонов города с единой или мультиплицированной системой солнечного термостатирования;
- разработка зданий или комплексов с пообъектным или централизованным, в том числе межсезонным, аккумулированием солнечной энергии [4].

При этом, из-за наличия межгодовой и внутримесячной изменчивости поступления солнечной энергии, все системы солнечного обогрева и охлаждения строительных объектов нуждаются в отопительных дублерах.

В связи с тем, что значение солнечной постоянной для геотехнических расчетов стандартизировано международным соглашением, результаты работы, полученные для оценки энергетической обеспеченности сооружения в целом и для отдельных ограждений в частности в процентах от солнечной постоянной, можно считать универсальными и использовать применительно к самым разнообразным случаям.

Литература

1. Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России, М.: РХТУ им. Менделеева, 2015
2. The NASA Surface meteorology and Solar Energy. Data set // 2014/[http:// eosweb.larc.nasa.gov/sse](http://eosweb.larc.nasa.gov/sse) (дата обращения: 20.02.2017).
3. [http:// business-gazeta.ru/article/136074](http://business-gazeta.ru/article/136074) (дата обращения: 05.03.2017).
4. Состояние и перспективы развития мировой энергетики. Россия и современный мир, №4, 2001.

**О ШИРОКОМАСШТАБНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА
В АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ КОРИДОРАМ**

*Тарханов О. А., Чернов П. П.,
г. Казань*

OF WIDESPREAD USE OF MOTOR FUEL IN ROAD TRANSPORT CORRIDOR

*Tarkhanov O. A., Chernov P. P.,
Kazan*

Аннотация

Широкомасштабного использования газа в качестве моторного топлива в транспортных средствах не происходит уже в течение длительного времени по объективным причинам, несмотря на существенно низкую стоимость его реализации потребителям. ПАО «Газпром» и ряд субъектов Российской Федерации, в том числе Республика Татарстан, совместно осуществляют газификацию автомобильного транспорта по заключаемым между ними соглашениям, предусматривающим выполнение программы поэтапного создания газозаправочных станций и перевода парка регионального автотранспорта на газ. Достижение существенной реализации газомоторного топлива и значительного эксплуатационного эффекта от газификации автомобильных парков в отдельных субъектах России не представляется возможным ввиду их зависимости от объемов и постоянства (систематичности) выполняемых перевозок грузов или пассажиров для обеспечения окупаемости затрат как перевозчиков, так и владельцев газозаправочных станций.

Annotation

Large-scale use of gas as motor fuel in vehicles does not occur for a long time for objective reasons, despite the significantly low cost of its implementation to consumers. PJSC Gazprom and a number of constituent entities of the Russian Federation, including the Republic of Tatarstan, are jointly carrying out gasification of motor transport under the agreements concluded between them, providing for the implementation of the program of phased creation of gas filling stations and transfer of the Park of regional vehicles to gas. Achieve significant sales of motor fuel and a significant operational effect of gasification of car parks in the individual regions is not possible due to their dependence on the volume and constancy (regularity) of the performed transport of goods or passengers to ensure recovery of costs for both carriers and owners of gas stations.

Achieve significant sales of motor fuel and a significant operational effect of gasification of car parks in the individual regions is not possible due to their dependence on the volume and constancy (regularity) of the performed transport of goods or passengers to ensure recovery of costs for both carriers and owners of gas stations.

Широкомасштабного использования газа в качестве моторного топлива для легковых автомобилей, автобусов, грузовых и коммунальных транспортных средств в нашей стране не происходит уже в течение длительного времени по объективным причинам, несмотря на существенно низкую стоимость его реализации потребителям по сравнению с ценами традиционных видов топлива нефтяного происхождения, которые постоянно растут.

Прогнозируемые объемы реализации газа для транспорта и планируемое территориальное расширение российских рынков его сбыта увеличиваются несущественно, даже не смотря на сдерживание роста цен на газомоторное топливо и предоставление государственных субсидий на приобретение газовой техники, а также на необходимость экономии важных



для использования в различных производствах нефтяных ресурсов на основании прогнозов истощения их запасов в течение ближайших десятилетий.

Основными причинами, сдерживающими рост потребления газа для автотранспортных средств, являются *отсутствие на них спроса*, экономически оправданного для обеспечения серийного выпуска газомоторных автомобилей и автобусов, *направленность газификации транспорта на осуществление перевода на газ* имеющихся у владельцев автомобильной техники путем внесения изменений в двигатели и установки на них газовой топливной системы, *повышенные требования безопасности* их эксплуатации и проведения технического обслуживания, *дополнительные затраты автотранспортных предприятий* на приобретение специализированного сервисного оборудования и техническое оснащение отдельных взрывобезопасных помещений (боксов).

ПАО «Газпром» и ряд субъектов Российской Федерации, в том числе Республика Татарстан, совместно осуществляют газификацию автомобильного транспорта по региональным программам на основе заключаемых между ними соглашений, предусматривающих поэтапное создание или развитие существующей сети газозаправочных станций и перевода парка регионального автотранспорта на газ. Такое направление осуществления и расширения газификации автомобильных грузовых пассажирских перевозок, работы специализированного и коммунального автотранспорта *основано на «регионально-зональном» подходе газификации* на территориях (производственно-экономических зон) с наибольшей концентрации автотранспортного парка и объемом выполняемых в них местных перевозок (работ) с целью обеспечения максимально возможной загрузки газозаправочных станций и окупаемости вложенных в их создания инвестиционных затрат.

Однако достижение широкомасштабного использования газа автотранспортном, а также значительного эксплуатационного эффекта от его регионально-зональной газификации в некоторых субъектах России не представляется возможным ввиду их зависимости от объемов и постоянства (систематичности) выполняемых перевозок грузов и пассажиров, коммунальных и строительных работ.

Для достижения широкомасштабного применения газомоторного топлива необходимо к реализуемому регионами с Газпромом подходу по газификации транспорта *использовать также межрегионально – магистральный подход* обеспечения перевозок с использованием газомоторных автомобилей по федеральным (межрегиональным) и международным автомагистралям (дорогам) транспортных коридоров. Такие перевозки характеризуются значительными объемами и большей системностью их осуществления, а, следовательно, большими расходами потребляемого ими газомоторного топлива.

Вместе с тем важным фактором широкомасштабного применения газомоторного топлива, кроме осуществления серийного производства газовых автомобилей, увеличение их спроса и эксплуатируемого парка, является *организация и обеспечение системных круглосуточных грузопотоков* по федеральным (межрегиональным) магистральным автодорогам, а также по примыкающим к ним дорогам.

Транспортная стратегия Российской Федерации установила основные задачи по развитию и эффективному функционированию транспорта в интересах потребителей транспортных услуг по удовлетворению их *снижением транспортных издержек до 30 %, увеличением скорости доставки грузов (товаров) до их получателей за счет увеличения продолжительности грузодвижения в межрегиональном и международном сообщениях до 1100 км/сутки*, в результате чего должны уменьшиться складские запасы производителей и торговцев, а значит затраты их оборотных средств [1].

Переход на использование газомоторных автомобилей способствует достижению указанных выше целевых показателей и в том числе уменьшению энергоемкости транспортных перевозок до 30% и существенному сокращению вредного воздействия их на окружающую среду.

Для организации и осуществления таких грузопотоков, для полноты загрузки газовых автотранспортных средств, обеспечения эффективности и конкурентоспособности их использования необходимо создать транспортно-логистическую систему и обеспечить ее внедрение в соответствии с установленными Транспортной стратегией России требованиями, условиям и параметрами функционирования как на всех федеральных (межрегиональных), так и на международных транспортных коридорах. В первую очередь необходимо реализовать такую систему на автотранспортном коридоре «Европа – Западный Китай» с размещением в его транспортно-логистическом поясе сети газозаправочных станций и специализированных сервисных центров технического обслуживания газовых автомобилей.

Транспортно-логистическая система организации и обеспечения грузоперевозок включает взаимосвязанные подсистемы (территориально-транспортная, грузо-логистическая, организационно-функциональная, транспортно-технологическая, экономическая, инвестиционно-финансовая, информационно-аналитическая, нормативно-правовая), каждая из которых имеет объекты и субъекты, состав выполняемых подсистемой функций управления, ее входные и выходные параметры, условия и требования ее функционирования [2]:

Для создания и обеспечения функционирования такой системы необходимо сформировать на основе основных положений ее концепцию для разработки взаимоувязанных технических заданий для осуществления проектирования, внедрения в эксплуатацию ее отдельных подсистем и системы в целом для организации перевозок грузов и оказания логистических услуг на всем пространстве транспортного коридора.

Литература

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г. – М.: 2008-2014 г. – 365 с. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. N 1734-р.
2. Тарханов О.А. Формирование грузовой транспортно-логистической системы в соответствии с транспортной стратегией Российской Федерации // Вестник экономики, права и социологии. – 2018, № 1-Т2, с. 151-154.



О ПРОБЛЕМАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Иванова В. Р.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

ABOUT PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF USE SOLAR ENERGY

Ivanova V. R.

Kazan state power University, Kazan

Аннотация

В статье представлено описание перспектив эксплуатации солнечных элементов, приведен краткий аналитический обзор состояния вопроса внедрения альтернативных источников энергии в настоящее время.

Annotation

The article presents a description of the prospects for the operation of solar cells, provides a brief analytical overview of the state of the issue of introducing alternative energy sources at the present time.

Традиционные ресурсы, используемые для производства энергии, истощаются. Это заставляет человечество активно искать новые источники энергии – и новые способы ее передачи.

Альтернативные виды энергии (солнце, ветер, энергия приливов) являются возобновляемыми и практически неисчерпаемыми видами энергии. В условиях глобального потепления и поисках новых решений в области энергообеспечения населения эти виды источников энергии являются самыми перспективными.

В работе рассматривается самый доступный вид энергии с практически безграничными ресурсами – солнечная энергия. При ее фотоэлектрическом преобразовании самое главное – не происходит загрязнения окружающей среды.

Несмотря на то, что в мире уже ведется активное внедрение данного оборудования для преобразования солнечной энергии, до сих пор остается много нерешенных проблем в области разработки и эксплуатации фотопреобразователей.

Для преобразования солнечной энергии в электрическую применяются солнечные элементы, работа которых основана на явлении фотоэффекта. Одним из основных материалов для изготовления солнечных элементов является моно- или поликристаллический кремний (их доля составляет более 85%). Этот материал обладает свойствами полупроводника и занимает второе место по распространенности на земле. Помимо него используются тонкопленочные солнечные элементы на основе аморфного кремния, арсенида галлия, фосфида индия, теллурида кадмия и других соединений.

Технология изготовления солнечных элементов претерпевает несколько стадий и в общем она трудоемкая. В случае с кремниевыми преобразователями выделяют следующие стадии:

1. Получение чистого кремния из кварцевого песка с высоким содержанием диоксида кремния (SiO_2).
2. Процесс выращивания однородного кристалла.
3. Измерение, калибровка и обработка монокристалла для придания нужной формы.
4. Создание фотоэлектрического элемента способом ввода бора и фосфора.
5. Сборка модулей параллельно, последовательно или параллельно-последовательно.

Тонкопленочные батареи производятся по технике испарительной фазы. Аморфные преобразователи создавать проще, к тому же их полупроводниковыми свойствами можно управ-

лять за счет возможности подбора соединения компонентов пленки. Последнее осуществляется методом напыления материала на подложку путем осаждения при высоких температурах. Существует еще один метод изготовления солнечных батарей – метод трафаретной печати.

В сравнительном отношении солнечные панели разной технологической сборки имеют как преимущества, так и недостатки. Моно- и поликристаллические батареи имеют КПД примерно 20% при сроке их службы 20-25 лет. Аморфные преобразователи – 7% при сроке службы менее 10 лет. Монокристаллические батареи более компактны относительно остальных видов панелей, поэтому при установке они займут меньше места. Однако, если говорить о стоимости выше упомянутых солнечных панелях, аморфные находятся в более выигрышном положении, за счет дешевизны их производства. Помимо этого, главным преимуществом аморфных панелей считается светочувствительность: в условиях слабой освещенности они работают эффективнее кристаллических за счет содержания водорода в составе. Вывод можно охарактеризовать так, что монокристаллические элементы эффективнее, но в силу высокой себестоимости большее применение находят поликристаллические и аморфные преобразователи.

Другая сторона эксплуатации солнечных панелей – эффективное конструктивное исполнение. На сегодняшний день в основном находят применение плоские солнечные батареи рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид солнечных панелей

Однако, имеется небольшое количество патентов на другие виды конструктивного исполнения солнечных панелей, исследования эффективности которых актуально [2-4]. В основе таких изобретений имеют место объемные двусторонние солнечные панели, которые устанавливаются многослойно. Тем самым направляют солнечную энергию внутрь объема солнечной батареи, осуществляют некоторое накопление ее внутри этого объема, что обеспечивает попадание повышенного потока солнечной энергии на каждый элемент, при этом воздух находящийся внутри, используют для рассеяния солнечной энергии на каждый элемент и охлаждения элементов солнечной батареи. Последнее необходимо для поддержания стандартных условий работы батареи, особенно если она моно- или поликристаллического типа, так как при повышении температуры производительность таких элементов падает значительно.

Еще одним распространенным решением (в независимости от вариаций исполнения) является установка концентратора сбора солнечного светового потока и установка его по обеим сторонам панели. За счет такого решения повышается освещенность солнечных элементов в разы, что, соответственно, дает максимальную мощность с единичной площади преобразователя.



Самым простым решением, которое уже имеет реализацию, выступает вариант с возможностью поворота системы модулей согласно движению солнца. В реализованных эксплуатируемых системах имеется ряд недостатков, главным из которых является отсутствие контроля прекращения вращения после формирования соответствующей команды, так как в процессе реализации известного способа возможно появление отказов, связанных с нарушениями в цепях управления или датчиков обратной связи, что приводит, в свою очередь, к неправильной ориентации солнечных батарей. Поэтому стараются расширить функциональные возможности способа управления положением солнечной батареи путем введения контроля за отсутствием изменения положения после достижения заданного угла.

Проведенный анализ использования солнечных панелей для энергетических потребностей человека показал, что главной и первой проблемой выступает сложность задачи накопления энергии. Низкая эффективность (до 30%) батарей вместе с их дороговизной до сих пор отталкивает потребителей по экономическим соображениям. Однако, динамика меняется в лучшую сторону. Так замечено снижение цены на 50% на солнечные батареи, благодаря техническому прогрессу, и предполагается дальнейшее ее снижение. Соответственно, снизились и капитальные вложения на строительство энергообъектов с солнечными панелями [1]. Ярким примером развития солнечной энергетики служит Китай, где в течение первых трех месяцев 2015 года государство добавило в свою энергосистему несколько солнечных электростанций мощностью 5 гигаватт, что эквивалентно совокупному объему энергии, вырабатываемому в одной из ведущих в этом области страны Европы – Франции

Для выбора солнечных преобразователей учитываются такие критерии как количество вырабатываемой мощности, географическое положение объекта потребления и время года. Для круглогодичной эксплуатации установки с солнечными панелями необходимо в расчете учитывать наименьшую солнечную активность в регионе. Тем самым использование солнечной энергии и принятии ее в массы открывает человечеству новые сферы для бизнеса.

Открытие новых заводов для производства солнечных панелей для бизнеса, увеличение спроса на кабели, развитие возможностей заработка для землевладельцев путем сдачи гектаров в аренду под установку панелей – преобразователей, развитие креативных дизайнерских энергорешений в домах, офисах и т. п.

Солнечная энергетика – это будущее человечества. Солнце дает намного больше энергии, нежели потребляют люди. В настоящее время научное сообщество работает над тем, чтобы вывести самый эффективный способ преобразования солнечных лучей в энергию.

Литература

1. Сидоренко Г. И., Михеев П. Ю. Анализ изменения значений капитальных вложений на строительство энергетических объектов на основе возобновляемых источников энергии/Энергетик, № 10, 2017. – С. 34-38.
2. Патент РФ. Способ управления положением солнечной батареи космического аппарата/Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/236/2368547.html> Авторы: Гордийко С. В., Бурдыгов Б. Г.
3. Патент РФ. Панель солнечной батареи с концентратором/Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2282271.html> Авторы: Кудряшов В. С., Сахнов М. Ю.
4. Патент РФ. Способ и устройство создания высокоэффективной солнечной батареи (варианты)/Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2446363.html> Авторы: Гамидов Г. С., Гамидов И. М., Салманов Н. Р., Гамидов М. С.



КРУГЛЫЙ СТОЛ «КОНЦЕПЦИЯ УМНОГО РЭСА»



РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ «УМНЫХ СЕТЕЙ» ГОРОДСКОГО И СЕЛЬСКОГО ТИПА

Галимзянов И. Р.,

ОАО «Сетевая компания», г. Казань

RESULTS OF INTRODUCTION OF «SMART GRIDS» OF URBAN AND RURAL TYPE

Galimzyanov I. R.,

JSC «Grid company», Kazan

Аннотация

В наше время, общемировой тенденцией является увеличение степени цифровизации большинства отраслей экономики, где ключевые роли играют интернет вещей, автоматизация децентрализация процессов управления. При этом современные технологии существенно улучшают жизнь электросетевого комплекса, позволяя всё больше отказываться от участия человека в процессе диспетчеризации при управлении электрическими сетями за счет внедрения таких возможностей как самодиагностика элементов сети.

Annotation

In our time, the global trend is to increase the degree of digitalization of most branches of the economy, where the key roles are played by the Internet of things, automation and decentralization of management processes. At the same time, modern technologies significantly improve the life of the power grid, allowing more and more to refuse to participate in the process of dispatching in the management of electrical networks by introducing such opportunities as self-diagnosis of network elements.

Отправной точкой в интеллектуализации электрических сетей Татарстана можно считать 2014 год, когда был реализован демонстрационный проект по внедрению системы автоматического секционирования сети 10 кВ. В рамках проекта сельские распределительные сети были оснащены 30 интеллектуальными элегазовыми выключателями нагрузки столбового исполнения, управляемых единым контрольным блоком, содержащим в себе отдельную SCADA-систему. Необходимость модернизации распределительной сети 10 кВ была продиктована большим количеством длинных воздушных линий 10 кВ, протяженностью от 20 до 40 км, проходящих через лесную и болотистую местность, что затрудняло поиск поврежденных участков линий и приводило к продолжительному обесточиванию потребителей. Применительно к протяженным линиям распределительной сети с неавтоматической аппаратурой секционирования и кольцевания, наблюдается прямо пропорциональная зависимость их аварийности от общей длины. При этом время восстановления электроснабжения всех потребителей с учетом поиска, локализации участка повреждения, устранения причины отключения и последующего включения так же увеличивается при большой общей протяженности магистрали и ответвлений. Следует также учесть неоптимальную топологию существующих распределительных сетей, включая места кольцевания. Для решения этой задачи были проведены научно-исследовательские изыскания по определению фидеров, требующих первостепенного вмешательства для снижения частоты и продолжительности отключений. Установка элегазовых выключателей нагрузки позволила секционировать распределительную сеть 10 кВ, что привело к снижению времени на обнаружение места повреждения, и увеличению надежности электроснабжения потребителей. При появлении короткого замыкания на защищаемом участке, релейная защита выключателя сигнализирует в SCADA-систему по каналам телеметрии об аварии, после чего происходит цикл АПВ головного выключателя фидера. В случае неуспешного АПВ выключателя, расположенного с питающей стороны, сек-

ционирующее устройство, автоматически производит отключение поврежденного участка. Система из нескольких выключателей нагрузки способна обнаружить КЗ, и автоматически секционировать участок сети в бестоковую паузу. Таким образом, после включения линии с питающей стороны, поврежденный участок остается локализованным, и остальные потребители могут продолжить работу.

Данный подход к автоматизации распределительных сетей зарекомендовал себя с положительной стороны, позволив сократить время на поиск места повреждения. В дальнейшем подход был тиражирован на другие участки распределительных сетей, требующих улучшения показателей надежности SAIDI, SAIFI, ENS.

Следующим шагом в интеллектуализации сельских и пригородных сетей 10 кВ стало комбинированное применение элегазовых выключателей нагрузки, вакуумных реклоузеров и индикаторов короткого замыкания. В компании разработан стандарт организации, описывающий целесообразность применения различных сочетаний интеллектуальных устройств в зависимости от конфигурации сети (техническое состояние, протяженность, количество отпаяк, количество центров питания и пр.). Варьируя комбинации интеллектуальных устройств представляется возможным достигать требуемого улучшения показателей надежности электроснабжения с минимальными финансовыми вложениями. В результате проведения программы интеллектуализации электрических сетей в ОАО «Сетевая компания» на начало 2018 года установлено 255 элегазовых выключателей нагрузки, 67 реклоузеров, 70 комплектов индикаторов короткого замыкания.

Результатами внедрения автоматизированных систем секционирования в сельских районах стало снижение продолжительности и частоты отключений по международным индексам надёжности SAIDI и SAIFI более чем на 30%. Для участков сети, попадающих в зону действия автоматического секционирования показатель SAIDI в среднем, составляет 72 минуты/год, SAIFI 0,92 откл./год. В том числе, удалось снизить среднюю величину неопуска электроэнергии на одно отключение в 2-4 раза (в зависимости от типа схемы). Таким образом к началу 2018 года в Республике Татарстан около 15% общей длины распределительных сетей сельского типа находятся в зоне защиты интеллектуальных устройств, что обеспечивает качественное электроснабжение для 150 тысяч населения.

Забываясь о жителях не только сёл, но и городов, ОАО «Сетевая компания» реализует интеллектуальные решения для кабельных сетей 10 кВ. Отличительные особенности кабельных сетей накладывают ряд ограничений на принципы автоматизации, апробированные для воздушных линий 10 кВ, в связи с чем подходы были несколько изменены. Самовосстанавливающаяся сеть 10 кВ основывается на том, что ТП и РП оснащаются контроллерами со свободно-программируемой логикой, каждый из которых следит за состоянием своей подконтрольной линии электропередачи и оборудования. При этом, все контроллеры объединены в общую информационную сеть и имеют горизонтальные связи таким образом, что каждый элемент самоконфигурируется в зависимости от состояния соседнего. В случае аварии на одном из участков сети интеллектуальные устройства обнаруживают повреждения, сообщаются между собой и запускают алгоритмы изолирования повреждения и восстановления электроснабжения потребителей, посредством цепочки различных операций по переключениям (52 различных сценария).

При выборе реконструируемых участков сети были оценены ключевые показатели, необходимые для определения количества и последовательности мероприятий, которые могут быть профинансированы с учетом имеющихся финансовых ресурсов, а также выделенного размера инвестиционной составляющей тарифа на электроэнергию.



Применение современных коммутационных аппаратов в сочетании с современными защитами и автоматикой АПВ, АВР приводит к существенному снижению общего времени восстановления питания потребителей, недоотпуска электроэнергии. Данная система автоматизации позволяет моментально локализовать аварийные участки, обеспечивая быстрое восстановление электроснабжения потребителей, снижая затраты на эксплуатацию сети и повышая безопасность работы персонала. Первый этап пилотного проекта по созданию такой самовосстанавливающейся сети 10 кВ реализован в Республике Татарстан в 2017 году – элементы Smart Grid были внедрены в трех городах – Казани, Набережных Челнах и Нижнекамске. В рамках первой очереди было автоматизировано 5 РП и 28 ТП, что обеспечило надёжное электроснабжение с временем автоматического восстановления чуть менее двух минут для почти 50 тысяч населения.

В настоящее время начата реализация второй очереди проекта «Умные сети». Отличительной особенностью второй очереди станет частичная автоматизация сети, что позволит оптимизировать инвестиции компании на модернизацию при сохранении высокой степени надёжности электроснабжения. Объём внедрения автоматизации второй очереди – 42 ТП и 7 РП. Проект цифровизации городских электрических сетей реализуется на базе отечественного оборудования, что позволяет осуществлять политику импортозамещения.

За последние 4 года ОАО «Сетевая компания» удалось существенно продвинуться в направлении цифровизации электрических сетей, разработать собственные подходы к цифровизации, способы их масштабирования. Внедрение данных цифровых решений позволило компании сделать прорыв в снижении продолжительности отключений, недоотпуска электроэнергии, следствием чего стало улучшение показателей надёжности SAIDI и SAIFI. Компания имеет планы по улучшению показателей надёжности к 2025 году до уровня ведущих европейских стран SAIDI=90 мин/год и SAIFI=1,5 откл/год. Достижение этих целевых значений в условиях состарившегося оборудования и ограниченных финансов на модернизацию и ремонт представляется возможным только за счёт применения проверенных цифровых решений, требующих меньших капитальных вложений по сравнению с полной заменой оборудования для обеспечения должной надёжности электроснабжения.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВОЗДУШНЫХ
ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

Парамонов М. А.,

ОАО «Сетевая компания», г. Казань

**APPLICATION OF WIRES OF NEW GENERATION AT CONSTRUCTION
OF NEW OVERHEAD LINES**

Paramonov M. A.,

JSC «Grid company», Kazan

Аннотация

В статье приводится описание современных инновационных решений, примененных при строительстве протяжённой воздушной линии 220 кВ. Данные решения позволили решить ряд задач, связанных с суровыми климатическими воздействиями.

Annotation

The article describes the modern innovative solutions used in the construction of an extended 220 kV air link. These solutions have made it possible to solve a number of problems associated with harsh climatic influences.

1 ноября 2017 года была введена в работу новая воздушная линия 220 кВ Щёлоков-Центральная длиной 230 километров – от Елабуги до Казани. Линия проходит по территориям Елабужского, Мамадышского, Рыбно-Слободского и Пестречинского районов. Новая ВЛ соединяет Нижнекамский энергорайон с Казанским энергорайоном и является дополнительным дополнительным резервом для транзита мощности по существующим линиям 500 кВ Помары – Удмуртская и Заинская ГРЭС – Киндери – Помары. Этот энергообъект является надежным источником питания для предприятий нефтехимического комплекса, локализующихся на этой территории «ОЭЗ Алабуга», ОАО «ТАНЕКО», ОАО «ТАИФ-НК», ОАО «Аммоний». Все они получают электроэнергию по первой категории надежности энергоснабжения.

Существующие до начала строительства линии электропередач 220 и 500 кВ, входящие в состав татарстанской энергосистемы были введены в работу еще в конце прошлого столетия. Они обеспечивают передачу мощности между энергосистемами Урала и Средней Волги, а также энергорайонами Республики. С помощью новой ВЛ-220 кВ 800 МВт мощности будет поступать в Казань с подстанции 500 кВ Щелоков. Новый энергомоет увеличит устойчивость энергосистемы Республики, надежность электроснабжения и обеспечит дополнительными мощностями Казанскую зону, что особенно актуально в преддверии Чемпионата мира по футболу, матчи которого состоятся в Казани.

Строительство двухцепной ВЛ 220 кВ ПС Щелоков – ПС Центральная, общей длиной около 230 км на территории республики Татарстан (северо-восточная окраина города Казани) предполагается в условиях умеренно-континентального климата с перепадом температур от –47 до +38°С, в районе категории III по гололеду (нормативная стенка гололеда 15-25 мм), в условиях ветров до 29 м/с (III район по давлению ветра), приводящих к частой и интенсивной пляске проводов ВЛ. Трасса ВЛ проходит по территории водораздела рек Волга, Казанка и Меша, осложненной оврагами. Дополнительно эксплуатацию ВЛ усложняют многочисленные пересечения дорог и трубопроводов, а также возможные загрязнения атмосферы в районе прохождения трассы.

При строительстве воздушной линии Щёлоков-Центральная был применен ряд уникальных технических решений. Также отличительной особенностью новой линии является приме-



нение современных проводов повышенной прочности на переходе через реку Вятка и при заходе в г. Казань. Повышенная прочность обеспечивается благодаря композитному сердечнику и современному сплаву, а также благодаря уникальной Z-образной форме проволок.

В том числе являющееся эксклюзивным для российской энергетики – строительство с применением многоцепных опор. При заходе в Казань, для поддержания благоприятной городской среды в условиях дефицита земельных участков, строительство линии проводилось в существующих охранных зонах. На 48-метровые многогранные металлические опоры в четырехцепном исполнении подвешены провода двух двухцепных воздушных линий напряжением 220 кВ – существующей линии Киндери-Центральная и новой линии Щелоков-Центральная.

Для обеспечения надежного транзита мощности в условиях длинного перехода через водную преграду применен компактированный провод типа Z со стальным сердечником марки AACRZ (Aluminium Alloy Conductor Steel Reinforced, Z-type) – провод из алюминиевого сплава.

Провод состоит из Z-образного провода с сердечником из стальной оцинкованной проволоки, межпроводное пространство всего проводов за исключением наружной поверхности заполнено смазкой повышенной нагревостойкости. В качестве наружных слоев взамен круглых проволок использовано проволоки Z-образного профиля, что дает возможность получить наружный слой практически идеально гладким с плотностью компоновки 98%, что позволяет значительно снизить коэффициент аэродинамического сопротивления, поэтому провода типа Z испытывают меньшее механическое напряжение, что снижает риски вывода ВЛ из строя при возникновении повышенных нагрузок в виде шквалистых ветро и гололедно-изморозевых отложений. Кроме того, данная конструкция позволяет увеличить эффективное сечение провода, а, значит, пропускную способность воздушной линии. Рабочая температура провода не превышает 90С, поэтому повышение пропускной способности ВЛ достигается без увеличения тепловых потерь.

Провода типа Z обладают повышенной механической прочностью, что снижает вероятность обрыва провода при нанесении ему повреждений в результате внешних воздействий. Кроме того они обладают способностью сохранять целостность поливов и возможность эксплуатации даже при повреждении нескольких соседних проволок, при этом раскручивания поврежденных проволок с угрозой короткого замыкания, как в случае проводов круглыми проволоками, не происходит. Этим проводам не грозит обрыв из-за обледенения и налипания снега за счёт их большей крутильной жесткости и меньшего диаметра. Среди других преимуществ проводов типа Z:

- практически полное отсутствие внутренней коррозии;
- снижение амплитуды и интенсивности пляски проводов, снижение уровня усталости металла в проводе за счёт самогашения колебаний;
- снижение механических нагрузок от пляски проводов, прикладываемых к опорам и, как следствие, увеличение жизненного цикла воздушной линии;
- снижение потерь при передаче электроэнергии;
- снижение уровня шума и, следовательно, улучшение эксплуатационных показателей населенных районов;
- отсутствие дополнительных затрат при монтаже, возможность использования существующих арматуры.

Польза от применения данного провода также достигается за счёт использования опор меньше высоты и стоимости или меньшего количества опор при увеличении длины пролета, а также благодаря экономии на дорогостоящих станциях плавки гололеда. Окупаемость воздушной линии обеспечивается увеличением пропускной способности и срока эксплуатации

линии, а также за счёт меньше эксплуатационных расходов. Весь процесс проектирования с проводами типа Z аналогичен проектированию проводами типа AC, при этом используются те же программные средства для механического расчета.

В стесненных городских условиях при заходе в г. Казань был применён провод с улучшенными свойствами марки AAAC-Z346-2Z (all aluminum alloy conductor, z-type). Данные провода сочетают в себе технологию применения высокотемпературного алюминия с увеличенной площадью поперечного сечения металла.

Применение данного проводов обеспечивает следующие преимущества:

- Увеличение пропускной способности существующих линий, решение проблемы перегрузок;
- Снижение механических нагрузок от пляски проводов, прикладываемых к опорам ЛЭП;
- Повышение коррозионной стойкости проводов и тросов;
- Снижение риска обрыва провода при частичном повреждении нескольких внешних проволок из-за внешних воздействий, в том числе в результате удара молнии;
- Улучшение механических свойств проводов при налипании снега или образования льда;
- Снижение потерь при транспортировке электроэнергии;
- Значительное снижение аэродинамического коэффициента;
- Снижение уровня шума и, следовательно, улучшение эксплуатационных показателей в населенных районах;
- Снижение уровня усталости металла в проводе и, следовательно, увеличение жизненного цикла за счет самогашения колебаний;
- Возможность использования при монтаже существующей арматуры.

Провод нового имеет гораздо меньшую массу и диаметр при сравнимой прочности на разрыв относительно традиционного стале-алюминиевого провода. Кроме того, благодаря крутильной жесткости он имеет повышенную стойкость к пляске и гололеду, что обеспечивает дополнительный запас механической прочности при воздействии шквалистых ветров и ледяных дождей, вероятность которых в зоне прохождения ВЛ последнее время возрастает. Таким образом, применение провода типа Z позволяет достичь повышенного уровня надежности линии в целом.

Оценочные расчеты доказывают, что затраты на замену типовых проводов на провода нового поколения, которые способны исключить аварии на ВЛ, не превышают затраты на другие, менее эффективные, способы снижения рисков подобных аварий. При этом следует учитывать, что меры по восстановлению разрушенных энергосистем не защитят потребителей от ущерба, наносимого авариями.



**ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЦИФРОВОГО РЭС НА ОБЪЕКТАХ
ОАО «СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ»**

Панков О. В.,
ООО МНПП «АНТРАКС», г. Фрязино
Карташева Е. А.,
ООО «А-Три», г. Фрязино

**DIGITAL REGIONAL ELECTRICITY NETWORK MONITORING SYSTEM IMPLEMENTATION
AT THE «NETWORK COMPANY» FACILITIES**

Pankov O. V.,
ANTRAKS R&D Co, Fryazino
Kartasheva E. A.,
A3 Ltd., Fryazino

Аннотация

Энергосистема районных электрических сетей переходит сейчас к цифровой модели управления, что невозможно без внедрения эффективной системы мониторинга. Современная система мониторинга должна быть адаптивной и легко модернизируемой, с интеграцией новых устройств в существующую сеть. Важной частью системы является анализ сетевых процессов и передача данных диспетчерскому персоналу и оперативно-выездной бригаде. Внедрение систем мониторинга даёт возможность не только непрерывного контроля состояния линий электропередачи, но и применения предиктивной диагностики. Для оптимального построения системы мониторинга необходим предварительный анализ схемы районных электрических сетей с выявлением слабых мест. В статье рассматривается эффективность внедрения системы мониторинга высоковольтных линий в Чистопольском РЭС ОАО «Сетевая компания» и практические значения улучшения индексов надёжности сети. Анализ информации, полученной из группы диагностических устройств, в режиме реального времени предоставил возможность широко оценить процессы в распределительной сети и обеспечить надежное электроснабжение потребителя. Владея технологиями машинного обучения, система мониторинга использует прогностические функции, определяя возможность аварийных ситуаций. Она является жизненно важной составляющей механизма эффективного принятия решений, формируя многоуровневую информационную сеть.

Annotation

Today regional power grid is passing through fundamental transformation to digital model. The modern distribution network monitoring systems should be adaptive and susceptible to a simple modernization when new devices are being integrated into an existing grid. Grid processes analysis and the ability of prompt supplying dispatching personnel and maintenance crew with information are important parts of the system. Outage monitoring systems implementation provides not only a continuous grid line conditions control, but also predictive diagnostics applying and power system reliability enhancement. Optimal construction of the monitoring system requires a preliminary analysis of the power grid problem places identification. The article examines the real effect of the monitoring system KOMORSAN phased implementation in Chistopol REN Grid company Ltd. Due to real-time analysis of data derived from a group of diagnostic devices, it is possible to widely evaluate processes in distribution network and provide reliable power supply to the consumer. Monitoring systems, possessing machine learning technologies, widely use prognostic functions for emergency processes occurrence detection. They are a vital component of an effective decision-making mechanism, forming a multi-level information network.

Введение

На сегодняшний момент вся российская энергосистема идёт по пути трансформации для внедрения базовых принципов цифровизации. Важной единицей преобразённой энергосистемы становится Цифровой РЭС. Основными отличительными признаками нового высокоавтоматизированного района распределительных электрических сетей становятся наблюдаемость и управляемость в режиме реального времени с поддержкой функции самодиагностики и самовосстановления, а также интеллектуальный учет электроэнергии и использование цифровых систем связи.

Цифровизация районов электрических сетей не только соответствует стратегии развития Министерства энергетики России, но и является обязательным шагом для модернизации энергосистемы и повышения её надёжности и эффективности. ОАО «Сетевая компания» находится на переднем крае внедрения инноваций, в течение нескольких лет реализуя пилотные проекты по дигитализации и автоматизации. Цифровизация РЭС может происходить различными способами, поэтому так важно изучения успешных проектов для облегчения последующего тиражирования.

Аддитивная цифровизация

Дорогостоящим и сложным в освоении для персонала РЭС является переход на цифровые технологии при комплексной реконструкции ПС, ВЛ и КЛ. Подход к цифровизации и автоматизации должен быть гибким, прежде всего включая в себя выявление слабых мест энергосистемы. Необходим анализ наиболее аварийных элементов РЭС, изношенности оборудования ПС, оснащённости устройствами секционирования ВЛ и практики использования SCADA-системы. Для простоты и эффективности «цифровизации» внедрение должно идти на базе уже имеющейся системы с добавлением устройств типа plug&play, не требующих длительной настройки и сложных навыков эксплуатирующего персонала. При этом после модернизации РЭС должно обеспечиваться определение повреждённого участка линий электропередачи с визуализацией диспетчеру текущего состояния сети и места аварии, автоматическое секционирование ВЛ при аварийном процессе и удобство поиска повреждения персоналом ОВБ. Задачу обеспечения наблюдаемости сети в режиме реального времени возможно решить только внедрением интеллектуальной системы мониторинга.

На объектах ОАО «Сетевая компания» внедрение системы мониторинга РЭС происходило поэтапно. В 2016 году в филиале Чистопольские электрические сети была реализована опытно-конструкторская работа по внедрению геоинформационной системы топографических средств определения места повреждения с применением индикаторов короткого замыкания ИКЗ-34. Комплекты устройств были установлены на двух фидерах общей длиной более 100 км. Чистопольские электрические сети – это самый большой по обслуживаемой территории филиал ОАО «Сетевая компания», занимающий 13100 км². За 2016 год в Чистопольских сетях произошло 684 аварийных отключения. Результатом выполнения пилотного проекта стало сокращение времени поиска места повреждения в 5 раз, а значит и значительное сокращение времени отключения потребителя. [1]

Точечная установка оборудования на наиболее аварийном участке позволила сразу решить острую проблему энергосистемы. Благодаря аддитивному характеру внедряемой системы мониторинга, решение удалось легко достроить и тиражировать. Данные первых комплектов устройств сразу же собирались и анализировались геоинформационной системой, передающей итоговую информацию в ранее развёрнутую в Чистопольском РЭС SCADA-систему «ОИК-Диспетчер». В 2017 году было проведено дооснащение ещё 12 участков воздушных линий РЭСа с включением всего оборудования в единую систему. При оснащении всего



Чистопольского РЭС индекс средней продолжительности отключения потребителей SAIDI сократился с 6,5 часов до 1,5 часов, а недоотпуск электроэнергии – с 16877 кВт/ч до 8589 кВт/ч

Также улучшился индекс среднего количества отключений потребителей SAIFI с 3,6 до 1,9 отключения. Такое улучшение дала предиктивная диагностика воздушных линий: выявление дефекта на ранней стадии до его перехода в устойчивое состояние. Так при проведении опытно-конструкторской работы за 2 дня (14-15 февраля 2017) прибор, установленный на опоре № 56 отработал 13 раз поочередно с сигналом ОЗЗ фазы В и фазы С, но из-за неустойчивой утечки тока при проведении осмотра в дневное время дефектов не выявлено. Во время внепланового осмотра в вечернее время было обнаружено коронирование изоляторов на опорах № 56, 57, что позволило выполнить мероприятия по устранению дефекта. За 2 месяца эксплуатации выявлено и устранено 7 скрытых дефектов. Подобные предупредительные ремонты, проводимые не по графику, а по необходимости, не только сокращают число аварийных отключений из-за поломок оборудования, но и снижают совокупную стоимость владения энергетической инфраструктурой (ОРЕХ).

От мониторинга к управлению

С целью дальнейшей цифровизации и автоматизации распределительных электросетей в ОАО «Сетевая компания» было принято решение не только масштабировать систему мониторинга «в ширину», разместив её ещё в четырёх РЭСах, но и наращивать «в глубину», дооснастив интеллектуальными средствами управления. Являясь аддитивной, система КОМОРСАН позволяет наращивать как аппаратную составляющую, так и функционал по мере растущих потребностей заказчика. Это позволяет оптимизировать финансовые вложения за счёт поэтапного развития системы. Начав построение интеллектуальной сети с одного прибора и клиент-серверного решения, в дальнейшем система легко дополняется как подключением разнообразных диагностических приборов, так и дополнением системы ресурсами для обработки требуемых объёмов данных.

Система позволяет совмещать функции защиты, мониторинга, учёта и контроля в одном программно-аппаратном комплексе. В 2018 году в рамках опытно-конструкторской работы в Бунском РЭС ОАО «Сетевая компания» идёт дооснащение системы интеллектуальными разъединителями. При получении информации с индикаторов короткого замыкания о возникновении аварийной ситуации, интеллектуальные разъединители РИМ секционируют повреждённый участок линии, уменьшая количество отключённых потребителей. Так же в режиме реального времени работники оперативно-выездной бригады получают уведомление с помощью SMS и e-mail сообщений об аварийном участке линии, что даёт возможность быстро ликвидировать неисправность.

Важную роль в создании современного программно-аппаратного комплекса мониторинга имеет применение в качестве отдельных элементов системы высокоточных устройств мониторинга. Синхронизация данных от устройств мониторинга в единой временной шкале позволяет оперировать фазорами для анализа состояния линии. Использование индикаторов ИКЗ-34 с функцией определения направления потока мощности является наиболее перспективной и технологически сложной ветвью развития указателей повреждённого участка, позволяющей надёжно детектировать ОЗЗ в линиях с изолированной нейтралью. [2]

Для синхронизации в режиме реального времени данных с различных приборов необходимо использование в системе мониторинга надёжных каналов передачи данных. Традиционно в системе КОМОРСАН для передачи данных задействуются сотовые сети GSM/3G/4G. Однако при перегрузке сотовых сетей либо в сложных погодных условиях этот канал отличается невысокой степенью надёжности. Поэтому возможна передача данных по технологии

самоорганизующейся сети (Mesh) от одного устройства к другому. Постоянная доступность трёх и более узлов Mesh-сети в для каждого устройства распределённой диагностики, установленного на линии электропередачи, обеспечивает резервирование канала.

Вся интеграция информации в уже развёрнутую SCADA-систему, например «ОИК-диспетчер», идёт с использованием стандартных протоколов МЭК 60870-5-104 и МЭК 61850. У диспетчера энергосистемы нет необходимости держать на рабочем столе несколько «открытых окон» с данными разных систем автоматизации. В события помимо отображения в SCADA-системе передаются отдельными уведомлениями на современные технические устройства: смартфоны и планшеты. Гибкость модели данных системы КОМОРСАН позволяет управлять набором ролей и привилегий, уровнем доступа пользователей. Так специально для ОАО «Сетевая компания» было развёрнуто несколько сложноорганизованных баз данных: центральная, со сбором информации со всех РЭСов, и отдельные для каждого из 4-х РЭСов. Работа в системе ведётся в многопользовательском режиме, система сохраняет информацию в электронных журналах о действиях всех пользователей.

Вывод

Новые технологии интеллектуального управления районами электрической сети формируют новые принципы организации систем мониторинга для обеспечения требуемых характеристик надежности и качества энергосистемы. Создание эффективной системы мониторинга линий электропередачи и энергообъектов невозможно только на основе аппаратных устройств без использования программно-аналитических комплексов. Внедряющаяся в ОАО «Сетевая компания» система интеллектуального мониторинга и управления распределительной сети КОМОРСАН состоит из устройств, разработанных с учетом специфики российских распределительных сетей и работающих на линиях с любым типом заземления нейтрали. Совершенствование энергосистемы – это не только улучшение таких ключевых показателей как SAIDI и SAIFI, уменьшение недоотпуска электроэнергии, но и улучшение имиджа, сокращение числа недовольных пользователей и жалоб на эксплуатирующие службы.

Литература

1. Галимзянов Р.Р. Инновация отличает лидера от догоняющего // Энергоэксперт. – № 3 (62). – М, 2017. – С. 56-57.
2. Карташев А. С., Кучерявенков А. А., Рукавицын А. А. Задача поиска ОЗЗ в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью // Автоматизация и ИТ в энергетике – №12. – М, 2016. – С. 2-5.



**КОМПЛЕКСНАЯ ДИСТАНЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ**

*Голенищев-Кутузов А. В., Иванов Д. А., Марданов Г. Д., Семеников А. В., Аввакумов М. В.,
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань*

COMPLEX REMOTE DIAGNOSTICS OF HIGH-VOLTAGE INSULATORS

*A. V. Golenishchev-Kutuzov, D. A. Ivanov, G. D. Mardanov, A. V. Semennikov, M. V. Avvakumov,
Kazan State Power Engineering University, Kazan*

Аннотация

Разработан комплексный двухканальный метод дистанционной диагностики рабочего состояния высоковольтных изоляторов, основанный на одновременной регистрации и компьютерной обработке сигналов частичных разрядов, детектированных электромагнитным и акустическим датчиками. С помощью созданного на этом методе устройства, были установлены диагностические признаки, позволяющие отличать работоспособные изоляторы от дефектных в реальных условиях их эксплуатации.

Annotation

A complex two-channel method for remote diagnostics of the operating state of high-voltage insulators was developed, based on the simultaneous recording and computer processing of partial discharge signals detected by electromagnetic and acoustic sensors. With the help of the device created on this method, diagnostic features were established that make it possible to distinguish between working insulators from defective ones in the real conditions of their operation.

Введение

Устойчивость работы современного энергетического оборудования высокого напряжения во многом определяется надежностью его изолирующих элементов. Наиболее уязвимыми в этом плане являются высоковольтные изоляторы (ВИ), поскольку при длительном воздействии высокого напряжения и неблагоприятных условиях эксплуатации происходит преждевременное старение керамических или полимерных изоляционных материалов. В результате образуются различные дефекты, приводящие, в конечном итоге, к электрическому пробое и даже к полному разрушению ВИ. В настоящее время отсутствуют какие-либо нормативные документы, регламентирующие контроль наличия дефектов, измерения их параметров и влияния на рабочее состояние ВИ, находящихся под высоким напряжением. Согласно последнему ГОСТ Р191–2012 [1] и Международному стандарту IEC 60060-1.2010 [2], предусматриваются только периодические испытания высоковольтного энергетического оборудования с предварительным выводом их из рабочего состояния. В основу определения параметров дефектов и их влияния на работоспособность изоляции положен электрический контактный метод измерения характеристик частичных разрядов (ЧР) с помощью специализированных для каждого вида оборудования стендов, с использованием регулируемых источников высокого напряжения.

Как известно [3], полному пробое, как правило, предшествуют микропробои или электрические разряды, которые шунтируют лишь часть изоляции между электродами. Они и получили название частичных разрядов (ЧР). Они являются результатом возникновения, в процессе эксплуатации, локальных повышений напряженности приложенного электрического поля в объеме или на поверхности изоляции, превышающей её электрическую прочность. Возраставшие размеры дефектов под действием разнообразных факторов сопровождается увеличением интенсивности и числа ЧР внутри фазовых интервалов, а также понижением напряженности

поля, необходимого для возникновения ЧР; последнее эквивалентно изменению фазы переменного рабочего напряжения. Именно измерение этих характеристик положено в основу ГОСТ. Вследствие вероятностного характера возникновения ЧР, их характеристики отличаются большим разнообразием и реально можно устанавливать только усредненные параметры, позволяющие отличать работоспособные изоляторы от дефектных, требующих замены [4].

Методы измерения различных характеристик ЧР дают возможность обнаруживать дефекты на ранней стадии их возникновения, отслеживать их развитие и таким образом оценивать текущее состояние изоляционных элементов, что отражено в отечественных и международных документах и стандартах. ГОСТом 55191-2012 предусмотрено измерение только контактным способом, на стенде, двух основных характеристик отдельных ЧР: кажущийся заряд (интенсивность), напряжение его возникновения и, при необходимости, – нескольких дополнительных характеристик ЧР: скорости и частоты повторения, среднего тока и мощности. Как показали эксперименты, этих характеристик недостаточно для оценки рабочего состояния ВИ в процессе эксплуатации. Как отмечается в указанном ГОСТе, максимально допустимое значение какой-либо характеристики ЧР, при большой номенклатуре электротехнических изделий, устанавливается дополнительным отраслевым нормативом на оборудование конкретного типа. Но пока технические нормативы для ВИ не разработаны. Практически и в наши дни повреждения ВИ в виде видимых трещин, сколов, пробоев определяются на работающем оборудовании в основном визуально. При этом надо учитывать, что дефекты сантиметровых размеров по-разному влияют на дальнейшую работоспособность ВИ, – в зависимости от материала, размеров и приложенного высокого напряжения.

В современных условиях, всё более значимой становится необходимость дистанционного бесконтактного контроля рабочего состояния высоковольтного оборудования, особенно ВИ. На это неоднократно указывалось в многочисленных ведомственных документах [4]. Однако, до сих пор нет нормативных материалов по дистанционному контролю ВИ. Существуют лишь отдельные попытки использования различных методов измерения ЧР для контроля энергетического оборудования, причем, в основном, для контроля силовых трансформаторов [5].

Частичные разряды сопровождаются излучением коротких, длительностью от 10-7 до 10-10 с, электромагнитных импульсов в широком частотном диапазоне – от 105 до 1017 Гц, и акустических импульсов – в диапазоне 20 Гц – 200 кГц. Для дистанционной регистрации таких излучений были разработаны соответствующие методы, каждому из которых присущи как определенные достоинства, так и недостатки. Электромагнитный метод, при высокой чувствительности, подвержен сильному влиянию на точность измерений ЧР радиочастотных помех и электрических разрядов от работающего оборудования. Акустический способ, имеющий высокую помехоустойчивость от электромагнитных полей и хорошую разрешающую способность к обнаружению дефектного изолятора (и в ряде случаев – даже места дефекта), обладает малой чувствительностью. Оптические и термографические методы эффективны только при отсутствии солнечной засветки и работают в определенном температурном интервале окружающей среды.

Следует отметить, что при дистанционном контроле важную роль имеет расстояние от измерительных датчиков до ВИ, которое составляет для подвесных изоляторов на воздушных линиях передачи ≥ 30 м, а для опорных ВИ, используемых в распределительных устройствах станций и подстанциях примерно 6-8 м. В этом случае наиболее важными характеристиками электромагнитных и акустических датчиков (в виде параболических или линейных антенн) является разрешающая способность для выявления дефектных изоляторов и чувствительность соответствующих приёмников. Существует значительное различие в угловых разрешающих способностях θ для электромагнитных и акустических волн, с учетом разницы



в скоростях распространения этих волн и соответствующих длин волн λ , поскольку θ пропорционально λ/D , где D – диаметр или линейный размер антенны. С учетом особенностей распространения электромагнитных и акустических волн (для акустических волн – это дальняя, а для электромагнитных – ближняя зона распространения), линейное разрешение для электромагнитного датчика составляет 5-2 м при $r = (30-10)$ м, а для акустического датчика, соответственно, – 1-0,3 м. Следовательно, даже с использованием совершенных направленных антенн и усилителей, невозможно указанными способами, а также – с использованием тепловизоров, определять места, и тем более – размеры дефектов, дистанционно. Существует только возможность выделения одиночных дефектных изоляторов электромагнитным датчиком в пределах до 100 м, а выделение дефектных изоляторов внутри групп возможно лишь при одновременном применении электромагнитных и акустических способов на более малых расстояниях – до 10-15 м.

Можно сделать вывод, что успешный контроль состояния изолирующих элементов высоковольтного оборудования возможен только при одновременном использовании нескольких рассмотренных выше методов. Но в настоящее время практически все выпускаемые промышленностью диагностические приборы – как отечественные, так и зарубежные, рассчитаны, в основном, на использование одного метода, чаще – либо акустического, либо термографического. И они пока нашли применение лишь для контроля изоляции высоковольтных силовых трансформаторов и кабелей.

Нами был разработан комплексный метод оперативного контроля рабочего состояния ВИ, сочетающего одновременную дистанционную регистрацию ЧР с помощью электромагнитного и акустического датчиков, и созданной компьютерной программы. Как показали предварительные исследования [6-8], разработанный метод способен определять необходимые характеристики ЧР, и отображать их в виде распределения амплитуды и числа ЧР, в зависимости от фазы рабочего напряжения и распределения их числа по интенсивности.

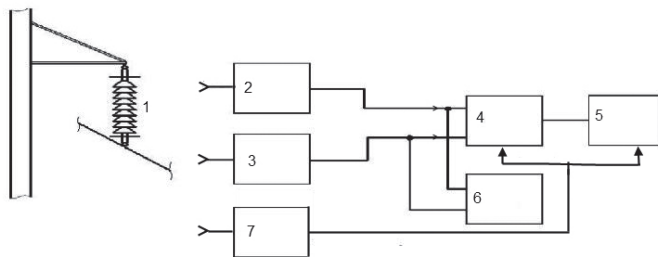


Рис. 1. Блок схема измерительного устройства

1 – высоковольтный изолятор; 2 – приемник электромагнитных сигналов; 3 – приемник акустических сигналов; 4 – аналого-цифровой преобразователь; 5 – персональный компьютер; 6 – двухканальный осциллограф; 7 – приемник опорного сигнала для регистрации фазы.

Регистрация электромагнитных импульсов ЧР (рис. 1) осуществляется направленной антенной DCA-711, соединенной с широкополосным перестраиваемым приемником AOR AR 5000A, позволяющим определять импульсы в интервале частот 0,5-600 МГц. Регистрация акустических импульсов осуществляется на частоте 40 кГц активной параболической антенной, соединенной с приемником SDT-270. Выбор частоты измерений был обоснован такими факторами, как частотная зависимость затухания волн, производственные шумы и электромагнитные помехи окружающего электрического оборудования. Так, акустические шумы

доминируют в низкочастотной области (20 Гц – 20 кГц), верхний частотный предел ограничен частотной зависимостью затухания, ($f \geq 100$ кГц). В интервале 35-45 кГц, как показали эксперименты, при отношении сигнал/шум ≈ 2 , акустические импульсы от ЧР регистрируются на расстоянии 15-25 м. С учетом низкочастотных производственных электромагнитных помех в диапазоне (50-200 МГц) и выше 600 МГц, наиболее предпочтительными для электромагнитной регистрации ЧР являются полосы 20-50 МГц и 400-550 МГц, причем, интенсивность сигналов ЧР значительно выше во второй полосе, чем в первой.

Далее, усиленные сигналы от приемников поступают на двухканальный цифровой осциллограф DSO3062A, выполняющий функцию непосредственного отображения сигналов с электромагнитного и акустического датчиков в виде амплитудно-фазовых характеристик импульсов ЧР. Затем, синхронизированные с фазой переменного напряжения сети сигналы ЧР поступают на плату сбора данных АЦП NIUSB 6341. Оцифрованные сигналы от электромагнитного и акустического приемников поступают в компьютер, в котором с помощью разработанной программы [8] происходит сбор, запись, обработка информации об амплитуде, частоте повторения и фазе сигналов. Накопление сигналов по узким фазовым интервалам (порядка 20 град.) происходит в течение 18 с, что вполне удовлетворяет стохастическому характеру возникновения ЧР. Процесс обработки сигналов ЧР заканчивается построением следующих характеристик: амплитуд и числа импульсов в каждом фазовом интервале и распределения числа импульсов по амплитудам.

Полученное фазовое распределение параметров импульсов сравнивается с ранее записанным распределением параметров импульсных сигналов для бездефектного ВИ того же типа. Поскольку скорости распространения электромагнитных и акустических импульсов отличаются на несколько порядков, то для их синхронизации с каждым конкретным фазовым интервалом используется блок фазовой синхронизации, учитывающий расстояние между дефектом и датчиками.

Литература

1. ГОСТ 55191-2012. Методы испытаний высоким напряжением. Измерения частичных разрядов М. Стандартинформ. 2014.
2. Международный стандарт IEC 60060-1.2010. Методы испытаний высоким напряжением.
3. Pan C. Meng Y., Wu R., Han Z., Qin R., Cheng Y., Simulation of partial discharge sequences using fluid equation. Journal of Physics D: Applied Physics, 2011, v. 44, p. 255201.
4. Приказ РАО «ЕЭС России» «О повышении надежности опорно-стержневых изоляторов» № 252 от 06.05.2002 г.
5. Наноматериалы и нанотехнологии в энергетике. Монография/под ред. Э.В. Шамсутдинова и О.С. Зуевой. В 2 т.; Т. 1. – Казань: Казан. Гос. Энерг. Ун-т, 2014. – 400 с.
6. Голенищев-Кутузов А.В., Голенищев-Кутузов В.А., Марданов Г.Д., Хуснутдинов Р.А., Евдокимов И.А. Дистанционная диагностика высоковольтных изоляторов «Дефектоскопия», №8, 2016, с. 75-82.
7. Голенищев-Кутузов В.А., Голенищев-Кутузов А.В., Евдокимов А.И., Черномашенцев А.Ю. Способ бесконтактной дистанционной диагностики состояния высокополимерных изоляторов. Пат. 2483315 РФ 26.12.2011.
8. Голенищев-Кутузов А.В., Сюнюгин И.Е., Марданов Г.Д. Программа записи, обработки и распределения сигналов ЧР по амплитуде и фазе. Свидетельство о государственной регистрации для ЭВМ № 2014612238 РФ 23.12.2013.



ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Муфаздалов И. Р., Рыжов Б. А., Ахмадеев Р. Д., Петров А. А.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

TRENDS OF DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED ENERGY IN RUSSIA

Mufazdalov I. R., Ryzhov B. A., Akhmadeev R. D., Petrov A. A.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

В данной работе рассматриваются основные направления развития распределенной энергетики. Приведены примеры ее внедрения в различных странах и был проведен анализ экономической составляющей данной системы электроэнергетики.

Annotation

In this paper, the main directions of development of distributed energy are considered. Examples of its implementation in various countries are given and an analysis of the economic component of this electric power system was carried out.

В настоящее время в нашей стране основная часть электроэнергии производится на больших электростанциях, то есть используется централизованная система энергоснабжения. Данная система позволяет передавать очень большое количество электроэнергии потребителям на дальние расстояния. Но есть и недостатки централизованной системы самой существенной из них является то, что из-за различных факторов (экологических, экономических, географических и т. д.) электростанции располагают «далеко» от потребителей, поэтому часть произведенной энергии теряется при передаче, особенно значительны потери тепловой энергии, которую сложно передать на большие расстояния и она в основном попросту рассеивается в окружающую среду. В связи с этим в последнее время значительное развитие приобретает система распределенной энергетики, которая позволяет дополнительно получать электроэнергию.

Распределенная энергетика представляет собой направление энергетики в котором происходит использование источников электроэнергии небольших, компактных размеров в непосредственной близости от потребителя и для собственных нужд, но при этом это является дополнительной частью электросети, то есть потребитель не отключается от основной сети электроснабжения. В качестве источников электроэнергии могут быть использованы: возобновляемая энергетика (солнечные батареи, ветряные генераторы), тепловые насосы, паровые котлы, газотурбинные электростанции, микротурбинные электростанции и т. д.

Развитие данного вида энергетики наблюдается во многих странах. Например, в США используется около 12 млн установок малой распределенной генерации энергии общей мощностью свыше 200 ГВт, из них около 170 ГВт используются в виде запасных источников питания для энергоснабжения потребителей в аварийных случаях или происшествиях. С каждым годом данные показатели возрастают, что в скором будущем приведет к использованию данных установок в качестве регулярных источников.

В странах ЕС введение данной системы распределенной энергетики происходит в зависимости от нормативной базы и соответствующих политических решений, но в среднем показатели составляют около 10% от всего объема произведенной энергии. Например, в Дании распределенная генерация составляет более 45 % производства электроэнергии, или же к примеру, во Франции энергетическая промышленность в основном основана на использовании атомной энергии. В Дании ядерная энергия никогда не рассматривалась как вариант

для долгосрочного развития энергетического сектора из-за определенных рисков и возможных экологических последствий.

В России, в отличие от зарубежных стран, в скором будущем будут преобладать системы централизованного энергоснабжения наряду с ростом крупных электростанций. В то же время географические особенности нашей страны предоставляют прекрасную возможность для развития и применения распределенной генерации. Распределенная энергетика открывает совершенно новые перспективы для повышения энергоэффективности и создания наилучшего энергетического баланса. В настоящее время в России насчитывается более 50000 малых распределенных электростанций, и их число все еще растет. В отдаленных и изолированных районах вся энергия ориентирована на распределенную генерацию энергии.

Если провести анализ по соотношению стоимости электроэнергии, вырабатываемой распределенной генерацией в России и в развитых странах показывает, что в основном ее определяют глубиной проникновения на рынок и ее масштабом и уровнем государственной поддержки. Эти факторы в основном характерны для большинства развитых стран. Однако их недостаточно активное проявление в России сдерживает реализацию планов по развитию распределенной электроэнергетики.

Литература

1. Салихов А.А. Неоцененная и непризнанная «малая» энергетика. – М.: Издательство «Новости теплоснабжения», 2009 г., 176.
2. Киушкина В.Р. Возобновляемые источники энергии в распределенной генерации малой энергетики // Молодой ученый. 2016. №26. С. 45-47. [Электронный ресурс] // URL <https://moluch.ru/archive/130/35925/> (дата обращения: 25.02.2018).



**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
И НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
И ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**СИСТЕМА ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА КАК ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ
БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Бородай Е. Н.,

*ГАО «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань*

**THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM AS ONE OF THE ELEMENTS OF ENTERPRISE'S BUSINESS
PROCESSES MANAGING**

Boroday E. N.,

*Center of energy saving technologies of the Republic of Tatarstan
at the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan, Kazan*

Аннотация

В статье приведены бизнес-процессы «верхнего уровня» предприятия и показано место системы энергоменеджмента в их структуре. Описаны основные принципы построения системы энергоменеджмента, цели и система критериев оценки их достижения. Обозначены основные барьеры и пути их преодоления для успешного внедрения и функционирования системы энергоменеджмента, преимущества внедрения и сертификации.

Annotation

The article describes the enterprise's «top level» business processes. It is shown the location of the energy management system in their structure. There are given some basic principles of building energy management systems, goals and criteria for evaluation their achievement. Identified the main barriers and ways to overcome them for successful implementation and functioning of the energy management system, the benefits of implementation and certification.

Признание важности энергии как одного из видов ресурсов, который требует такого же менеджмента как любой другой дорогостоящий ресурс (наряду с сырьем и материалами), а не как накладных расходов предприятия, является основной предпосылкой к внедрению системы энергоменеджмента (СЭНМ) в текущие бизнес-процессы. Запуск СЭНМ инициирует комплекс организационных изменений, связанных с достижением энергоэффективности производственной деятельности. Данные тенденции проявляются не только на уровне предприятия, но также и на федеральном уровне, и реализуются в рамках приоритетного стратегического развития Российской Федерации.

В текущей социально-экономической обстановке предприятию для поддержания необходимого уровня конкурентоспособности требуется применение системного подхода к организационному менеджменту и управлению внутренними бизнес-процессами.

Одним из элементов такой комплексной системы может служить СЭНМ, «развернутая» на предприятии в соответствии с положениями международного стандарта ISO 50001:2011 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению». Это универсальный общепризнанный инструмент управления, обеспечивающий повышение эффективности деятельности предприятия в области энергосбережения и повышения энергоэффективности и получивший широкое распространение и высокую оценку экспертов.

Наглядная структура сети бизнес-процессов «верхнего уровня» предприятия с учетом внедрения СЭНМ представлена на рис. 1.



Рис. 1 Сеть бизнес-процессов «верхнего уровня» предприятия

К группе основных бизнес-процессов относят процессы, создающие продукт или услугу, представляющую ценность для внешнего потребителя, прямой целью которых является получение прибыли.

Отличительными особенностями бизнес-процессов управления является то, что на выходе они дают управленческую информацию для руководителей, имеют типовую внутреннюю структуру: Планирование – Организация – Учет – Контроль – Регулирование, а различия между процессами определяются спецификой объектов управления (стратегия, персонал, инвестиции).

К группе обеспечивающих бизнес-процессов относят процессы, потребителями которых являются основные бизнес-процессы, а также процессы, создающие и поддерживающие инфраструктуру предприятия.

Каждый вид деятельности бизнес-процесса должен быть определен с точки зрения добавленной ценности, т. е. с точки зрения вклада в достижение цели процесса.

Потенциал энергосбережения может быть обнаружен как в основных, так и в обеспечивающих и управленческих бизнес-процессах предприятия, поэтому его можно отнести к сфере управления всей операционной деятельностью предприятия в целом. СЭНМ включает в себя энергетический анализ и учет энергоресурсов, разработку и реализацию энергоэффективных мероприятий, мониторинг достижения целевых показателей, закупочную деятельность, проектирование и новое строительство, подготовку и мотивацию персонала, работу с поставщиками и подрядчиками.

При этом встраивание СЭНМ в текущие бизнес-процессы способствует решению ряда задач, в частности:

- повышение прозрачности, контролируемости и управляемости процессов, связанных с энергопотреблением,
- правильный подбор и мотивация персонала, уменьшение персонализированности,

- регламентация процедур, связанных с управлением энергопотреблением,
- повышение эффективности работы персонала через обучение, разработку и внедрение матрицы компетенций, наглядную демонстрацию целей СЭнМ и текущего уровня энергопотребления,
- рациональное бюджетирование энергоресурсов.

Совокупность результатов от внедрения системы управления, построенной с учетом принципов СЭнМ, проявляется не только финансово, т.е. в конечной достигнутой экономии потребляемых организацией энергоресурсов, сокращении издержек за счет реализации комплекса организационно-технических мероприятий и сокращению вредных выбросов в окружающую среду; но и в улучшении организационной составляющей, репутации стабильной конкурентоспособной компании с четко организованной работой персонала и высоким уровнем корпоративной культуры.

На основе внедренной СЭнМ возможна постепенная автоматизация бизнес-процессов, которая является промежуточной ступенью к переходу на технологию «Интернет вещей» и одним из элементов построения «цифрового» предприятия. В свою очередь, переход на технологию «Интернет вещей» позволит достичь следующих результатов:

- оптимизации производственных процессов с помощью постоянного мониторинга за работоспособностью оборудования,
- автоматизации управления режимами работы и загрузкой производственных мощностей,
- повышения качества и оперативности принимаемых персоналом решений, так как они основываются на регулярно консолидируемой информации в режиме реального времени.

Существенным фактором успешности внедрения элементов СЭнМ в действующие бизнес-процессы предприятия является обеспечение целостной системы управления.

Предпосылки в инициации комплекса организационных изменений, связанных с достижением энергоэффективности на предприятии, создает совокупность внутренних и внешних факторов. Внешнее воздействие оказывают акционеры и инвесторы, потребители продукции и услуг предприятия, органы государственной власти и общеэкономическая ситуация в стране. Внутренние факторы возникают в процессе ежедневной деятельности самого предприятия.

Основными элементами разработки СЭнМ с применением принципов системного подхода являются:

- принцип четкого формулирования целей и задач по повышению энергоэффективности предприятия,
- принцип партнерского отношения с поставщиками и подрядчиками, при котором закупка продукции и услуг осуществляется с учетом их энергоэффективности и ведется совместная работа по повышению энергоэффективности закупаемой продукции и услуг;
- принцип процессного подхода к планированию и управлению энергоэффективностью;
- принцип непрерывного совершенствования производственных процессов и повышения уровня энергоэффективности предприятия.

Интеграция СЭнМ в действующие бизнес-процессы предприятия обеспечивается путем создания и использования единой системы целей и показателей. В рамках внедрения СЭнМ основной целью является снижение потребления энергоресурсов предприятием в натуральных единицах при одновременном сохранении нормативных условий труда и качества выпускаемой продукции (оказываемых услуг).

Достижение целей СЭнМ измеряется через систему критериев оценки их достижения (KPI), в числе которых:

- снижение энергоемкости производственных процессов,



- уменьшение себестоимости конечного продукта,
- внедрение системы непрерывных улучшений,
- процент персонала, обученного в области энергоменеджмента,
- наличие действующей системы мотивации персонала.

Необходимо отметить, что как в любом крупном проекте, при внедрении СЭнМ возникает ряд барьеров, которые оказывают влияние, как на сроки внедрения системы, так и на качество, т. е. конечный результат. Основные из них:

1. Топ-менеджмент предприятия не вовлечен в процесс управления энергией на постоянной основе.
2. Недостаток данных, анализа и систем учета потребления энергоресурсов.
3. Недостаток соответствующих технических навыков для выявления, внедрения мер и проектов по энергоэффективности.
4. При закупках оборудования и проектировании решающим критерием является цена, требования по энергоэффективности часто отходят на второй план.
5. Знания по энергоэффективности принадлежат отдельным лицам, а не организации (в процесс погружены 1-2 человека, прошедших обучение).
6. Наличие предубеждений, устоявшийся образ мышления персонала, что вопросы энергоэффективности относятся к компетенции энергослужбы.
7. Формальное наличие документации по СЭнМ/сертификация достаточно для эффективного управления энергопотреблением.
8. Боязнь изменений устоявшихся бизнес-процессов предприятия.
9. Нехватка финансирования.

Для преодоления указанных барьеров к внедрению СЭнМ необходимо внедрение трансформационных изменений в деятельности руководителей (коучинг, каскадирование целей, демонстрация руководством своей приверженности и пр.), разработка позитивных (не только денежных) способов стимулирования сотрудников для активной работы в СЭнМ, моделирование бизнес-процессов, с целью создания сбалансированной системы целей и показателей оценки результатов, обучение персонала на постоянной основе, внедрение необходимого программного обеспечения, мониторинг и аудит.

Результаты выборочного мониторинга деятельности организаций в области управления энергосбережением, представленные в Государственном докладе Минэнерго России за 2016 год, показали, что:

- 1) результативность деятельности организаций, которые провели энергообследование, определили дальнейшие цели и задачи в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, провели мониторинг показателей и выделили преимущества, с которыми организация может быстро достичь повышения энергетической эффективности с минимальными усилиями и низким уровнем инвестиций, лежит в пределах 35-67%;
- 2) результативность деятельности организаций, которые определили ответственных за энергосбережение и повышение энергетической эффективности, ввели ключевые показатели эффективности, провели обучение персонала и активно занялись популяризацией энергосбережения, реализацией среднесрочных мероприятий, лежит в пределах 67-80%;
- 3) результативность деятельности организаций, которые внедрили СЭнМ в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001, стремится к 100%.

При этом доля предприятий и организаций, сертифицировавших СЭнМ в различных системах добровольной сертификации, в 2016 году составила 41 % от количества опрошенных.

Одной из таких систем является Система добровольной сертификации «Управление энергией» на соответствие требованиям стандарта «ГОСТ Р ИСО 50001-2012», держателем которой является ГАУ «ЦЭТ РТ при КМ РТ».

Основные задачи системы добровольной сертификации «Управление энергией»:

- формирование профессиональных стандартов в области управления энергопотреблением,
- подтверждение компетенций участников системы,
- подтверждение соответствия требованиям ISO 50001 СЭнМ предприятия,
- аттестация персонала предприятия,
- встраивание принципов эффективного использования энергоресурсов в ежедневную деятельность предприятия.

На основании изложенного выше можно сделать вывод, что СЭнМ направлена на интеграцию принципов энергоэффективности в существующую стратегию предприятия наряду с оптимизацией бизнес-процессов, единым целеполаганием и взаимосвязанных критериев оценки ее достижения.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 50001:2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению».
2. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 году.
3. Кондратьева Е. В., Погребняк Д. А. Обеспечение целостности стратегии, бизнес-процессов и организационной структуры предприятия при внедрении системы энергетического менеджмента/Кондратьева Е. В., Погребняк Д. А. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12673> (дата обращения: 15.01.2018).
4. Ковалев С., Ковалев В. Секреты успешных предприятий: бизнес-процессы и организационная структура. Практическое руководство по организационному проектированию. М.: БИТЕК (Бизнес-инжиниринговые технологии), 2014. – 292 с.



**ЖИДКОЕ КОТЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЕРЕХОДА
К РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

Зверева Э. Р., Ахметвалиева Г. Р., Монгуш Ю. К.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

Макарова А. О.,

Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань

**LIQUID BOILER FUEL: USING NANOTECHNOLOGIES FOR TRANSITION
TO RESOURCE-SAVING ENERGY**

Zvereva E. R., Akhmetvalieva G. R., Mongush Y. K.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Makarova A. O.,

Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, Kazan

Аннотация

Показано, что для создания композиционного топлива с улучшенными эксплуатационными характеристиками могут быть использованы методы и материалы нанотехнологий. Для уменьшения вязкости в различные виды углеводородного топлива могут быть добавлены малые количества наночастиц, приводящих к дополнительному структурообразованию, следствием которого может быть изменение реологических свойств за счет перехода к послойному сдвиговому течению. Проанализированы возможности применения углеродных нанотрубок и обезвоженного карбонатного шлама водоподготовки. Установлено наличие синергетического эффекта при совместном применении углеродных нанотрубок с карбонатным шламом. Показано, что выбор подходящих наночастиц и среды их диспергирования для конкретного вида углеводородного топлива позволяет существенно улучшить его эксплуатационные характеристики.

Annotation

It was shown that nanotechnology methods and materials can be used to create a composite fuel with improved performance characteristics. To reduce the viscosity of various types of hydrocarbon fuel, small amounts of nanoparticles can be added, leading to an additional structure formation, which may result in a change in rheological properties due to the transition to layerwise shear flow. The possibilities of using carbon nanotubes and dehydrated carbonate sludge of water treatment were analyzed. The presence of a synergistic effect in the joint application of carbon nanotubes with carbonate sludge has been established. It has been shown that the choice of corresponding nanoparticles and their dispersion medium for a particular type of hydrocarbon fuel can significantly improve its performance characteristics.

В последние годы наблюдалась устойчивая тенденция снижения качества топливного мазута, следствием чего может быть снижение экономичности, надежности тепловых электрических станций, котельных и других предприятий топливно-энергетического комплекса, а также ухудшение экологии окружающей среды. Для перехода к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике возникает необходимость разработки специальных присадок, улучшающих характеристики тяжелого остаточного котельного топлива.

Другой возможностью перехода к ресурсосберегающей энергетике является использование альтернативных видов жидкого котельного топлива, таких, как водоугольное топливо и водомазутные эмульсии, улучшение эксплуатационных характеристик которых имеет не меньшее значение. Более того, возможность использования трубопроводов для транспор-

тировки водоугольного топлива придает особое значение улучшению его реологических характеристик, способствующих энергосбережению. Учитывая тот факт, что при добыче, переработке и использовании нефтяного топлива образуется большое количество побочных вредных продуктов (оксидов серы, углерода, азота, ванадия и др.), создание оптимальных видов композиционного альтернативного топлива и улучшение его свойств за счет применения присадок являются актуальными задачами.

В данной работе нами показано, каким образом для улучшения реологических характеристик различных видов котельного топлива можно воспользоваться методами и материалами нанотехнологий.

Известно, что добавление наноструктур, приводит во многих случаях к радикальной трансформации свойств традиционных материалов практически без изменения их химического состава только за счет склонности молекул в присутствии наночастиц к самоорганизации и самосборке, приводящей к появлению упорядоченных структур [1,2] и изменению функциональных характеристик исходных материалов. В частности, использование механизмов самопроизвольного самоупорядочения атомов вокруг наночастиц в жидких дисперсных системах может приводить к дополнительному надмолекулярному структурообразованию, следствием которого может быть уменьшение вязкости за счет перехода к послойному сдвиговому течению. Подобные изменения наблюдаются в небольшой области концентраций наночастиц. Степень изменения реологических свойств и величина оптимальной концентрации (во многих случаях это доли процентов и менее) при которой могут наблюдаться подобные явления, зависит от вида наночастиц и физико-химических свойств используемых сред. Поведение совершенно различных дисперсных систем (к которым относятся нефтяное топливо, водотопливные эмульсии и водоугольные суспензии) в присутствии наночастиц оказывается схожим. Это связано с тем, что для существования дополнительного структурообразования главными являются только два момента: сам факт введения наночастиц с избыточной поверхностной энергией в дисперсную систему и возможность перемещения и ассоциации молекул вокруг них за счет жидкого агрегатного состояния системы.

Эффект добавления малых количеств наночастиц (в том числе совместно с другими добавками, уже доказавшими ранее свою эффективность) может быть использован для улучшения реологических свойств различных видов углеводородного топлива, способствуя снижению энергоемкости и себестоимости продукции в технологических процессах [3,4]. Однако практическое использование данного эффекта требует решения двух вопросов. Во-первых, необходимо определить возможные виды наночастиц, которые можно добавлять в топливо. Во-вторых, требуется определить диапазон концентраций используемых наночастиц, для которого будут проявляться необходимые эффекты.

Известно, что наночастицы являются достаточно дорогими образованиями, использование которых может нанести вред окружающей среде. Поэтому в качестве наночастиц нами были выбраны углеродные нанотрубки (УНТ), которые с большим успехом уже применяются в различных областях энергетики. Несмотря на то, что углеродные нанотрубки являются биологически неразлагаемыми наночастицами, они полностью сгорают вместе с топливом, поскольку состоят из чистого углерода, а их каталитические свойства приводят к более полному сгоранию других компонентов топлива, что может оказаться важным для устранения негативных последствий использования тяжелого топлива. Механизм каталитической активности углеродных нанотрубок связан с тем, что они обладают высокой удельной поверхностью и при присоединении к ним различных радикалов образуют каталитические центры, которые могут быть использованы для гетерогенного катализа. Поскольку присоединение функциональных групп в первую очередь происходит к открытым краям и к де-



фектам поверхности, каталитическая активность открытых нанотрубок заметно превышает соответствующий параметр для замкнутых нанотрубок. В частности, углеродные нанотрубки, содержащие железо, являются эффективными катализаторами восстановления кислорода, поскольку железо-углеродные центры в них образуют активные центры. Было показано [5], что эффективный катализатор на основе углеродных нанотрубок может быть получен и без использования металла в присутствии малого количества азота, что предполагает новый механизм каталитической активности углеродных нанотрубок в восстановлении кислорода. Выяснилось [6], что аналогичный механизм имеет место и при наличии других атомов, таких, как фосфор, бор, сера, селен. Все вышеперечисленные атомы всегда присутствуют в составе топлива, а потому могут образовывать комплексы с углеродными нанотрубками. Восстановленный с их помощью кислород способствует более полному сгоранию всех компонентов топлива.

В настоящее время производство углеродных наноматериалов, к которым относятся различные виды углеродных нанотрубок, вышло за рамки лабораторных и полупромышленных установок, что дает возможность предположить экономическую целесообразность их использования. Выбирая для экспериментов углеродные нанотрубки отечественного углеродного наноматериала «Таунит» (<http://www.nanotc.ru>), мы руководствовались их относительной дешевизной и доступностью, а также нашим опытом работы с ними [7,8].

Другим видом использованных нами частиц, изменяющих реологические свойства топлива и способствующих уменьшению вредных выбросов в атмосферу [9], стали частицы обезвоженного карбонатного шлама, являющегося отходом процесса химводоочистки водоподготовительных устройств ТЭЦ и котельных. Проведенные нами ранее исследования показали, что применение дорогостоящих наночастиц в качестве добавок к углеводородному топливу в некоторой степени может быть заменено добавками микрочастиц обезвоженного карбонатного шлама – отхода, образующегося в процессе коагуляции и известкования природных вод на тепловых электростанциях. В качестве присадки к топливу целесообразно использовать тонкодисперсную фракцию обезвоженного карбонатного шлама с размером частиц не более 0,09 мм с суммарным содержанием карбонатов кальция и магния не менее 85%. Карбонатный шлам – это продукт, полученный химическим осаждением. Он обладает комплексом специфических физико-химических свойств, среди которых следует отметить разнообразный химический состав (карбонаты кальция, гидрооксиды магния и железа, соединения алюминия и т.д.), и уникальной структурой, характеризующейся высокой дисперсностью, пористостью и поверхностной активностью. По своему строению и качествам обезвоженный карбонатный шлам за счет большого количества пор, возникших при его обезвоживании, может быть отнесен к наноструктурным образованиям. Однако следует отметить не только отсутствие каких-либо вредных экологических последствий применения данной добавки, но и снижение выбрасываемых оксидов серы на 36,5 мас. % при сжигании мазута марки М100 с использованием карбонатного шлама в количестве 0,1 мас. % при сернистости топлива 3,5 мас. % [9].

Предложенная концепция возникновения областей дополнительного структурообразования дисперсионной среды вокруг наночастиц в жидкости – позволяет, в основном, объяснить изменения вязкости, наблюдавшиеся нами для тяжелого котельного топлива (топливных мазутов) и жидкого водоугольного топлива при добавлении наноструктурных образований. Согласно этой концепции область снижения вязкости приходится на малые концентрации наночастиц. Действительно, наилучшие результаты для мазута марки М100 при 75 оС, которые наблюдались нами, соответствовали концентрациям УНТ порядка 0,0125 мас. % [1].

Для подтверждения данной концепции нами были проведены дополнительные исследования концентрационных зависимостей условной вязкости различных видов котельного топлива. Результаты, полученные для водоугольного топлива, приведены в работе [10]. В данной работе приводятся данные, полученные нами для мазута марки М100 с добавлением углеродных нанотрубок, диспергированных в дипроксамине (концентрации 0,025 мас. % УНТ соответствует добавление 1,0 мас.% дипроксамина). На рис. 1 (слева) изображена концентрационная зависимость условной вязкости образцов мазута М100 с добавлением углеродных нанотрубок, диспергированных в дипроксамине. На рис. 1 (справа) исследована зависимость условной вязкости образца мазута, дополнительно включающего в себя 0,1 мас. % карбонатного шлама, от концентрации УНТ. Следует отметить, что поскольку УНТ диспергированы в дипроксамине, увеличение их концентрации приводит к одновременно увеличению концентрации дипроксамина. Уменьшение вязкости мазута может происходить как за счет увеличения концентрации дипроксамина (известно, что эта зависимость носит линейный характер), так и за счет увеличения концентрации УНТ. Зависимость вязкости мазута от концентрации УНТ не так проста. Снижение вязкости на начальном этапе может смениться ее последующим ростом. Реально наблюдаемые процессы должны отражать обе тенденции.

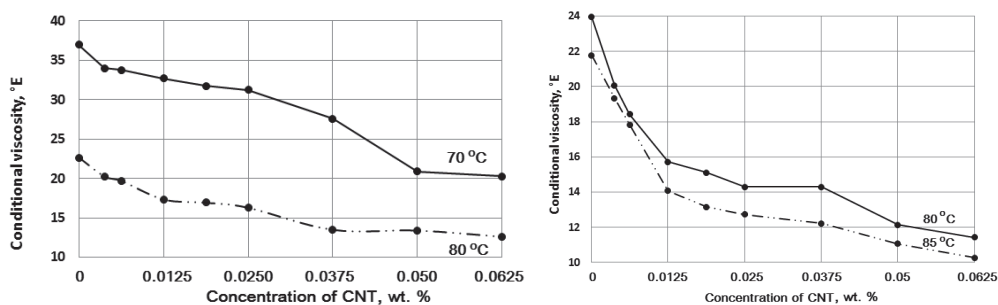


Рис. 1. Условная вязкость образцов мазута М100 с добавлением только суспензии УНТ в дипроксамине (слева) и с дополнительной присадкой 0,1 мас. % карбонатного шлама (справа) в зависимости от концентрации УНТ

Ход концентрационных зависимостей условной вязкости говорит о наличии перелома (прекращению резкого падения вязкости) в точке с концентрацией 0,0125 мас. %, который может свидетельствовать о существовании минимального значения вязкости за счет структурообразования под действием УНТ. Несмотря на сохраняющуюся тенденцию к уменьшению вязкости при дальнейшем увеличении концентрации УНТ с дипроксаминем, использование больших концентраций наночастиц может стать экономически неоправданным. Сравнение рассматриваемых зависимостей (левые и правые кривые рис. 1) также говорит о наличии синергетического эффекта при совместном применении УНТ с карбонатным шламом. Кроме того, наличие карбонатного шлама в мазуте приводит к снижению выбрасываемых оксидов серы [9].

Таким образом, в работе показано, что для создания композиционного топлива с улучшенными эксплуатационными характеристиками могут быть использованы методы и материалы нанотехнологий. В частности, установлено, что использование концепции дополнительного структурообразования при наличии наночастиц, а также выбор подходящих наночастиц и среды их диспергирования для конкретного вида углеводородного топлива позволяет существенно улучшить его эксплуатационные характеристики.



Литература

1. Zvereva E. R., et al. // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. V. 11. P. 2950.
2. Zvereva E. R., et al. //Advances in Engineering Research. 2017. Vol. 133. P. 914.
3. Zvereva E. R., Zueva O. S., Khabibullina R. V. //Mat. Sci. Forum. 2016. V. 870. P. 666.
4. Zvereva E. R., Khabibullina R. V., Zueva O. S. // Solid State Phenom. 2017. V. 265. P. 374.
5. Gong K., Du F., Xia Z., Durstock M., Dai L.// Science. 2009. V. 323, P. 760.
6. Yang Z., et al // ACS Nano. 2012. V. 6 (1). P. 205.
7. Зуева О. С. и др. // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-5. С. 1021.
8. Зуева О. С. и др. // Известия Академии наук. Серия химическая. 2016. № 5. С. 1208.
9. Зверева Э. Р., Дмитриев А. В., Шагеев М. Ф. и др. // Теплоэнергетика. 2017. № 8. С. 50.
10. Зверева Э. Р. и др. // Вестник КГЭУ. 2017. № 3 (35). С. 77.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЁННЫХ
ПУНКТОВ СЖИЖЕННЫМ УГЛЕВОДОРОДНЫМ ГАЗОМ**

Калякин П. М., Барышева О. Б.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF GAS SUPPLY SYSTEMS OF SETTLEMENTS
WITH LIQUEFIED PETROLEUM GAS**

Kalyakin P. M., Barysheva O. B.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

В работе показаны результаты экономико-математического моделирования систем газоснабжения сжиженным углеводородным газом на базе газонаполнительных станций, а также представлены оптимальные типоразмеры подземных резервуаров в зависимости от годового объема газопотребления и необходимый остаточный уровень газа в резервуаре.

Annotation

The paper shows the results of the economic and mathematical modeling of liquefied petroleum gas supply system on the basis of gas filling stations, and also presents the optimum standard sizes of underground tanks depending on annual volume of gas consumption and a necessary residual level of gas in the tank.

В работе исследуется газоснабжение потребителей сжиженным углеводородным газом по двухступенчатой схеме газоснабжения с использованием промежуточных газонаполнительных пунктов (ГНП). Применение промежуточных газонаполнительных пунктов существенно снижает транспортную составляющую затрат в систему газоснабжения. Основная часть транспортных расходов в пределах радиуса действия ГНС приходится на доставку СУГ с ГНС на ГНП, которая осуществляется по более дешевому варианту (автоцистернами), в то время как более дорогой вариант доставки СУГ (баллоновозами) ограничивается радиусом действия ГНП.

Для выявления оптимальных параметров двухступенчатых систем газоснабжения с использованием промежуточных ГНП были проведены соответствующие технико-экономические исследования.

В общем случае, для двухступенчатой схемы газоснабжения целевая функция задачи имеет следующий вид функционала:

$$Z = f(Z_{гис}^p; Z_{ам}^p; Z_{гнп}; Z_{ам}^6; Z_{бу}; Z_{пу}) = f(R_0, R_{гнп}) = \min,$$

где $Z_{гис}^p$ – удельные приведенные затраты по газонаполнительной станции при реализации газа в автоцистернах, руб/т; $Z_{ам}^p; Z_{ам}^6$ – удельные приведенные затраты в доставку газа автомобильным транспортом (автоцистернами и баллоновозами), руб/т; $Z_{гнп}$ – удельные приведенные затраты в газонаполнительный пункт, руб/т; $Z_{пу}$ – удельные приведенные затраты в резервуарные установки потребителя, руб/т; $Z_{бу}$ – удельные приведенные затраты в баллонные установки потребителя, руб/т; R_0 – радиус действия ГНС, км; $R_{гнп}$ – радиус действия ГНП, км.

В целях численной реализации предложенной модели были проведены соответствующие расчеты. В расчетах использовались следующие исходные данные:

- плотность газопотребления на территории, прилегающей к ГНС;



- схемы снабжения потребителей СУГ;
- характеристика дорожной сети при доставке газа с ГНС автоцистернами;
- то же при доставке газа с ГНП в баллоновозах;
- характеристика застройки поселков: усадебная (коттеджная) с компактной планировкой – 50%, с разбросанной планировкой – 50% от общей застройки;
- доля газа, реализуемая через резервуарные установки.

Результаты расчетов представлены на рис. 1 и 2. Графики показывают зависимость оптимальных параметров региональных систем газоснабжения сжиженным углеводородным газом от плотности газопотребления на газоснабжаемой территории и доли газа, реализуемого через резервуарные установки.

Как видно из графиков, оптимальные параметры региональных систем снабжения СУГ существенно изменяются в зависимости от плотности газопотребления на газоснабжаемой территории и доли газа, реализуемого через резервуарные установки. Указанные обстоятельства необходимо учитывать в проектной практике путем привязки проектных решений к конкретным условиям газоснабжаемой территории. [1,2]

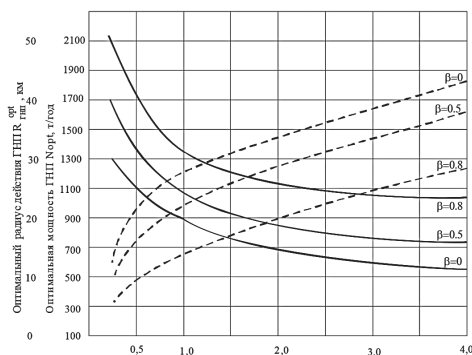


Рис. 1 Оптимальные параметры газонаполнительного пункта СУГ:
----- – оптимальная мощность ГНП; -- – оптимальный радиус действия ГНП; β – доля потребителей, получающих газ от резервуарных установок, в общем объеме газопотребления

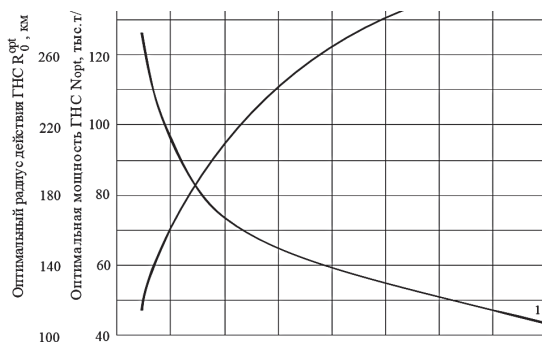


Рис. 2. Оптимальные параметры газонаполнительной станции СУГ:
1 – оптимальный радиус действия ГНС; 2 – оптимальная мощность ГНС

Энергоэффективность системы газоснабжения населённых пунктов также зависит от типоразмеров подземных резервуаров и остаточного уровня газа в резервуаре.

В данном исследовании предполагается, что сжиженный газ, находящийся в баллоне, реализуется потребителем полностью, наличие остаточного уровня газа в баллоне не предусматривается. Вместе с тем, при низком остаточном уровне газа в баллоне испарительная способность последнего не удовлетворяет расчетной потребности. Потребитель в данном случае получает меньшее количество газа, то есть наблюдается частичный отказ систем газоснабжения. В ряде случаев испарение газа в баллоне вообще прекращается (полный отказ систем газоснабжения). Поэтому величина остаточного уровня газа в баллоне играет определенную роль. Результаты теоретических и экспериментальных исследований показывают, что надежное газоснабжение потребителя от баллонных установок с максимальной обеспеченностью газопотребления требует наличия остаточного уровня газа в размере 24% (при установке в квартирах только газовых плит) и 32% (при установке в квартирах газовых плит и водонагревателей) [3,4].

В результате технико-экономических исследований было установлено что, наиболее эффективный вариант децентрализованного снабжения потребителей сжиженным газом от резервуарных установок обеспечивается на базе подземных цилиндрических резервуаров вертикального типа. В целях определения оптимальных типоразмеров (геометрического объема) индивидуальной резервуарной установки, остаточного уровня газа в резервуаре были проведены соответствующие исследования, результаты которых в таблице 1 [5].

Таблица 1. Выбор оптимального типоразмера подземного резервуара СУГ

Характеристика объекта газоснабжения	Максимальный часовой расход газа, кг/ч	В том числе на отопление, кг/ч	Годовой расход газа, кг/год	Годовое энергопотребление, МВт/год	Рекомендуемый объем резервуара, м ³	Остаточный уровень газа в резервуаре, %
Усадебные (коттеджные) здания, газовые плиты	0,7	-	216,66	2,83	1,3	24
То же, плиты и водонагреватели	2,24	-	339,69	4,43	1,3	55
Усадебные здания, газовые плиты и котлы непрерывного действия	1,61 1,36	0,90 0,66	1203,7 672,03	28,92 14,23	2,3 1,3	55 28
Усадебные здания, газовые плиты и котлы периодического действия	6,1 4,63	5,39 3,93	1204,14 672,10	33,39 8,40	3,0 2,3	54 46
Коттеджные здания, газовые плиты, водонагреватели и газовые отопительные котлы	3,78 3,31	1,61 1,14	2104,65 1133,98	49,46 23,02	3,0 2,3	50 32

Примечание: в числителе – холодная климатическая зона; в знаменателе – умеренно-теплая климатическая зона



Литература

1. Осипова Н. Н. Моделирование региональных систем газоснабжения на базе сжиженного углеводородного газа/Н. Н. Осипова // Вестник ИргТУ. – 2011. – № 2 (49). С. 84-88.
2. Kuwahara N. Liquefied natural gas supply optimization/N. Kuwahara, S. V. Bajay, L. N. Castro // Energy Conversion & Management. – 2000. – №41. p. 153-161.
3. Guohua S. A Liquefied Petroleum Gas Gasification System. Utilizing Solar Thermal Energy/S. Guohua, J. Youyin // Energy and Power Engineering Department, North China Electric Power University. – 2008. – 6p.
4. Курицын Б. Н., Кузнецов С. С. Разработка математической модели комбинированной регазификации сжиженного углеводородного газа/Б. Н. Курицын, С. С. Кузнецов // Вестник СГТУ. – 2011. – № 4 (59). С. 218-224.
5. Иванова Е. В. Поселковые системы газоснабжения на базе сжиженного углеводородного газа/Е. В. Иванова, М. В. Павлутин // Вестник СГТУ. – 2005. – № 4 (9). С. 117-123.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ГАЗОПРОВОДОВ

Залялова А. Р., Барышева О. Б.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

ENERGY SAVING TECHNOLOGIES FOR RECONSTRUCTION OF GAS PIPELINES

Zalyalova A. R., Barysheva O. B.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

В настоящее время все актуальней становится использование бестраншейной технологии реконструкции газопроводов в городских условиях. Это связано со значительным сокращением трудоемкости, материально-технических ресурсов и т. д. В данной статье рассмотрим энергосберегающую немецкую технологию «Феникс», вот уже который десяток лет успешно применяемую на российском и зарубежном рынках. Цель статьи: выявить суть технологии, выделить преимущества и недостатки, сделать выводы по применению данного метода реконструкции газопроводов.

Annotation

At present, the use of trenchless technology for the reconstruction of gas pipelines in urban conditions is becoming more urgent. This is due to a significant reduction in labor intensity, material and technical resources, etc. In this article we will consider the energy-saving German technology «Phoenix», which has been successfully applied for ten years on the Russian and foreign markets. The purpose of the article: to identify the essence of technology, highlight the advantages and disadvantages, draw conclusions on the application of this method of reconstruction of gas pipelines.

Своевременное техническое обслуживание и профилактический ремонт газопровода – это гарантия его долгой, бесперебойной и надежной работы. Эксплуатация газопровода предусматривает периодическое осуществление осмотров, профилактических работ и ремонта. В случае если возникает необходимость, газопровод подвергают реконструкции.

Капитальный ремонт газопровода необходим при проявлении достаточно серьезных неисправностей, грозящих безопасности функционирования всей системы в целом. При капитальном ремонте целиком заменяют поврежденные зоны газопровода, реконструируют или заменяют арматуру, восстанавливают или заменяют нарушенные системы изоляции, ремонтируют колодцы, средства защиты и т. д. [1]

В сфере капитального ремонта газопроводов важную роль играют новые технологии, в частности, метод санирования внутренней плоскости стальной имеющейся трубы тканево-полиэтиленовым рукавом согласно технологии «Феникс».

Реконструкция по технологии «Феникс» выполняется силами компании ОАО «МОСГАЗ». Отличительная черта технологии в том, что она дает возможность продлевать жизнеспособность трубы на пятьдесят лет при наименьшем объеме земляных работ. И в случае если магистраль утратила свою несущую способность, полимерный рукав внутри газопровода гораздо в дальнейшем самостоятельно выдерживать давление.

Уникальность процесса реконструкции газопровода способом санации – точечный доступ к подземным коммуникациям без разрытия траншеи по всей длине участка. Всего два котлована по обеим противоположным сторонам дает возможность осуществить реконструкцию трубы предельно комфортно для населения города. А главное, не требуется перекрывать



движение автомобильного транспорта в области проведения работ, на крупных магистралях. Вся работа происходит под землей.

Рассмотрим суть технологии (рис. 1).

1 этап. Подготовка санируемой трубы. Производится вскрытие старой трубы в двух местах. При этом нет необходимости перекрывать улицы, которые пересекаются с газопроводом. Длина санируемого участка может достигать пятисот метров в зависимости от диаметра. Торцы газопровода обрабатываются с двух сторон так, чтобы не повредить чулок-лайнер.

2 этап. Гидроочистка газопровода. Очистка от отложений до металлического блеска восстанавливаемого газопровода производится гидродинамическим методом: по специальному шлангу высокого давления в рабочий орган трубной фрезы подается вода, которая под особым углом через дюзы попадает на стенки газопровода.

3 этап. Телеконтроль. Контроль качества очистки осуществляется при помощи робототехнического комплекса, который опускается в котлован, начинает движение по газопроводу. Специалист на рабочей станции через монитор фиксирует все параметры внутренней поверхности санируемой трубы.

4 этап. Сушка газопровода. Установленный компрессор через систему гибких шлангов обеспечивает поступление воздуха в газопровод. Цель сушки – удалить остатки воды и грязи.

5 этап. Ввод полимерного рукава. Заправленный в установку «Феникс» чулок-лайнер под давлением выходит из установки, «выворачиваясь наизнанку» клеевой стороной наружу и заходя в санируемую трубу. Далее он равномерно движется по газопроводу, прилипая к его стенкам.

6 этап. Интенсификация клея между газопроводом и полимерным рукавом. С помощью специальных игл со шлангами нарушается герметичность шланга-чулка для подачи в него пара. При постоянном давлении из парогенератора в газопровод подается пар, который необходим для приобретения клеевым составом заданных свойств. Происходит прогрев рукава, смола твердеет и крепко приклеивается к старой трубе. Этот процесс может идти от одного до шести часов. Затем рукав медленно остывает.

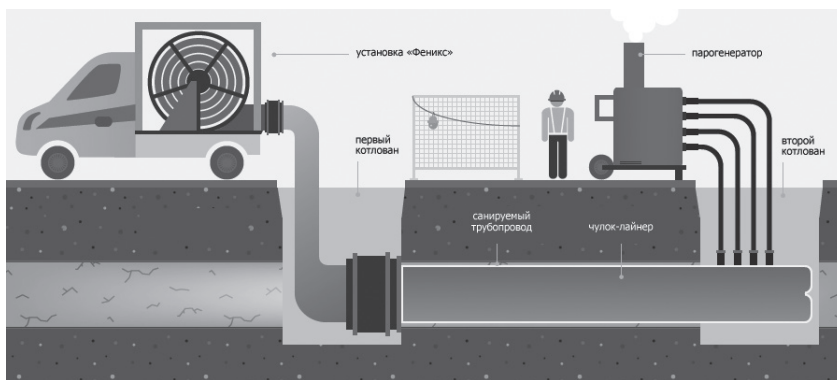


Рис. 1. Технология «Феникс» реконструкции газопровода

Преимущества технологии:

1. Значительное сокращение затрат при реконструкции газопроводных сетей за счет снижения трудоемкости и времени, также благодаря организации доставки к объекту расходных материалов. Поскольку полимерная труба доставляется рулонами.

2. Возможность прокладки отдельных участков трубы длиной до шестисот метров без промежуточных узлов соединений, что обеспечивает герметичность и высокую надежность всей системы в целом.

3. Минимальная потребность в площади для организации работ на объекте, отсутствие длинных громоздких труб, возможность проведения работ при дефиците рабочего места. Это позволяет организовать поток дорожного движения транспорта без ограничений и обеспечить комфорт жителей микрорайона.

4. Не требуется большой объем земляных работ. Необходима лишь раскопка подземных участков в месте его входа и выхода из-под земли.

5. Уменьшение поперечного сечения трубы, которое компенсируется небольшим увеличением давления на входе газораспределительной системы.

6. Минимальная шероховатость трубы хорошо сказывается на текучести рабочей среды. Отсутствует на ней ржавчина и коррозия. Благодаря чему достигается легкость подачи топлива, соответствие параметров газа стандартам во всех точках распределительной системы.

7. Надежность и долговечность реконструированной системы газоснабжения. Срок службы полимерных труб составляет до пятидесяти лет. При монтаже используют полимерные трубы, соответствующие стандарту качества ISO 9001, которые выпускаются на одном из современных заводов в Германии. Причем старая труба выполняет функцию внешней оболочки, защищающей полиэтиленовую трубу от механических повреждений и температурных перепадов.

8. Отсутствие резьбовых и муфтовых соединений обеспечивает герметичность трубы на весь срок службы, вследствие чего стремительно снижается трудоемкость обслуживания и частота периодических осмотров [5].

Итак, эффект технологии «Феникс» заключается в следующем:

- нет необходимости разрытия сплошной траншеи;
- сохраняется пропускная способность газопровода;
- стремительно уменьшаются сроки выполнения ремонтных работ;
- снижение потребления топлива за счет сокращения работы автомобильного транспорта и механизмов;
- сохранение экологии окружающей среды: уменьшаются выбросы от деятельности механизмов и автомобильного транспорта, существенно сокращается вырубка деревьев и кустарников.

Также существуют недостатки метода. К ним можно отнести относительно высокую стоимость материалов и клея, кроме того необходимость тщательной очистки трубопроводов перед санацией при помощи дорогих машин гидравлической очистки высокого давления и полного высушивания внутренней плоскости. Так, в случае неполного приклеивания рукава к старой трубе существует угроза его отслоения в дальнейшем, если в данном месте возникнет или уже имеется отверстие, через которое возможно проникновение грунтовых вод. Но в силу множества преимуществ вышеизложенные недостатки не имеют большого значения при качественном выполнении работ.

Мы часто говорим о необходимости инноваций, об использовании новых энергосберегающих технологий и материалов в производстве, о взаимосвязи науки с производством, о применении зарубежного опыта работы в разных областях строительства и ремонта трубопроводов. В случае с применением метода санации согласно технологии «Феникс» сходятся все без исключения: здесь и инновации, и лучший зарубежный опыт, и новейшие энергосберегающие технологии и материалы.



Литература

1. Лютова Т.Е. Особенности и возможности современных способов реконструкции и ремонта подземных газопроводов в условиях городской застройки // Ползуновский Вестник №1. 2014.
2. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий (теория и практика): технический учебник- справочник – М.: ПрессБюро, 2005. – 304 с.
3. СП 42-103-2003. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
4. Подземный Эксперт. 2015 [Электронный ресурс]; // URL: <http://undergroundexpert.info/issledovaniya-i-tehnologii/tehnologii/sanacija-gazoprovoda-feniks/> (дата обращения 12.01.2018).
5. Строкова Н.А. Энергосберегающие технологии для реконструкции газопроводов [Электронный ресурс]; // URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=197 (дата обращения 12.01.2018).

**ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ СТАНКОВ И ПЕРСОНАЛА
НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Мухаметзянов И. А.,

ООО «ИЦ «Станкосервис», г. Смоленск

**ORGANIZATION OF MONITORING OF MACHINES AND STAFF
AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISE**

Mukhametzyanov I. A.,

Engineering center «Stankoservis», Smolensk

Аннотация

Публикация предназначена для ознакомления с основными способами организации мониторинга работы станков и персонала на промышленном предприятии с использованием автоматизированной информационной системы Диспетчер (далее – АИС Диспетчер). Она дает представление о составе системы, общих принципах работы.

Annotation

The publication is intended to familiarize with the basic methods of monitoring the work of machines and personnel in an industrial enterprise using an automated information system Manager (hereinafter – AIS Manager). It gives an idea of the composition of the system, the General principles of work.

Большинство современных предприятий в своей деятельности сталкиваются с целым рядом проблем и трудностей, которые связаны с организацией производства и производством продукции. Все они в той или иной степени оказывают негативное влияние и снижают общую эффективность предприятия.

И тут основная проблема не в том, что оборудование несовременное, ненадежное или специалисты плохо обучены, а в том, что для принятия решений часто не хватает специализированной информации или получаемая информация не отвечает предъявляемым к ней требованиям по полноте, достоверности и актуальности.

Наша компания разработала систему, которая как раз и позволяет эффективно решать задачи, связанные с получением и использованием производственной информации.

Что предлагается?

Предлагается объединить все производственное оборудование и персонал в единую информационную систему, создав тем самым общее информационное пространство предприятия. На этой основе предприятие приобретает возможность в реальном масштабе времени получать объективные данные о состоянии производственных ресурсов, и, конечно же, управлять этими ресурсами.

Каким образом происходит подключение?

Используется три способа подключения.

1. Подключение современных станков с ЧПУ, автоматических линий с сетевыми контроллерами осуществляется по локальной сети напрямую к станкам – прямое подключение. Передача данных о состояниях станка на сервер системы Диспетчер происходит без участия человека в автоматическом режиме.
2. Оборудование, которое не имеет возможности сетевого подключения (станки без ЧПУ, универсальные станки, термопластавтоматы и др.) подключаются к системе с применением станочных терминалов и регистраторов, которые также передают данные на сервер системы в автоматическом режиме без участия человека – аппаратное подключение.



3. Комбинированное подключение. В этом случае используется прямое и аппаратное подключение одновременно.

Конструктивно система Диспетчер состоит из двух частей – аппаратной и программных модулей.

Аппаратные средства АИС Диспетчер позволяют:

- принимать данные телеметрии оборудования с различных датчиков и устройств, измеряющих температуру, давление, токи, напряжения, данные вибромониторинга и т.д.
- вводить в ручном режиме данные, которые нельзя получить в автоматическом режиме: причины простоя, Ф.И. О. оператора и т.д.

Разработанные нашей компанией приборы, устройства и технические решения позволяют решить задачу подключения в общую сеть любого оборудования. При этом возможна синхронизация с различными MES, ERP и другими системами верхнего уровня.



Рис. 1. Состав аппаратной части АИС Диспетчер

Программные модули обеспечивают управление аппаратной частью, обработку полученной информации и представление ее в необходимой форме (рис1). Основными возможностями данных модулей являются:

- регистрация и оповещение о простоях оборудования;
- контроль реальной загрузки оборудования;
- определение доли машинного и штучно-калькуляционного времени в фонде работы оборудования;
- оценка потерь рабочего времени операторами;
- расчет коэффициента готовности оборудования;
- расчет показателя общей эффективности оборудования (ОЕЕ);
- анализ статистики технологических процессов и оценка их оптимальности;
- формирование отчетов и справок по вопросам технического состояния, ремонта и ТО оборудования;
- организация хранения УП;
- формирование и ведение журналов: сервисной службы и простоев;
- формирование и ведение справочников: комплектующих материалов и оборудования;
- синхронизация с другими информационными системами;
- др.

На сегодняшний день система Диспетчер успешно применяется в различных регионах России и Белоруссии более чем на 130 предприятиях в различных отраслях промышленности. Парк станков, на которых внедрена данная система, составляет порядка 2600 единиц.

Предприятия, использующие систему Диспетчер (рис. 2), получают:

- готовую систему непрерывного контроля выполнения производственных планов, соблюдения технологий и производственной дисциплины;
- достоверную и полную информацию в режиме реального времени о состоянии оборудования и основных производственных процессах;
- рабочий инструмент оценки эффективности производства и персонала.



Рис. 2. Состав программных модулей АИС Диспетчер

Опыт эксплуатации системы Диспетчер показал, что предприятия, использующие ее, в значительной степени улучшают свои основные производственные показатели:

- сокращение внеплановых простоев оборудования – на 20%;
- увеличение загрузки оборудования на 10% и более;
- увеличение доли машинного времени до 45-50%;
- рост эффективности энергопотребления – на 10-15%.

Вывод

Внедрение системы Диспетчер – это возможность получить дополнительные конкурентные преимущества на рынке, сделать еще один шаг к цифровизации производства.



**РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ
ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Бородай Е. Н.,

*ГАОУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань*

**REGRESSION ANALYSIS AS A MODELING TOOL PRODUCTION
OF THE ENTERPRISES**

Boroday E. N.,

*Center of energy saving technologies of the Republic of Tatarstan
at the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan, Kazan*

Аннотация

В статье перечислены основные методы энергетического анализа и описано применение регрессионного анализа для моделирования ожидаемого выпуска продукции предприятием. Приведены факторный анализ зависимых и независимых переменных регрессионного анализа, полученное уравнение регрессии и графическое отображение сходимости результатов фактического и ожидаемого объема выработки продукции предприятием.

Annotation

The article lists the main methods of energy analysis and describes the usage of regression analysis for modeling the enterprise's expected output. There are given factor analysis of dependent and independent variables of regression analysis, the obtained regression equation and graphical display of the results convergence of the actual and expected volume of production by the enterprise.

Для получения более удобных и практически применимых в энергетическом анализе результатов мониторинга и учета расходов топливно-энергетических ресурсов на выпуск продукции широко используются различные аналитические методы и инструменты. Среди них, наиболее распространенные:

- пинч-анализ,
- энергетический и эксергетический анализ,
- термоэкономический анализ на уровне системы,
- энергетические балансы и моделирование процессов, в том числе с использованием регрессионного метода.

Все эти инструменты представляют собой богатый и разнообразный аналитический и математический аппарат, позволяющий с высокой достоверностью моделировать как процессы, связанные с преобразованием энергии, так и процессы производства конечной продукции, повышать качество прогнозирования и принимаемых решений.

Регрессионный анализ – один из распространенных методов статистической оценки влияния каждой относительной переменной на рассматриваемую функцию. Его задача – измерить тесноту связи между варьирующими переменными и оценить факторы, оказывающие наибольшее влияние на результативный признак. Регрессионный анализ предназначен для выбора формы связи и типа модели для определения расчетных значений зависимой переменной (результативного признака).

В данной статье приведены результаты применения регрессионного анализа для моделирования выработки (выпуска) готовой продукции предприятия N.

Для решения этой задачи на первом этапе с помощью экспертного анализа определили комплекс факторов, влияющих на выпуск конечной продукции предприятия N. На втором

этапе с помощью корреляционного анализа были установлены зависимые (контролируемые) и независимые факторы. И на третьем этапе была получена многомерная линейная регрессионная модель зависимости выработки продукции от независимых параметров, которая имеет вид:

$$y = m_1x_1 + m_2x_2 + m_nx_n + c,$$

где m и c – константы, x – измеренная относительная переменная (фактор), непосредственно влияющая на значение функции.

Расчеты по линейной регрессионной модели проводились с помощью специального пакета «Анализ данных» MS Excel, который позволяет получить уравнение регрессии с использованием массива данных по относительным переменным и конечной функции.

Рассматриваемый временной промежуток – 12 месяцев. В качестве движущих факторов, влияющих на выработку продукции предприятия (зависимая переменная Y), были использованы контролируемые предприятием N параметры:

- электрическая энергия (X_1 , тыс. кВт*ч),
- тепловая энергия (X_2 , Гкал),
- топливный газ (X_3 , т у. т.),
- средняя температура за месяц (X_4 , °C),
- 1,5 стадийный или полный (X_5),
- дней (если не полный месяц работали) (X_6 , дней).

Сформирована таблица 1. По представленным в этой таблице панельным данным была построена регрессионную модель на основе базового 2016 года, отражающая зависимость де-нежного потока от соответствующих факторов.

Таблица 1. Массив независимых переменных

Месяц	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6
январь	7035	6331500,00	116098,35	6401,85	-12,4	1,5	31
февраль	6932	6238800,00	114528,70	6307,89	-2,7	1,5	29
март	7440	6695998,00	124653,56	6759,69	-1,3	1,5	31
апрель	7256	6811666,00	127381,57	6571,66	8,0	1,0	30
май	9142	8774818,16	169970,21	8687,78	15,6	1,0	31
июнь	7272	6544456,30	120065,32	6617,53	18,5	1,5	30
июль	8927	9848981,32	166634,03	8133,61	22,5	1,0	31
август	9099	10491463,41	168269,29	8203,49	23,9	1,0	31
сентябрь	9001	9305402,11	166756,55	8373,39	11,6	1,0	30
октябрь	8157	8982599,58	152132,88	7421,54	4,0	1,0	31
ноябрь	8681	7966344,93	152849,20	7881,93	-4,6	1,0	30
декабрь	8430	7743110,99	143437,03	7673,77	-10,8	1,0	31

Вывод результатов анализа приведен в таблицах 2-4.



Таблица 2. Регрессионная статистика

R2	0,990385343	коэффициент детерминации R2
Нормированный R2	0,988248753	нормированное значение коэффициента детерминации
Стандартная ошибка	94,49639261	стандартное отклонение для остатков
Наблюдения	12	число исходных наблюдений

Таблица 3. Дисперсионный анализ

	<i>df – число степеней свободы</i>	<i>SS – сумма квадратов отклонений</i>	<i>MS – значения дисперсии</i>	<i>F-критерий Фишера</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	2	8278342,55	4139171,28	463,54	8,37919E-10
Остаток	9	80366,11	8929,57	-	–
Итого	11	8358708,67	-	-	–

Таблица 4. Значения коэффициентов уравнения регрессии и их стохастические оценки

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-значение</i>
У-пересечение	916,4909	281,0607	3,2608	0,00983
Электроэнергия, тыс. кВт*ч	0,0001003	3,95483E-05	2,5361	0,0319
Топливный газ, т у. т.	0,8623	0,06865	12,5609	5,2131E-07

Коэффициент детерминации R показывает, насколько условная дисперсия модели отличается от дисперсии реальных значений у. Для многофакторного уравнения регрессии чем ближе R2 к 1, тем теснее связь рассматриваемых переменных. В свою очередь, значения R2<0,7 означает, что имеются другие значимые переменные, не учтенные в анализе. При R2<0,5 модель не имеет смысла, так как не отражает реальные экспериментальные данные.

Величина P означает вероятность значимости переменной. Если величина P<0,1, то переменная важна. Если P>0,1, то переменная не является значимой (отбрасывается). Также проверяется значение распределения Фишера F, которое показывает точность модели. Если F<0,1, то это 90% гарантии, что модель адекватна и может быть использована для целей моделирования.

В ходе проведения проверки адекватности регрессионной модели был выявлен эффект коллинеарности переменных, в связи с чем такие переменные как X2, X4, X5 и X6 были исключены из анализа, как незначимые для выбранной функции ввиду низкого значения R2 и высокого значения P. В результате проведенного анализа было получено уравнение регрессии следующего вида:

$$Y = 916,4908753 + 0,0001003 \cdot X_1 + 0,862274625 \cdot X_3, \text{ где } R^2=0,988.$$

Из результатов расчета видно, что R2 близок к единице, следовательно, данная регрессионная модель достоверна и объясняет поведение рассматриваемых переменных.

На основе результатов математического моделирования энергоемкости продукции проводится постоянный мониторинг контролируемых показателей, являющихся зависимыми переменными полученного уравнения регрессии, и оценивается текущая эффективность производственного процесса в сравнении с заданной плановой величиной (рис. 1).



Рис. 1. Годовая выработка продукции предприятием

Из графика на рис. 1 видно, что ожидаемое значение выработки продукции практически совпадает с фактическими значениями за рассматриваемый период, что подтверждает достоверность регрессионной модели и возможность ее использование для прогнозирования прогнозных показателей по выпуску продукции предприятием. Отклонение ожидаемых значений от фактических находится в пределах 2%.

По итогам рассматриваемого периода регрессионная модель может быть скорректирована в случае значительных изменений основных переменных, влияющих на функцию, включая проведение комплекса мероприятий по снижению энергоемкости продукции (вследствие неправильного использования, эксплуатации и/или недогрузки основного технологического оборудования, нарушения персоналом технологических регламентов производства продукции, оказания услуг и другие бесхозяйственные потери), реализация которых приведет к изменению основных параметров регрессионной модели и степеней их взаимозависимости.

Литература

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 48-2017: Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности. – М.: Бюро НТД, 2017. – 165с.
2. Максимюк Е.В. Применение регрессионного анализа для выявления степени влияния отдельных узлов оборудования на эффективность работы котельных/Е.В. Максимюк, В.С. Микшина // Электронный журнал «Вестник кибернетики». – 2014. – № 4 (16). – С. 12-21.



**РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУСКА И РАБОТЫ ГЛАВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА
КРИВОШИПНОГО ПРЕССА**

Дмитриев Е. В., Хайруллин И. Р.,

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань

**THE SIMULATION RESULTS START-UP AND OPERATION ELECTRIC ACTUATOR
CRANK PRESS MACHINE**

Dmitriev E. V., Khayrullin I. R.,

Kazan National Research Technological University, Kazan

Аннотация

Рассматриваются результаты моделирования пускового и номинального режима работы основного электропривода кривошипного пресса. Проведен анализ состава и назначения блоков технологической установки. Значительное внимание уделено рассмотрению настроек отдельных блоков и параметров моделирования в программе MathLab. Предлагаемая математическая модель позволяет проводить анализ электромагнитных и электромеханических процессов в переходных и установившихся режимах работы, исследование рабочих характеристик, анализ спектрального состава и построение годографов пространственных векторов напряжения и тока обмотки статора трехфазного асинхронного двигателя при различных способах управления силовыми транзисторами автономного инвертора напряжения.

Annotation

The results of simulation of the starting and nominal operating modes of the main electric drive of the crank press are considered. The analysis of composition and purpose of blocks of technological installation is carried out. Considerable attention is paid to the consideration of individual block settings and modeling parameters in the program MathLab. The proposed mathematical model allows the analysis of electromagnetic and electromechanical processes in transient and steady-state operation, the study of performance, the analysis of the spectral composition and construction of hodographs of the spatial vectors of voltage and current winding stator three-phase asynchronous motor in various ways to control the power transistors of the autonomous voltage inverter.

Введение

Кривошипные прессы являются основным видом штамповочного оборудования, используемым в автомобильном, сельскохозяйственном машиностроении, приборостроении и других отраслях промышленности. [1]

Чаще всего на одном кривошипном прессе ставится задача производства различных деталей с разной степенью нагрузки на них.

Особенностью конструкции кривошипных прессов является наличие в его приводе маховика, который за счёт расхода своей кинетической энергии покрывает энергетические потребности при выполнении технологической операции. Запас кинетической энергии маховика определяется по формуле $A_M = \frac{J_M \omega_M^2}{2}$, где J_M и ω_M – момент инерции и частота вращения маховика соответственно. Однако доля кинетической энергии маховика, используемой для выполнения операции, равная $\Delta A_M = \frac{J_M}{2} (\omega_{M\max}^2 - \omega_{M\min}^2)$ составляет не более 20-30%. Остающаяся часть энергии маховика, составляющая 70-80%, является «энергетическим балластом». Причиной этого является то, что маховик кинематически связан с двигателем главного привода, в качестве которого часто используется асинхронный двигатель, который не допускает значительного уменьшения своей частоты вращения, и, соответственно, частоты вращения маховика. Это вынуждает

увеличивать момент инерции маховика, его массу и габаритные размеры. Ограничения максимальной окружной скорости маховика вынуждает обеспечивать его требуемый момент инерции за счёт увеличения ширины маховика, что дополнительно увеличивает его массу. Значительная сила тяжести маховика создает трудности обеспечения надлежащей прочности вала, на котором он устанавливается.

Момент инерции маховика и его масса могут быть уменьшены путём увеличения отдаваемой доли его кинетической энергии. Простое увеличение доли кинетической энергии, отдаваемой маховиком, путём уменьшения минимальной частоты вращения маховика $\omega_{M\min}^2$ и, соответственно, минимальной частоты вращения двигателя $\omega_{\min}^2 = i\omega_{M\min}^2$ (i – передаточное число передачи «двигатель-маховик»), приводит к недопустимому увеличению скольжения двигателя, к его механической, электрической и тепловой перегрузке, сокращению срока службы. При этом скольжение двигателя $\omega_{\min}^2 = i\omega_{M\min}^2$, где ω_0 – частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя, ω – текущее значение частоты вращения ротора двигателя.

Одним из путей преодоления указанных недостатков является применение для питания двигателя главного привода кривошипных прессов напряжения питания изменяемой частоты f . Как известно, частота вращения магнитного поля двигателя $\omega_0 = 2\pi f/p$, где p – число пар полюсов асинхронного двигателя. Таким образом, изменение частоты питающего напряжения f дает возможность изменять желательным образом частоту вращения магнитного поля двигателя ω_0 в течение цикла работы пресса. Уменьшение частоты вращения магнитного поля двигателя ω_0 вслед за уменьшением частоты вращения ротора двигателя ω позволит практически без ограничений уменьшать $\omega_{\min}$ и $\omega_{M\min}$ и отдаваемую маховиком долю кинетической энергии. При этом скольжение асинхронного двигателя не превышает допустимого значения. Снижаются токовые и тепловые нагрузки, повышается КПД двигателя, уменьшается потребление электрической энергии.

Принцип действия кривошипного пресса

Для наглядности рассмотрим кинематическую схему главного механизма кривошипного пресса (рис. 1).

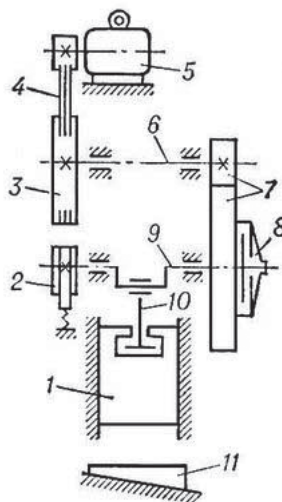


Рис. 1. Кинематическая схема кривошипного пресса



От электродвигателя поз. 5 (рис. 1) посредством клиноременной передачи поз. 4 вращается маховик поз. 3 и промежуточный вал поз. 6. Посредством малой и большой шестерен поз. 7 и муфты поз. 8 с вала поз. 6 вращение передается на кривошипный вал поз. 9, а посредством шатуна поз. 10 ползун поз. 1 совершает возвратно-поступательное движение. Верхняя (подвижная) часть штампа прикрепляется к ползуну поз. 1, а нижняя (неподвижная) часть штампа – к плите для крепления матрицы штампа поз. 11.

Состав виртуальной установки

Для математического анализа работы главного электропривода пресса с системой автономный инвертор напряжения – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором построим математическую модель в программе MathLab [2]. (рис. 2)

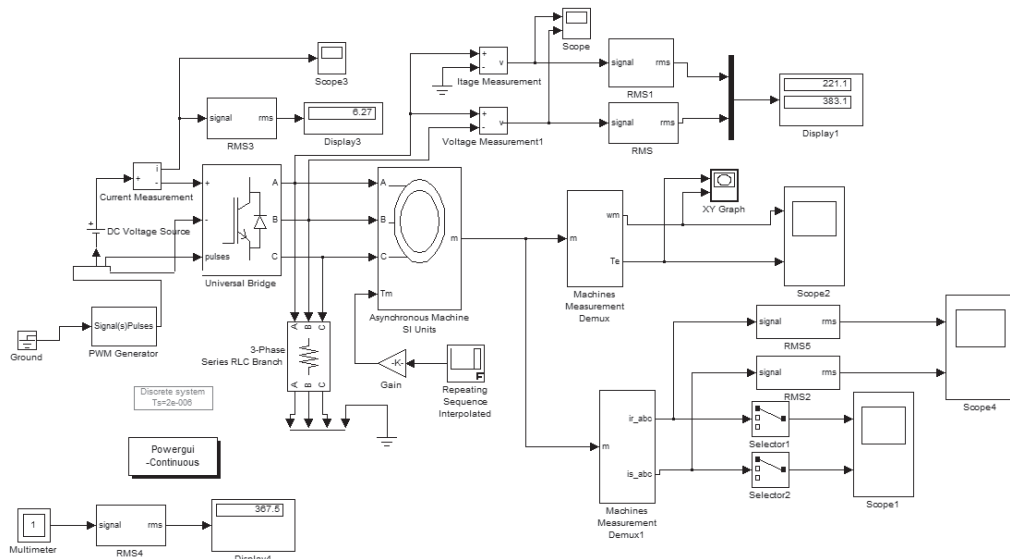


Рис. 2. Модель электропривода пресса с АИН-АДКЗ

Рассмотрим состав блоков модели приведенной на рис. 2:

- 1) источник постоянного напряжения, выполненный на основе блока DC Voltage Source из библиотеки SimPowerSystems/Electrical Sources;
- 2) блок PWM Generator, который реализует режим синусоидальной ШИМ;
- 3) блок IGBT Inverter, выполненный на основе универсального блока Universal Bridge из библиотеки Power Electronic, с использованием которого реализован трехфазный мостовой инвертор на IGBT-транзисторах;
- 4) блок Three-Phase Resistance, выполненный на основе блока Three-Phase Series RLC Branch, предназначен для создания нейтральной точки, относительно которой измеряются фазные напряжения АИН;
- 5) измеритель переменного трехфазного напряжения и тока Three-Phase V-I Measurement из библиотеки SimPowerSystems/Measurements;
- 6) два блока Voltage Measurement предназначены для соединений измерительных блоков библиотеки Simulink с блоками пакета SimPowerSystems;
- 7) исследуемую трехфазную асинхронную машину в абсолютных единицах Asynchronous Machine SI Units из библиотеки SimPowerSystems/Machines;

В окне настройки задается: в первом поле – тип ротора (Squirrel-cage – короткозамкнутый); во втором поле – система отсчета; в третьем поле – номинальная мощность, действующее значение напряжения и частота линейного напряжения; в четвертом поле – параметры обмотки статора: активное сопротивление и индуктивность от потока рассеяния; в пятом поле – приведенные к статору параметры обмотки ротора: активное сопротивление и индуктивность от потока рассеяния; в шестом поле – индуктивность намагничивания контура; в седьмом поле – момент инерции ротора, коэффициент вязкого трения, число пар полюсов; в восьмом поле – начальные условия (скольжение, угол поворота ротора, токи фаз статора, начальные фазы токов статора).

- 8) Два блока измерения действующих значений фазного и линейного напряжений статора, выполненные на основе блока RMS из библиотеки SimPowerSystems/Extra Library/Measurements;
- 9) Блоки Display1 для количественного представления измеренных действующих значений фазного и линейного напряжений соответственно из библиотеки Simulink/Sinks;
- 10) Два универсальных блока измерения переменных машины Mashines Measurement1 и Mashines Measuremen² из библиотеки SimPowerSystems/Machines;
- 11) Блоки выполненные на основе блока Scope из библиотеки Simulink/Sinks, предназначенные для наблюдения кривых фазного и линейного напряжений, скорости и электромагнитного момента, токов ротора и статора. Характеристики зависимости от времени показаны ниже;
- 12) Блок измерения действующих значений фазных токов статора, выполненный на основе блока RMS из библиотеки SimPowerSystems/Extra Library/Measurements;
- 13) Два блока Selector из библиотеки Simulink/Signal Routing, позволяют выбрать для наблюдения один из фазных токов статора и ротора;
- 14) Блок Repeating Sequence interpolated из библиотеки Fixed-point blockset/Sources, предназначен для задания момента на валу машины [3];
- 15) Блок Gain из библиотеки Simulink/Math Operation, предназначен для усиления входного сигнала на заданное число.

Результаты моделирования

Рассмотрим технологический процесс по совершению одного рабочего хода. Двигатель пресса предположительно разгоняется за три секунды. В момент времени 3,5 сек. включается муфта и пресс совершает один рабочий ход, далее муфта отключается. На рис. 3-7 представлены временные диаграммы рассматриваемого одного рабочего хода полученные в результате моделирования в программе MathLab.

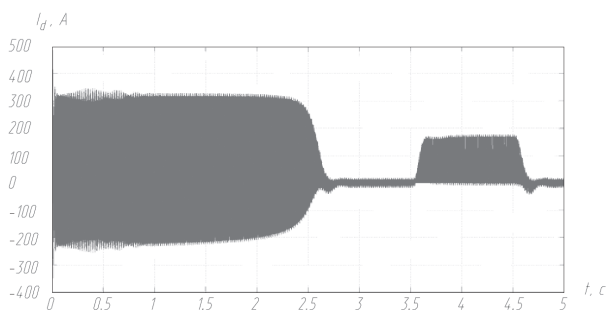


Рис. 3. Временные диаграммы тока, потребляемого автономным инвертором

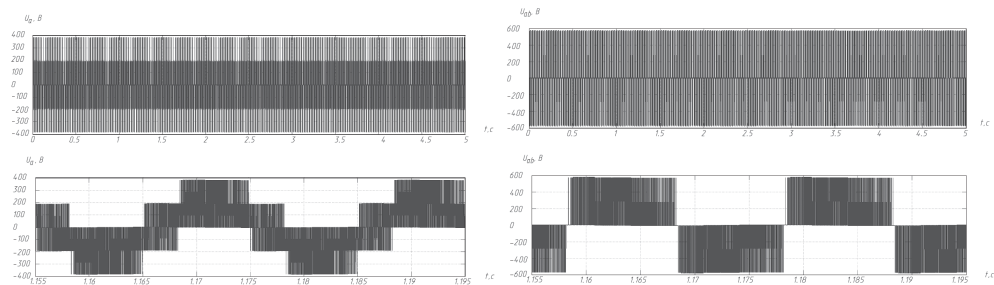


Рис. 4. Временные диаграммы фазного и линейного напряжений

Для уменьшения помех фазного и линейного напряжения необходимо определить сопротивление и емкость снаббера в блоке Universal bridge.

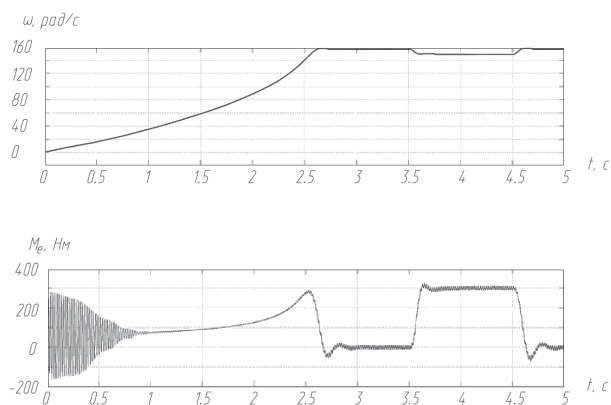


Рис. 5. Временные диаграммы угловой скорости и электромагнитного момента

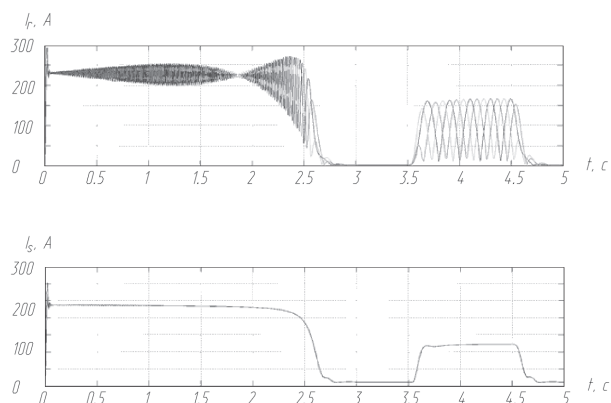


Рис. 6. Временные диаграммы действующих значений фазных токов статора и ротора

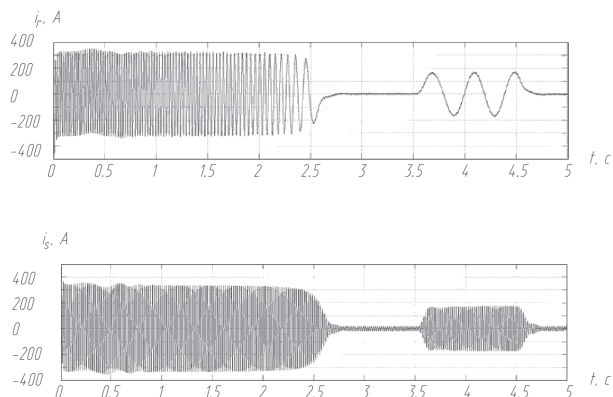


Рис. 7. Временные диаграммы мгновенных значений фазных токов статора и ротора

Вывод

С помощью предлагаемой модели возможно произвести количественный и качественный анализ электромагнитных и электромеханических процессов в переходных и установившихся режимах работы основного электродвигателя кривошипного пресса, исследование динамических, механических и рабочих характеристик, анализ спектрального состава и годографов пространственных векторов фазного напряжения и тока АИН при различных способах управления силовыми транзисторами. Предлагаемая модель может быть использована при моделировании и исследовании не только кривошипного пресса, но и другого технологического оборудования имеющего систему автономный инвертор напряжения – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором при изменении подаваемой нагрузки.

Литература

1. А. М. Литвиненко, А. О. Богданов, Ю. И. Еременко Автоматизация изменения скорости подвижных частей прессов с системой дозирования энергии.
2. Электротехнический справочник в 4 томах. Под редакцией В. Г. Герасимова, А. Ф. Дьякова, Н. Ф. Ильинского, В. А. Лабунцова, В. П. Морозкина, И. Н. Орлова, А. И. Попова, В. А. Строева. Москва: издательство МЭИ, 2004 г.
3. М. С. Лурье, О. М. Лурье Имитационное моделирование схем преобразовательной техники, сиб. гос. тех. ун-т, Красноярск, 2007. 138с.



ВЛИЯНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ

Гумерова Р. Х., Каримов А. Р., Юнусов Н. А.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

INFLUENCE OF REACTIVE POWER ON LOSS OF ENERGY

Gumerova R. H., Karimov A. R., Yunusov N. A.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

В данной работе рассматривается вопрос влияния реактивной мощности на энергосистему на всех стадиях её образования. Приведены методы расчета реактивной мощности с учетом коэффициента загрузки генератора и составлен баланс реактивной мощности для всей энергосистемы в целом.

Annotation

In this paper, the question of the effect of reactive power on the power system at all stages of its formation is considered. Methods for calculating the reactive power are presented, taking into account the load factor of the generator and the balance of reactive power for the entire power system as a whole is made up.

Исследование электрических цепей никогда не проходит без упоминания понятий активная и реактивная мощности. На первый взгляд их различие несущественно и незаметно, поскольку все привыкли просто пользоваться абстрактным понятием «мощность». На самом деле реактивная энергия включает большую часть активных потерь на всех стадиях её образования, а именно получение, передача и потребление [1].

Рассмотрим этап получения электроэнергии. Активная мощность образуется на генераторах, которые вращаются под действием пара, воды, ветровыми установками и другими объектами, так называемыми «первичные двигатели». Реактивная мощность вырабатывается главным образом при перевозбуждении синхронных двигателей, а также емкостью линий, конденсаторными батареями. Иными словами, устройства у которых напряжение отстает от тока являются источниками реактивной энергии.

Передача электроэнергии характеризуется полной мощностью $S = P + jQ$. Вещественная ее часть является активной мощностью, мнимая – реактивной. Нужно иметь в виду, что основной задачей электроснабжения является именно вещественная часть. Реактивная часть – это сопутствующий фактор, получаемый совместно. Величину реактивной мощности можно регулировать в любой части электрической сети, например компенсирующими установками. На сегодняшнее время компенсирующие устройства имеют автоматическое регулирование мощности, путем ступенчатого переключения из секции в секцию, контролируя требуемое значение коэффициента мощности.

Расход активной мощности производится электроприемниками, преобразующими электроэнергию в другие виды. Некоторая часть активной мощности расходуется на, так называемые, технологические потери. Реактивная мощность потребляется всеми элементами сети. Силовые трансформаторы потребляют в разы больше этой энергии, нежели все синхронные двигатели предприятия. Это связано с наличием нескольких ступеней трансформации напряжения силовых трансформаторов.

Обобщая вышесказанные слова, можно сказать, что реактивная мощность потребляется всеми элементами сети, у которых напряжение опережает ток. Эта мощность заметно повы-

шает полный ток энергосистемы и соответственно повышаются активные потери на рассматриваемом участке сети.

Существуют две концепции снижения активных потерь, связанные с реактивной мощностью:

1) Рациональное распределение реактивной мощности в электросети. Данная задача является более общей и требует рассмотрения всех энергосистемы в целом для достижения полной ее оптимизации.

2) Концепция оптимальной установки новых источников реактивной мощности. Выяснено, что на 1 киловатт активной мощности целесообразно и выгодно иметь 4-5 кВАР реактивной мощности.

Располагаемое значение реактивной мощности генераторов определяется номинальной мощностью $P_{ном}$, номинальным коэффициентом мощности $\cos\phi$ и активной нагрузкой P_n .

$$Q_{расч} = P_{ном} \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \phi_{ном}} - K_z},$$

где $K_z = \frac{P_n}{P_{ном}}$ — коэффициент загрузки генератора по активной мощности, где реактивная мощность определяется только током статора.

Генераторы всей системы:

$$Q_{\Sigma расч} = P_{\Sigma z} + k_q,$$

где $P_{\Sigma z} = \sum_{i=1}^n P_{ном i}$ — сумма установленной активной мощности генераторов станции за вычетом находящихся в аварийном и плановом ремонте и в холодном резерве;

$$k_q = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \phi_{ном i}} - K_{zi}^2}}{P_{\Sigma z}}$$

Баланс реактивной мощности во всей энергосистеме имеет вид:

$$Q_{номр} + Q_{с.н.} + Q_{л} + Q_{тр} + Q_{ур} + Q_{рез} = Q_{ген} + Q_{зар} + Q_{к.у.} + Q_n,$$

где $Q_{номр}$ — реактивная мощность, передаваемая с шин 6-10 кВ подстанций энергосистем в сети потребителей; $Q_{с.н.}$ — потребление реактивной энергии электрооборудованием собственных нужд; $Q_{л}$ и $Q_{тр}$ — потери реактивной энергии в линиях и трансформаторах; $Q_{ур}$ — мощность шунтовых реакторов, включенных в рассматриваемом режиме; $Q_{рез}$ — необходимый резерв реактивной мощности; $Q_{ген}$ — располагаемая реактивная мощность генераторов электростанций; $Q_{зар}$ — зарядная мощность линий электропередачи; $Q_{к.у.}$ — располагаемая мощность синхронных компенсаторов (СК) и батарей статических конденсаторов (БСК); Q_n — передача и получение реактивной энергии со стороны соседних энергосистем.

Рассмотрим некоторые мероприятия по снижению потерь в электрических сетях:

1) Производить временное отключение части трансформаторов при малых нагрузках.

Отключение части трансформаторов в режиме малых нагрузок целесообразно выполнять, когда потери холостого хода превышают нагрузочные потери из-за перераспределения суммарной нагрузки между меньшим числом трансформаторов. Отключение одного однотипного трансформатора целесообразно при снижении коэффициента его загрузки ниже 0,3.

2) Выравнивание графиков нагрузок сети.



Производится путем оптимального генерирования мощностей; использованием пере-
токов мощностей из соседней энергосистемы; контроль потребителей электроэнергии
за счет административных и экономических мер (удвоенный тариф, дифференцирован-
ный почасовой тариф и др.)

3) Выравнивание нагрузок фаз в электрических сетях 0,4 кВ.

Особенностью этих сетей является неоднородность нагрузок фаз. Существует 2 метода
подключения бытовых потребителей:

1. Между фазой и нулевым проводом.
2. Между двумя фазами.

В обоих случаях нагрузки неоднородны в связи с неодинаковым потреблением электро-
энергии на каждой фазе.

Существуют 2 вида не симметрии:

2. Вероятностная не симметрия – имеет непостоянный характер с большей загрузкой то од-
ной, то другой фазы.
3. Систематическая не симметрия – неоднородность средних значений нагрузок.

Несимметрия в первом случае может быть устранёна лишь специальными устройства-
ми с тиристорным управлением, автоматически переключающими часть нагрузок с пе-
регруженной фазы на недолуженную.

Систематическая не симметрия может быть снижена только путём перераспределения
нагрузок между фазами.

4) Регулирование уровня напряжения.

Регулирование проводится путем оптимальной установки трансформаторов с регулируемыми ступенями трансформации.

Литература

1. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства: практ. пособие:
в 5 кн./под ред. В. А. Веникова. Кн. 1. – М.: Высш. шк., 1989. – 127 с.
2. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем/В. Э. Во-ротницкий, Ю. С. Же-
лезко. В. Н. Казанцев и др.; под ред. В. Н. Казанцева. – М.: Энерго-атомиздат, 1983. – 368 с.

**РАЗРАБОТКА СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

Николаева Л. А., Хамзина Д. А.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**DEVELOPMENT OF SORPTION MATERIAL FOR CLEANING WATER OBJECTS FROM OIL
POLLUTANTS BASED ON WASTE THERMAL POWER ENGINEERING**

Nikolaeva L. A., Khamzina D. A.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В статье представлены лабораторные и экспериментальные исследования по получению сорбционного материала из отхода теплоэнергетики – карбонатного шлама химводоподготовки для очистки водных объектов от нефтяных загрязнений.

Annotation

The article presents laboratory and experimental studies on obtaining sorption material from the heat energy waste – carbonate slurry of chemical water treatment for cleaning water objects from oil contamination.

Экологическая обстановка в Российской Федерации определяется деятельностью предприятий ведущих отраслей промышленности: энергетической, химической, нефтехимической и другими. Существующая структура промышленности, устаревшие технологии производства формируют широкий круг природоохранных проблем и обостряют сложившуюся экологическую ситуацию. При добыче, транспортировке и переработке нефти часто случаются нефтяные разливы и проливы. Они представляют особую опасность для окружающей среды. Для очистки водных объектов от нефтяных загрязнений применяются различные методы, но эти методы не всегда достаточно снижают концентрацию нефти и нефтепродуктов (НП), поэтому применение новых методов и технологий, особенно использование материалов, полученных из отходов производства, на данный момент является актуальной задачей.

В результате деятельности АО «Марийский целлюлозно-бумажный комбинат» (АО «МЦБК»), большое количество органических веществ попадает в сточные воды. Одним из основных загрязнителей являются нефтепродукты. Источником нефтепродуктов являются промывочные воды с технологического оборудования.

При эксплуатации основного технологического оборудования на АО «МЦБК», на поверхности пруда-отстойника образуется нефтяная пленка различной толщины. Для ликвидации нефтяной пленки в данной работе предлагается использовать модифицированный сорбционный материал, разработанный на основе шлама химводоподготовки теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), которая расположена на территории АО «МЦБК». С этой целью экспериментально определены физико-химические и технологические характеристики шлама как сорбционного материала.

На стадии предварительной очистки природной воды на ТЭЦ АО «МЦБК» при известковании и коагуляции образуется шлам химводоподготовки, который является отходом производства. Он складывается в накопителях, в результате чего увеличивает экологическую нагрузку на прилегающие территории предприятия.

Для очистки водных источников от нефтяных загрязнений применяются различные методы: механические, термические, физико-химические, биологические. Одним из эффективных методов является сорбционный метод. К сорбционным материалам (СМ) предъявляется



ряд требований: гидрофобность, высокая нефтеёмкость, плавучесть, низкое водопоглощение, легкость утилизации, устойчивость к разрушению в водной среде, возможность многократной регенерации, эффективность работы в широком диапазоне температур, нетоксичность, оптимальная стоимость. Для этих целей используются сорбционные материалы, изготовленные из отходов производства.

Для выявления возможности использования карбонатного шлама в качестве сорбционного материала, определена его нефтеёмкость. Представлены результаты определения нефтеёмкости карбонатного шлама по отношению к нефти Шийского месторождения и нефтепродуктам различных марок в статических условиях (рис. 1.).

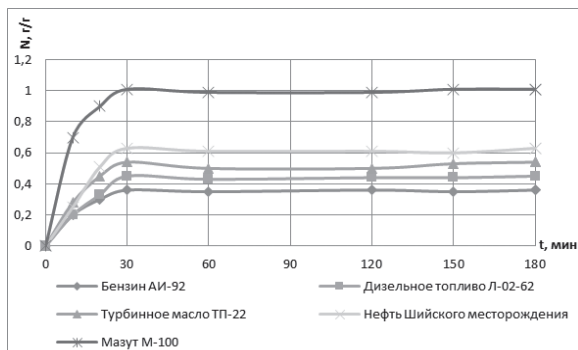


Рис. 1. Зависимость нефтеёмкости шлама химводоподготовки от времени контакта с нефтью и нефтепродуктами

Определено, что процесс основного поглощения нефти и НП карбонатным шламом происходит в течение первых минут контакта и через 30 минут достигает максимального значения: 1,01 г/г по мазуту марки М-100, 0,63 г/г по нефти Шийского месторождения, 0,54 г/г по турбинному маслу марки ТПС-22, 0,45 г/г по дизельному топливу марки Л-02-62, 0,36 г/г по бензину марки АИ-92. Водопоглощение карбонатного шлама составило – 58%, плавучесть – 1,3% масс (96 час.). Проведенные исследования подтверждают высокую гидрофильность и плохую смачиваемость неполярными соединениями карбонатного шлама. Чтобы увеличить нефтеёмкость, снизить водопоглощение, увеличить плавучесть, необходима модификация карбонатного шлама.

Чтобы придать поверхности карбонатного шлама гидрофобные свойства необходимо провести его гидрофобизацию. Из литературных источников известно, что в качестве гидрофобизаторов можно использовать: «ГКЖ – 94М», полиметилгидридсилоксан, $\text{CH}_3(\text{SiHO})_n$ (где $n=10-15$), «ЕК WS 100» (соединения кремнеорганики), кремнийорганическую жидкость «ГКЖ – 11Н» (раствор воды и метилсиликоната натрия ТУ 2229-276-05763441-99), «NeoMID ВлагоSTOP Bio», который состоит из сополимера, технологических добавок и воды. На данный момент они не получили широкого распространения в связи с их высокой стоимостью [1].

Кремнийорганическая жидкость «Силор» – это продукт химической деструкции кремнийорганических вулканизатов в тетраэтоксисилане при наличии раствора щелочи, и по своему химическому составу схожа с кремнийорганическими гидрофобизирующими жидкостями [2]. При этом образуется полимерный гель, который гидрофобен, является стойким к влиянию агрессивных жидкостей, и обеспечивает длительный водоизолирующий эффект, имеет высокие адгезионные свойства, позволяет работать в зимний период (не кристаллизуется) – температура стеклования жидкости «Силор» – 118°C.

В лабораторных условиях определены оптимальные условия получения гидрофобного сорбционного материала на основе шлама химводоподготовки: шлам с размером частиц 0,05-0,9 мм, путем пропитки 100%-ной кремнийорганической жидкостью «Силор» объемное и массовое соотношение жидкой и твердой фаз 1:5, термообработка проводится при 150°C в течение 60 минут.

После получения сорбционного материала на основе карбонатного шлама определена нефтеёмкость по отношению к нефти Шийского месторождения и нефтепродуктам разных марок от времени контакта, результаты эксперимента представлены на рис. 2.

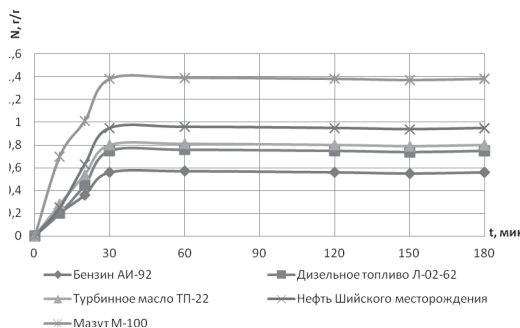


Рис. 2. Зависимость значения нефтеёмкости гидрофобного карбонатного шлама от времени контакта

Поглощение нефти и нефтепродуктов карбонатным шламом начинается с первых минут контакта и происходит в течение следующих 30 минут, достигая следующих максимальных значений: 1,38 г/г по мазуту марки М-100, 0,95 г/г по нефти Шийского месторождения, 0,8 г/г по турбинному маслу марки ТПс-22, 0,75 г/г по дизельному топливу марки Л-02-62, 0,56 г/г по бензину марки АИ-92 и далее не увеличивается. Это говорит о том, что наступило насыщение сорбционного материала. Полученный сорбционный материал имеет название «ГСМ».

Технологические характеристики сорбционного материала «ГСМ», которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технологические характеристики сорбционного материала «ГСМ»

Характеристика	Значение
Размер частиц, мм	0,09-0,5
Насыщенная плотность, кг/м ³	0,79
Температура обработки, °С	150
Нефтеёмкость (по отношению к нефти Шийского месторождения, г/г)	0,95
Влажность, %	3
Удельная поверхность, м ² /г	64,7
Суммарный объём пор, см ³ /г	0,8
Водопоглощение, %	1,3
Плавуемость, % масс (96 час.)	98-99
Адсорбционная ёмкость по йоду, мг/г	14
Адсорбционная ёмкость по метиленовому голубому, мг/г	40

На основе лабораторных данных проведен натурный эксперимент по удалению нефтяного загрязнения с поверхности пруда-отстойника, расположенного на территории АО «МЦБК».



Исследования проводились с использованием рамки из пенополистирола размером 40х20 см, которая обтянута полимерной тканью, и пропитана 100%-ной кремнийорганической жидкостью «Силор». Эксперимент показал, что насыщенный гидрофобный сорбционный материал полностью остается на поверхности и легко собирается специальным устройством. Эффективность очистки от нефтепродуктов «ГСМ» составила более 99 %.

После проведения лабораторного и натурного эксперимента очистки от нефтяных загрязнений разработана технологическая схема очистки пруда-отстойника от нефти и НП материалом «ГСМ» [3].

На рисунке 3 представлена принципиальная схема очистки водной среды от нефтяного загрязнения полученным «ГСМ».



1 – концентрирование нефтяного загрязнения, 2 – нанесение «ГСМ»,
3 – сбор насыщенного «ГСМ», 4 – утилизация отработанного «ГСМ».

Рис. 3. Схема очистки от нефтяных загрязнений пруда-отстойника сорбционным материалом «ГСМ»

Во время растекания происходит уменьшение толщины слоя нефтепродуктов. Для локализации нефтяного загрязнения используются заградительные боны постоянной плавучести, марка бонов подбирается в зависимости от размера нефтяного загрязнения. Заградительный бон попадает на пруд-отстойник с территории предприятия АО «МЦБК». Для нанесения «ГСМ» в область локализованных НП используется автономный распылитель РС-1. В реальных условиях сложно определить количество «ГСМ», которое необходимо для полного поглощения НП, поэтому «ГСМ» распыляется с избытком. Согласно проведенному лабораторному эксперименту время контакта «ГСМ» с НП до его полного насыщения составляет 30 минут. Спустя 30 минут происходит насыщение материала «ГСМ». Нефтеёмкость «ГСМ» невысокая, что снижает вероятность потопления насыщенного сорбционного материала. Кремнийорганическая жидкость «Силор» придает гидроизолирующий эффект «ГСМ» и снижает риски потопления насыщенного «ГСМ» до минимума. После насыщения, происходит сбор «ГСМ» при помощи нефтесборщика НП-2. В зависимости от производительности насоса величина откачиваемого слоя меняется от 3 до 25 мм, что дает возможность регулировать производительности процесс поступления нефти с минимальным количеством воды.

Предложенное решение позволит: снизить затраты на очистку пруда-отстойника, повысить качество очистки водных сред от нефтепродуктов, сократить затраты на утилизацию карбонатного шлама химводоподготовки, повысить экономическую эффективность предприятия.

Литература

1. Маценко С.В. Ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов на море и внутренних акваториях. Расчет достаточности сил и средств: методические рекомендации. – Новороссийск: МГА им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2009. – 78 с.
2. Палютин Ф.М. Применение кремнийорганической жидкости «Силор» в нефтедобывающей // Вестник Казанского технологического университета. – 2006. – № 2. – С. 114-116.
3. Николаева, Л.А. Очистка водной среды от нефтяных загрязнений гидрофобным карбонатным шламом // Вода: химия и экология, 2017. С. 53-61.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОНОМНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Барышева О. Б., Салахова А. Ф.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

EFFICIENCY OF AUTONOMOUS GAS SUPPLY

Barysheva O. B., Salakhova A. F.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Растет количество загородных домов. Задачу отопления частного дома предпочтительно в целом разрешить путем подсоединения его к центральному газопроводу. Однако и в районах, находящихся недалеко от столицы, имеются места, где такой возможности нет. Оптимальная альтернатива в таких ситуациях – автономная газификация. В данной статье мы попытаемся разобраться в достоинствах применения автономного газоснабжения в сравнении с подключением к магистральному газопроводу; а также рассчитаем срок окупаемости газгольдера.

Annotation

The number of country houses is growing. The task of heating a private house is preferably generally permitted by connecting it to a central gas pipeline. However, in areas near the capital, there are places where there is no such opportunity. The optimal alternative in such situations is autonomous gasification. In this article we will try to understand the advantages of using autonomous gas supply in comparison with the connection to the main gas pipeline; and also calculate the payback period of the gasholder.

Автономное газоснабжение – прекрасный способ не опасаться перебоев с электричеством и всегда обладать возможностью снабжать себя отоплением, горячей водой и пищей. Кроме того, использование оборудования, работающее с газом, обойдется дешевле, нежели обогрев дома или дачи с помощью электроэнергии (рис. 1). Цена таких установок конечно небольшая, но в результате это быстро окупается.

Газгольдеры – резервуары из металла, используемые для хранения газообразного или жидкого сжиженного пропан-бутана. Резервуар изготавливается по всем нормам безопасности, должен отличаться прочностью и долговечностью. В основе изделия лежит высококачественная сталь, подвергнутая обработке специальным раствором от коррозии. [4]

Резервуар закапывают в землю в удалении от дома (в тех областях, где теплее, устанавливают на поверхности земли). От горловины этого резервуара газопровод прокладывают к дому, отводы от которого ведут на кухню и в котельную. Емкость заполняется на 85 % от объема СУГ из специальной цистерны, состоящей из газа, которая приезжает от 1 до 3 раз в год. Пропан-бутан в жидкой форме заливают в ёмкость. Там эта смесь начинает улетучиваться. И эти испарения под низким давлением через редукторы по трубе под низким давлением поступают к потребителям. Поскольку в баке газ находится в сжиженном состоянии, а к отопительным устройствам подается уже в газообразном виде, для его испарения требуется тепло. С 1 л сжиженного газа выходит 0,25 м³ газа в газообразном виде. Такая система газоснабжения состоит из резервуара для сжиженного газа, защитного клапана, редукторов среднего и низкого давления, клапана слива, уровнемера системы газопроводов. [2]



Рис 1. Автономное газоснабжение

Если сравнить автономное газовое отопление с электроотоплением, то итоговая сумма ежемесячной оплаты будет в разы меньше.

А сейчас попытаемся рассчитать срок окупаемости газгольдера, а также эффективность капиталовложений.

Отлично отрегулированное газовое спецоборудование практически не требует никакого обслуживания, так как такие загрязнения, как нагар и копоть, не образуют ни СУГ, ни магистральный газ. Профилактические работы и осмотры регулярно проводятся вне зависимости от вида топлива, и расходы на них приблизительно равны.

В эксплуатационные затраты при использовании сжиженного пропан-бутана входят затраты на электрическую энергию, если в системе применены испарители с электронагревом. Однако электрические испарители традиционно употребляют в тех системах, в которых потребление газа незначимо, и они тратят не так много энергии. В высокопроизводительных системах используют испарители с жидкостным нагревом. Тепло для них получается в результате сжигания того же газа. Поэтому затраты на эксплуатацию и обслуживание для систем, работающих на магистральном и сжиженном газе, почти одинаковы. При правильной эксплуатации система может прослужить более 40 лет.

При площади дома 100 м^2 расход природного газа $= 3116\text{ м}^3/\text{год}$, а расход сжиженного газа $= 1080\text{ м}^3/\text{год} = 2354\text{ кг}/\text{год}$. [1]

Стоимость 1 м^3 сжиженного газа в 2017 году составило 5,38 руб, природного газа – 31,44 руб/кг. [3]

$31,44\text{ руб}/\text{кг} * 2354\text{ кг}/\text{год} = 74010\text{ руб}/\text{год}$ за полную энергетическую независимость. А при подключении к центральному газопроводу $5,38\text{ руб}/\text{м}^3 * 3116\text{ м}^3/\text{год} = 16764\text{ руб}/\text{год}$.

Стартовые инвестиции в систему автономной газификации несложно подсчитать по предложениям различных фирм. К примеру, подземный газгольдер объемом $6,5\text{ м}^3$. Его монтаж «под ключ» за один день со всем нужным оборудованием обойдется сейчас около 350 тыс. руб. Он способен в течение года снабжать газом (включая расход газа на отопление и горячее водоснабжение) средний дом или коттедж с участком и приусадебным хозяйством. Стоимость основных работ по подключению к магистральному газопроводу составляет в среднем 500 тыс. руб.

Итак, суммарные финансовые затраты на подогрев воды до горячего состояния и приготовления пищи составляют, а также на отопление, составляют 424010 руб., при подключении к магистральному газопроводу 5160,2764 руб.

Экономия за год:

$$\Delta \mathcal{E} = 516764 - 424010 = 92754 \text{ руб/год}$$

Расчет срока окупаемости:

$$T_0 = \frac{K}{\Delta \mathcal{E}} = \frac{424010}{92754} = 5 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности капиталовложения:

$$E_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{5} = 0,2, 1/\text{год}$$

Таким образом, главное преимущество газгольдеров в том, что они способны обеспечить частный дом топливом на весь отопительный сезон, заменив магистральный газопровод. Кроме того, такая система на сжиженном углеводородном газе может еще служить в качестве запасного топлива для потребителей природного газа при максимальных нагрузках в сети трубопроводов или при аварийном выключении газоснабжения. Во всяком случае, приобретение таких резервуаров гораздо экономнее, нежели использовать иной вид топлива или проводить систему отопления от электрической сети.

Литература

1. Инженерные системы. Сжиженный газ, как альтернатива природному газу [Электронный ресурс]; URL: http://navodu.ru/avtonomnoe_gazosnabzhenie/stati1/szhizhennyj_gaz_kak_alternativa_prirodnomu_gazu/ (дата обращения: 3.01.2018).
2. Инженерные системы и сети. Технология автономной газификации. [Электронный ресурс]; URL: <http://slgaz.com/2010/06/independent-gasification.html> (дата обращения: 3.01.2018)
3. Тарифы на газ в Казани. [Электронный ресурс]; URL: http://youhouse.ru/tarify_zhkh/kazan%20prirodnuy%20gaz.php (дата обращения: 4.01.2018).
4. Газгольдеры для загородного дома. [Электронный ресурс]; URL: <http://homemyhome.ru/gazgoldery-dlya-zagorodnogo-doma-ceny-otzyvy.html> (дата обращения: 4.01.2018).
5. Колпакова Н. В., Колпаков А. С. Газоснабжение, 2014.



**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ЛЬДОАККУМУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ**

Халлыев И.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

Галиев А. И.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань*

**DEVELOPMENT OF HEATING SYSTEM BASED ON HEAT PUMPS WITH USE OF ICE-
CUMULATING INSTALLATION**

Hallyev I,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Galiev A. I.,

Kazan National Research Technological University, Kazan

Аннотация

Целью данного проекта является исследование систем теплоснабжения для коттеджных домов, которые используют солнечный коллектор, тепловой насос и льдоаккумулятор. Рассматриваемый тепловой насос взаимодействует с льдоаккумулятором имеющий новый тип теплообменника, который способен осуществлять размораживание. Более того, произведена оценка выгоды от использования теплоты сточных вод.

Annotation

The aim of this project is to study heat supply systems for cottage houses that use a solar collector, heat pump and ice accumulator. The heat pump under consideration interacts with an ice-accumulator having a new type of heat exchanger that is capable of defrosting. Moreover, the benefits of using the heat of wastewater have been estimated.

Мы давно привыкли к тому, что в пригородных домах и коттеджах в качестве источника тепловой энергии стоит газовый или электрический котёл, который работает по принципу сжигания природных ископаемых. Однако, для того чтобы установить такой котёл, к постройке необходимость провести выделенные тепловые и газовые сети, что приводит к большим затратам.

За границей давно используют альтернативные источники тепловой энергии — воздух, грунтовые воды, воды водоемов, энергию солнца. Извлекают теплоту из окружающей среды с помощью теплонасосной системы теплоснабжения (ТСТ), основой которого является тепловой насос. Большими преимуществами данной системы является экологичность и экономичность.

Недавно были представлены эффективные теплонасосные системы отопления с применением льдоаккумуляторов (ЛА). Льдоаккумулятор может быть установлен там, где глубокое бурение невозможно или запрещено.

Центральным компонентом теплонасосной системы отопления с применением льдоаккумулятора является тепловой насос «рассол/вода». Основным источником низкопотенциального тепла для теплового насоса является солнечный коллектор, который собирает солнечную радиацию и тепло окружающего воздуха. Подземный льдоаккумулятор работает «буферным складом» тепловой энергии и источником тепла для теплового насоса при нехватки тепловой энергии от солнечного коллектора. Льдоаккумулятор накапливает тепло (около 80%) в виде скрытой теплоты, т.е. в фазе перехода воды в лед. Кроме того, льдоаккумулятор может получать тепло от грунта и стоков. В случае замораживания (около -10°C) льдоаккумулятора тепловой насос выключается и теплоснабжение обеспечивается пиковым электронагревателем.

Поддержание оптимального рабочего режима системы будет осуществлять программа, разработанная на основе нашей математической модели.

Комбинированное использование солнечных коллекторов и теплонасосных систем без льдоаккумулятора получило популярность в последнее десятилетие, благодаря возможности увеличения использования возобновляемых источников энергии в области теплоснабжения и на объектах местной водоподготовки. Исследования систем солнечных коллекторов и тепловых насосов ведутся на протяжении многих лет. Несмотря на это, только недавно было достигнуто значительное увеличение количества установленных таковых систем на Европейском промышленном рынке.

Первые попытки включения льдоаккумулятора в состав системы солнечного коллектора и теплового насоса были предприняты в 1970-х годах. Однако, только на протяжении последнего десятилетия компании начали заказывать такой комплект отопительной системы (рис. 1).

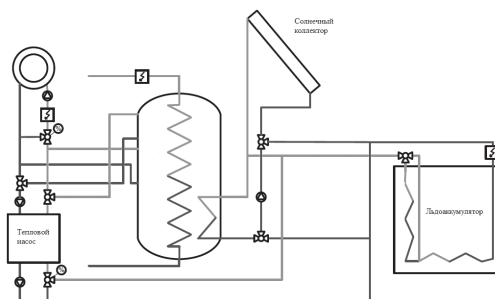


Рис. 1. Упрощенная схема системы отопления

Дополнительной целью данного проекта является демонстрация того, как конкретная концепция системы «солнце-лёд» позволяет достигать очень высоких годовых показателей эффективности. Все расходы за срок службы системы исследуются как с точки зрения экономической, так и экологической эффективности. При таком подходе можно оценить эффективность и других возобновляемых источников энергии, таких как солнечные коллекторы и льдоаккумуляторы.

Зависимость электропотребления системы от изменения размеров основных компонентов (коллекторная область и льдоаккумулятор) рассчитывается с помощью симуляторного программного обеспечения TRNSYS.

Литература

1. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. Оптимизация полного теплового насоса в процессах химической технологии // Химическая промышленность. 2001. № 1. С. 18.
2. Алемасов В. Е., Кравцов Я. И., Хабибуллин М. Г. и др. Об одном направлении повышения эффективности энергетических систем на базе авиационных газотурбинных двигателей // Известия РАН. Энергетика. 1998. № 4. С. 92-96.
3. Амерханов Р. А., Бессараб А. С., Драганов Б. Х. и др. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства. М.: Колос-Пресс, 2002. 424 с.
4. Амерханов Р. А. Тепловые насосы. М.: Энергоатомиздат, 2005. 160 с.
5. Аминов Р. З. Векторная оптимизация режимов работы электростанций. М.: Энергоатомиздат. 1994. 304 с.



**МНОГОУРОВНЕВОЕ УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ
И ВЫСШИХ ГАРМОНИК ТОКОВ**

Афанасьев А. Ю., Газизов И. Ф., Макаров А. В., Берёзов Н. А.,
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань

**MULTILEVEL REACTIVE POWER AND HARMONICS
COMPENSATION CONVERTER**

Afanasiev A. Yu., Gazizov I. F., Makarov A. V., Berezov N. A.,
Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

В статье представлена многоуровневое устройство компенсации реактивной мощности и высших гармоник токов и результаты моделирования в программе MATLAB — Simulink. Устройство построено на базе каскадной трехуровневой схемы, потребляет из сети синусоидальный ток для зарядки конденсаторов и компенсирует высшие гармоники токов и реактивную мощность нелинейной нагрузки.

Annotation

In the article multilevel reactive power and harmonics compensation converter and simulation results in MATLAB-Simulink are present. The device is built on the basis of a cascade three-level circuit, consume a sinusoidal current from the network for charging capacitors and compensates high harmonics of currents and reactive power of nonlinear load.

Современный технологический процесс производства, различное электрооборудование, используемое в предприятиях и организациях, выносит высокие требования к качеству электроэнергии и надежности электроснабжения. Высокое потребление реактивной мощности, гармонические искажения тока и напряжения, несимметрия и колебания напряжения снижают эффективность электродвигателей, трансформаторов, могут стать причиной остановки процесса производства, что в свою очередь приводит к повышению экономических потерь.

Для комплексного решения задач по снижению реактивной мощности, потребляемой нагрузкой, гармонических искажений, несимметрии и колебаний напряжения, все чаще, используют устройства статической компенсации на основе полупроводниковых силовых ключей. Раздельное выполнение перечисленных функций увеличивает габариты, массу и стоимость устройств компенсации.

При высоких напряжениях сети (6-35 кВ) силовые ключи, пассивные элементы, такие как дроссели и конденсаторы, должны иметь высокое значение предельно-допустимого напряжения, что приводит к увеличению стоимости устройства, а также к усложнению схемы и системы управления.

В данной статье рассматривается многоуровневое устройство компенсации, схема включения его ступеней показана на рис. 1.

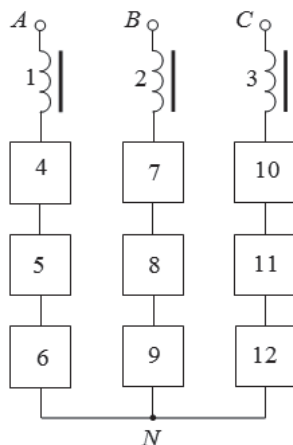


Рис. 1. Схема включения девяти мостовых схем

Здесь 1-3 — дроссели (реакторы); 4-12 — мостовые схемы с выходными конденсаторами и резисторами. Одна из мостовых схем показана на рис. 2.

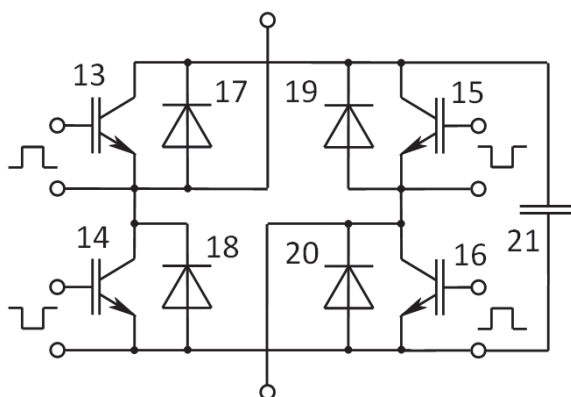


Рис. 2. Мостовая схема одной ступени

Здесь 13-16 — IGBT транзисторы; 17-20 — обратные диоды; 21 — конденсатор; 22 — резистор.

Кроме показанных силовых элементов в каждой фазе устройства имеются датчики фазного напряжения, фазного тока, управляющее устройство, схема широтно-импульсной модуляции для каждой ступени.

Сигнал соответствующий отклонению суммы напряжений конденсаторов от требуемого значения поступает в ПИ регулятор. Далее формируются и складываются сигналы соответствующие первой гармонике фазного тока, высшим гармоникам нелинейной нагрузки и реактивным токам, опережающим фазное напряжение на 90° . Токи соответствующие первой гармонике требуются для зарядки конденсаторов и компенсации электрических потерь в элементах схемы, реактивные компоненты тока, опережающие фазное напряжение, требуются для компенсации реактивной мощности нагрузки.



Суммарный ток поступает в контур регулирования фазным током устройства, который построен по принципу комбинированного управления — по отклонению и по возмущению. Суммарный ток сравнивается с токами на выходе схемы, вырабатываемые датчиками тока, далее сигнал рассогласования передается в пропорциональный регулятор. Управление по возмущению происходит по заданному (суммарному) току и при отсутствии отклонений тока устройства от заданного значения (сигнал рассогласования близок к нулю) и позволяет продолжать точное регулирование токами.

Далее выходные токи контура регулирования фазными токами складываются с сигналами соответствующими отклонению напряжения конденсатора каждой ступени от требуемого значения. Получаются три управляющих сигнала для каждого из трех ступеней.

Дифференциальные уравнения, описывающие работу схемы, имеют следующий вид:

$$\begin{aligned}\frac{du_{C1}}{dt} &= \frac{u_1 i_A}{u_{C1} C} - \frac{u_{C1}}{R_n C}; & \frac{du_{C2}}{dt} &= \frac{u_2 i_A}{u_{C2} C} - \frac{u_{C2}}{R_n C}; & \frac{du_{C3}}{dt} &= \frac{u_3 i_A}{u_{C3} C} - \frac{u_{C3}}{R_n C}; \\ \frac{du_{\phi 1}}{dt} &= \frac{u_{C1} - u_{\phi 1}}{T_\phi}; & \frac{du_{\phi 2}}{dt} &= \frac{u_{C2} - u_{\phi 2}}{T_\phi}; & \frac{du_{\phi 3}}{dt} &= \frac{u_{C3} - u_{\phi 3}}{T_\phi}; \\ \frac{di_A}{dt} &= \frac{u_A - u_1 - u_2 - u_3 - Ri_A}{L}; \\ \frac{du_u}{dt} &= 3U_0 - u_{C1} - u_{C2} - u_{C3}.\end{aligned}$$

Здесь u_A, i_A — напряжение и ток фазы А; u_1, u_2, u_3 — средние за период широтно-импульсной модуляции значения напряжений на первой-третьей ступенях фазы А; u_{C1}, u_{C2}, u_{C3} — напряжения на конденсаторах первой-третьей ступенях фазы А; $u_{\phi 1}, u_{\phi 2}, u_{\phi 3}$ — выходные сигналы фильтров низкой частоты первой-третьей ступеней фазы А; T_ϕ — постоянная времени фильтра низкой частоты.

Для проверки работоспособности схемы была составлена модель в программе MATLAB — Simulink. Параметры схемы имеют следующие значения: индуктивность дросселя активное сопротивление емкость конденсатора номинальное выходное напряжение одной ступени амплитуда фазного напряжения сети амплитуда реактивной компоненты тока фазы угловая частота сети коэффициенты регулятора коэффициент интегратора постоянная времени фильтра.

На рис. 3 представлена модель одной ступени компенсатора в программе MATLAB — Simulink.

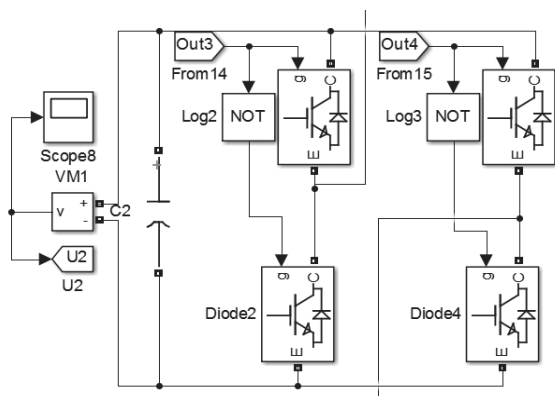


Рис. 3. Модель одной ступени

Моделировалась работа многоуровневой схемы без нагрузки с демонстрацией устойчивой зарядки и поддержания напряжения на всех конденсаторах, с генерированием реактивного тока, опережающего напряжение фазы.

На рис. 4 и 5 показаны графики напряжения на конденсаторе и график напряжения после фильтра низкой частоты. Начальное напряжение на конденсаторе равно 104 В. Из рисунков видно, что в установившемся режиме напряжение на конденсаторе равно номинальному значению — 104 В.

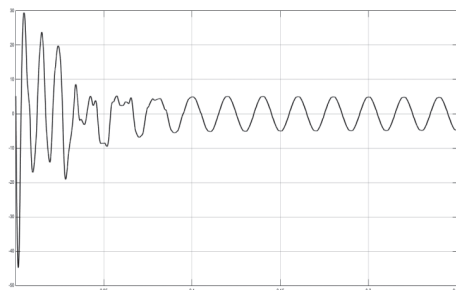


Рис. 4. Напряжение конденсатора

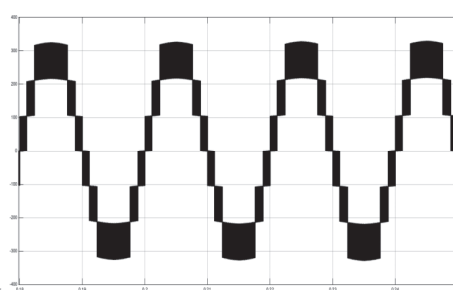


Рис. 5. Напряжение после фильтрации

На рис. 6 и 7 представлены графики выходного фазного напряжения и тока соответственно.

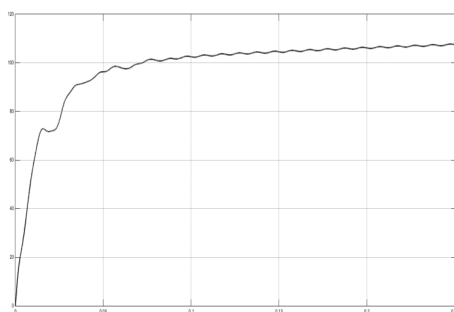


Рис. 6. Выходное напряжение фазы А

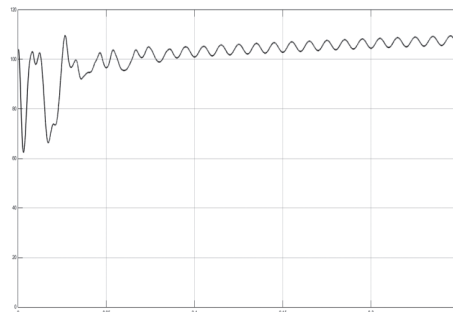


Рис. 7. Выходной ток фазы А

Выходное напряжение содержит 7 уровней с различным значением, это обусловлено тем, что схема содержит 3 ступени. Количество уровней напряжения определяется по формуле $m = 2n + 1$. Где m — количество уровней выходного напряжения, n — количество ступеней схемы. Ток фазы имеет форму практически идеальной синусоиды и опережает фазное напряжение на 90° .

Моделирование многоуровневого устройства компенсации показало работоспособность и эффективность данного технического решения, возможность дальнейшего усложнения схемы и добавления функций активной фильтрации токов, компенсации несимметрии и отклонений напряжения.

Применение многоуровневой схемы позволяет получить синусоидальный выходной ток при относительно небольших значениях индуктивности выходных дросселей, при низком значении напряжения на конденсаторах. Все это позволяет уменьшить габариты конденсаторов и дросселей, а также снизить предельно допустимые напряжения элементов схемы.



Литература

1. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учебник. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. Ч. 2. 197 с.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. СПб.: КОРОНА, 2001. 320 с.
3. Колпаков А., Карташев Е., Алгоритмы управления многоуровневыми преобразователями // Силовая электроника, 2009. № 2. С. 57-65.
4. Афанасьев А. Ю., Газизов И. Ф., Кунгурцев А. А. Активный фильтр высших гармоник токов трехфазной сети // Вестник КГТУ им. А. Н. Туполева, 2016. № 3. С. 32-36.
5. Афанасьев А. Ю., Газизов И. Ф., Кунгурцев А. А. Управляемый выпрямитель с фильтрацией и стабилизацией // Вестник КГТУ им. А. Н. Туполева, 2016. № 4. С. 14-19.
6. Афанасьев А. Ю., Газизов И. Ф., Кунгурцев А. А. Моделирование активного фильтра высших гармоник токов трехфазной сети в среде MATLAB — Simulink // Вестник КГТУ им. А. Н. Туполева, 2017. № 2. С. 5-11.
7. Афанасьев А. Ю., Газизов И. Ф., Кунгурцев А. А. Моделирование управляемого выпрямителя с фильтрацией и стабилизацией в среде MATLAB — Simulink // Вестник КГТУ им. А. Н. Туполева, 2017. № 1. С. 5-12.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Намаева В. А.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

POLYMER INSULATORS FOR EFFICIENT ENERGY USE

Namayeva V. A.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В данной статье обозначена проблема эффективности использования полимерных изоляторов с кремнийорганическим защитным покрытием. Проведены исследования с целью определения энергетических потерь в год из-за токовых утечек на изоляторах разных видов. Предложено снижение технологических потерь путем уменьшения расходов от токов на поверхности изоляторов.

Annotation

In this article, a problem of silicone rubber polymer insulators for efficient energy use is discussed. There are researches on energy losses per year because of leakage current for different types of insulators. Decrease of technical losses in efficient electricity use is carried out by decrease of leakage current on the surface of insulators.

В последние годы в сфере производства, передачи и потребления электроэнергии появилась новая тенденция. Стареющая фарфоровая и стеклянная изоляции заменяются более современной прочной полимерной. Кроме надежности данный вид изоляции имеет еще ряд существенных преимуществ. К ним относятся следующие качества:

- Низкий вес (в 9 раз меньше чем у других типов изоляторов);
- Легкость монтажа
- Удобство транспортировки;
- Сниженный уровень радиопомех;
- Вандалостойкость;
- Отсутствие нужды в трудоёмкой сборке гирлянд;
- Относительно низкая цена;
- Хорошая электрическая прочность благодаря высокой степени гидрофобности оболочки.

Также необходимо добавить, что важным аспектом применения изоляторов из высокомолекулярных соединений считается и энергосберегающий эффект.

Первостепенная задача в сфере энергосбережения – уменьшение технологических потерь энергии, потому что в составе потерь именно они являются самыми значительными. Для уменьшения технологических потерь необходимо использовать современное оборудование. В нем воздействие физических процессов, вызывающих утечки энергии, ослаблено.

Токовые утечки являются частью структуры технологических потерь. Использование изоляторов из кремнийорганики дает возможность в несколько раз понизить расходы от токов утечки по сильнозагрязненной плоскости оборудования.

Главным преимуществом изоляторов из высокомолекулярных соединений считается высокая гидрофобность поверхности. Это свойство позволяет обеспечить маленькие токовые утечки и отличные разрядные параметры. Если у намоченного изолятора из фарфора с плотной пленкой воды на поверхности и у изолятора из кремнийорганики – с капельным водяным слоем на поверхности сравнить утечки токов, то можно выяснить, что они различаются на несколько порядков.



Поверхность большей части полимеров в изначальном виде гидрофобна. Из-за скопления загрязнений и в результате старения во время эксплуатации гидрофобность поверхности материалов пропадает. Уникальной особенностью кремнийорганики является поддержание гидрофобности поверхности даже в сильнозагрязненном состоянии на протяжении всего периода службы.

Гидрофобия сильнозагрязненной поверхности кремнийорганического изолятора гарантируется за счет наличия молекул с малым молекулярным весом. Это качество гарантирует малые токовые утечки в смоченном состоянии во время всего периода эксплуатации.

Исследования продемонстрировали, что проводимость загрязненного слоя на стеклянных и фарфоровых изоляторах примерно одинакова и составляет 1,43 и 1,16 мкСм соответственно. Удельная поверхностная проводимость на изоляторах из полимеров – 0,05 мкСм. Результаты сравнения представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Проводимость слоя загрязнения на разобранных изоляторах

Материал изоляции	Средняя проводимость естественного слоя загрязнений изоляторов в увлажненном состоянии, мкСм
Стекло	1,43
Фарфор	1,16
Кремнийорганика	0,05

Вспомогательный фактор, уменьшающий потери энергии на изоляторах из кремнийорганики – более высокий коэффициент формы, чем у других видов изоляторов.

Следовательно, можно успешно вычислить расходы энергии от утечек тока, зная коэффициент формы изолятора и удельную поверхностную проводимость.

Таблица 2. Годовые потери энергии из-за утечек тока на изоляторах различных видов на напряжении 27,5кВ

Материал изоляции	Коэффициент формы изолятора	Проводимость поверхности, мкСм	Приближенные потери энергии в год на 1 изоляторе, кВт, час
Стекло	3,36	1,26	248
Кремнийорганика	9,0	0,06	4,5
Фарфор	3,0	1,26	317

В Таблице 2 показаны результаты исследований годовых потерь электроэнергии. На загрязненных изоляторах из стекла и фарфора потери энергии из-за токовых утечек по плоскости оборудования довольно значительны. Если сравнить эти данные с расходами на изоляторах из кремнийорганики, то можно понять, что потери последних меньше примерно в 45 раз. Принимая в расчет стоимость полимерных изоляторов с кремнийорганическим защитным покрытием, получается, что период окупаемости их использования за счет экономии энергии составляет от 2,5 лет.

Бесспорно, одним из преимуществ изоляторов из кремнийорганики является экономия посредством снижения утечки токов по оборудованию. Это позволяет сделать вывод о том, что энергосбережение – подходящая сфера применения полимерных изоляторов с кремнийорганическим покрытием.

Литература

1. «Евразия Вести» [Электронный ресурс]; <http://www.eav.ru/>.
2. Г. А. Гусейнов и др. «Исследование материалов для изоляторов на основе кремнийорганических каучуков». //«Электротехническая промышленность», ЭМ, 1984 г., вып. 11 (172).
3. А. Гусейнов и др. «Полимерная композиция для покрытий». //А. С. 620177, СО 8Л 27/12. 1978 г.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В ИБП

Гумерова Р. Х., Матхаликов А. Р., Смирнов П. В.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

ANALYSIS OF USING OF A LITHIUM-ION BATTERIES IN UPS

Gumerova R. H., Matkhalikov A. R., Smirnov P. V.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

Объект исследования – литий-ионные аккумуляторные батареи. Цель работы – сравнительная характеристика основных параметров литий-ионных со свинцово-кислотными аккумуляторными батареями, а также проведение анализа использования литий-ионных батарей вместо свинцовых в источниках бесперебойного питания. В процессе работы были использованы усредненные данные, полученные в ходе эксплуатации литий-ионных и свинцово-кислотных аккумуляторных батарей различных номиналов. Был проведен сравнительный анализ и сделаны экономические выводы при использовании литий-ионных батарей.

Annotation

The object of research is lithium-ion batteries. The purpose of the work is a comparative characteristic of the main parameters of lithium-ion batteries with lead-acid batteries, as well as an analysis of the use of lithium-ion batteries instead of lead batteries in uninterruptable power source. In the process of work, we used the averaged data obtained during the operation of lithium-ion and lead-acid battery cells of various denominations. Comparative analysis was conducted and economic conclusions were drawn when using lithium-ion batteries.

Введение

В конце XX впервые появились и начали использоваться литий-ионные аккумуляторные батареи, и они начинают получать все большую популярность в наше время (темп роста на потребительском рынке за прошлый год составил около 2 %, и, в дальнейшем, прогнозируется еще больший рост). За счет чего же они завоевали такую широкую популярность? Ответ прост. Литий-ионные батареи обладают рядом широких преимуществ по ряду технических характеристик:

1. Отсутствует эффект памяти;
2. Очень большие значения токов разряда и заряда, что позволяет использовать данные батареи в местах, где необходимо мгновенное потребление значительного количества энергии;
3. Жизненный цикл в разы превосходящий жизненный цикл тех же свинцово-кислотных батарей;
4. Относительно большой срок службы;
5. Отсутствие необходимости в техническом обслуживании;
6. Низкий уровень саморазряда;
7. Имеют максимальную плотность энергии по весу и размеру.

Данные преимущества могут принести экономическую выгоду при замене использования свинцовых батарей на литий-ионные, к примеру, для использования их в источниках бесперебойного питания (ИБП).

В производстве, где используются электрические двигатели, нельзя допустить их простоя без электроэнергии более 0.3 с, поскольку при дальнейшей подаче электроэнергии будет



противофазная работа векторов ЭДС двигателя и напряжения сети, что приведет к полному отключению электродвигателя. Для предотвращения данного явления используются ИБП, но использование ИБП на основе литий-ионных батарей позволит значительно сэкономить затраты предприятия на ИБП.

Сравнение основных параметров литий-ионных и свинцово-кислотных аккумуляторных батарей.

Из имеющихся эксплуатационных данных составим таблицу по основным параметрам:

1. Емкость – количество энергии, запасаемое АКБ на 1 кг своего веса;
2. Количество циклов заряда и разряда;
3. КПД, характеризующий потери энергии при заряде и разряде;
4. Длительность эксплуатации при ежедневном использовании;
5. Сохранение номинальной мощности после 12 месяцев эксплуатации при $t = 20^{\circ}\text{C}$. [1]

Таблица 1. Сравнительная таблица основных параметров АКБ.

Параметр	Свинцовые батареи	Литий-ионные батареи
Емкость, Вт/кг	25	110
Количество циклов заряда/разряда	250	2000
КПД, %	80	97
Длительность эксплуатации	<1 года	>5 лет
Сохранение мощности, %	60	100

Данные преимущества по параметрам объясняются за счет принципа накопления заряда и химических реакций внутри АКБ.

В свинцово-кислотных АКБ накопление электроэнергии осуществляется за счет химических реакций электродов с электролитом – кислотой. С течением времени на поверхностях электродов образуется сульфат свинца, который приводит к «старению» АКБ. В свинцовых АКБ параллельное подключение батарей негативно сказывается на их сроке службы, а также разряд большими токами приводит к их преждевременному старению.

В литий-ионных АКБ накопление энергии происходит за счет перемещения ионов лития с одного электрода на другой, тем самым осуществляя заряд или разряд батареи. Литий-ионные батареи можно без вреда для них использовать при параллельном подключении, если необходимо увеличить суммарную емкость. Более того, большие токи разряда и заряда не окажут негативного влияния на батарею, преимущество которой было выделено во введении.

Применим вышеупомянутые данные к конкретному примеру, в частности использование литий-ионных АКБ в ИБП в промышленности. Как уже обговаривалось во введении, в производстве, где используются электродвигатели, провалы напряжения в сети 0,4 кВ длительностью 0,3...0,5 с могут привести к тому, что векторы остаточной ЭДС электродвигателей могут оказаться в противофазе с векторами напряжения сети. В результате при восстановлении питания произойдет срабатывание электромагнитных расцепителей автоматических выключателей и окончательное отключение электродвигателей [2]. Для избегания такой ситуации, используются ИБП.

Заметим, при возникновении аварийной ситуации описанной выше, электродвигателями будет потребляться большой пусковой ток, а это значит, что будет большой ток разряда аккумулятора в ИБП. Литий-ионные аккумуляторные батареи отлично переносят большие токи заряда и разряда, чего нельзя сказать о свинцово-кислотных батареях, которые как раз таки используются в ИБП.

Составим сравнительную таблицу для проведения подсчета экономической выгоды при замене в ИБП свинцово-кислотных батарей на литий-ионные аккумуляторные батареи. Возьмем для примера ИБП мощностью 300 кВА, со временем работы 30 минут, рассчитанного на напряжение 0,4 кВ, что соответствует параметрам большей части ИБП, установленных на производстве.

Таблица 2. Сравнительная таблица ИБП на основе свинцово-кислотных и литий-ионных аккумуляторных батарей

Параметр	Свинцово-кислотные АКБ	Литий-ионные АКБ
1) Количество аккумуляторных батарей, рассчитанных на одну и ту же нагрузку	185	125
2) Вес, кг	18500	1375
3) Стоимость	Одинаковая	Одинаковая*
4) Обслуживание	Необходимо	Нет
5) Срок эксплуатации	3,5 года	Более 10 лет

* с учетом аппаратуры подзарядки литий-ионных батарей.

1. Количество батарей рассчитано на потребление тока 750 А.
2. Средний вес свинцово-кислотных батарей составляет 100кг, а литий-ионных – 11кг. Данные были получены посредством умножения среднего веса на количество используемых батарей
3. Литий-ионные батареи имеют свою специфику зарядки. На первом этапе происходит заряд с постоянным током. Длится это до тех пор, пока напряжение на ячейке не достигнет определенного порога, после чего напряжение остается постоянным, а ток снижается по экспоненциальному закону, пока не достигнет значения отсечки. [1]
4. Как уже обговаривалось ранее, литий-ионные батареи не требуют обслуживания, и это одно из их главных преимуществ над другими аккумуляторными батареями.
5. При потреблении тока в 750 А свинцово-кислотные батареи выходят из строя раньше гарантийного срока, возможен подбор свинцово-кислотных батарей большего номинала для увеличения их срока службы, но стоимость таких батарей гораздо выше, выбор которых нельзя оправдать экономически. Что касается литий-ионных батарей, ток 750 А не принесет никакого вреда для их срока эксплуатации.

Заключение

1. Замена свинцово-кислотных аккумуляторных батарей на литий-ионные, за счет увеличения КПД уже приведет к 17 % экономии электроэнергии при эксплуатации батарей.
2. Литий-ионные батареи обладают гораздо большим сроком службы и не требуют обслуживания, не обладают памятью, что позволяет не разряжать их полностью перед зарядкой, к тому же, они гораздо лучше сохраняют свою емкость при долгосрочном использовании, чего нельзя сказать о свинцово-кислотных батареях. Снижение емкости у свинцово-кислотных аккумуляторных батарей заметно уже через несколько циклов разряда/заряда. Замена приведет к экономии средств не только при закупке батарей, но и при их эксплуатации.
3. Замена на литий-ионные батареи позволяет более чем в 10 раз сократить объем помещения для ИБП, что позволяет сэкономить не только на площади помещения,



но и в затратах на отопление, что также является одним из важнейших аспектов энергосбережения.

Литература

1. El-energy.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://elenergi.ru/primenenie-svincovo-kislotnyx-i-litij-ionnyx-akkumulyatorov.html> (дата обращения 24.02.2018).
2. Источник бесперебойного питания – Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/источник_бесперебойного_питания (дата обращения 24.02.2018).

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Барышева О.Б., Варсегова Е.В., Харисова Д.Р.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

ENERGY-SAVING COATINGS IN LOW-RISE CONSTRUCTION

Barysheva O. B., Varsegova E. V., Kharisova D. R.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

В настоящее время в нашей стране все чаще поднимаются вопросы энергосбережения. Это обусловлено достаточной продолжительностью отопительного периода, низкой среднегодовой температурой окружающей среды, использованием неэффективных теплоизоляционных материалов. В данной статье мы рассмотрим различные виды энергосберегающих покрытий и выясним, какое из них наиболее оптимально подходит для малоэтажного строительства.

Annotation

Nowadays in our country energy saving issues are increasingly raised. This is due to the sufficient duration of the heating period, low average annual temperature of the environment, the use of inefficient insulation materials. In this article we will look at various types of energy-saving coatings and find out which of them is the most suitable for low-rise construction.

Задача энергосберегающих покрытий – снизить потери тепла в холодный период года и обеспечить комфортную температуру во внутренних помещениях при значительных колебаниях температуры наружного воздуха. Благодаря применению таких покрытий можно уменьшить толщину ограждающих конструкций и снизить их массу. Таким образом возможно сокращение расхода основных строительных материалов.

Проблема выбора наиболее оптимального энергосберегающего покрытия в нашем регионе, так же как и в нашей стране, стоит наиболее остро, ведь именно здесь довольно суровый климат и среднегодовая температура наружного воздуха даже в средней полосе России довольно низкая. При таких условиях необходимо внимательно подходить к выбору покрытия, позволяющего при минимальных затратах обеспечить наибольшее энергосбережение. В настоящее время есть множество различных традиционных теплозащитных покрытий, среди которых можно выделить волокнистые теплоизоляторы и напыляемые полимеры. Однако все они достаточно устарели и обладают множественными недостатками, такими как высокая влагоемкость, потеря теплостойкости при увлажнении, сильное воздействие коррозии на подосновы покрытия.

Из современных и наиболее качественных энергосберегающих покрытий можно выделить основные: покрытия на основе акриловых дисперсий и полых стеклянных микросфер, лакокрасочные покрытия нового поколения, покрытия на основе минеральных микросфер. Главным критерием выбора материала является его устойчивость к перепадам температур, уместность его применения в данном районе строительства, а также его стоимость. Теплоизоляционные материалы необходимы для наружной теплоизоляции зданий и сооружений с целью предотвращения сырости стен, улучшения микроклимата внутри здания и, как следствие, снижения стоимости ремонтных работ.

Покрытия на основе акриловых дисперсий и полых стеклянных микросфер. Покрытия, в которых в качестве связующего используется акриловая дисперсия, обладают хорошей эла-



стичностью и паропроницаемостью, что делает их незаменимыми в лаках, эмалях, красках по дереву. Это связующее можно назвать универсальным благодаря его хорошей адгезии к разным основам. В то же время у него есть существенный недостаток – высокая стоимость, которая связана с высокой стоимостью сырья мономеров акрилового ряда. Полые сферы – это одни из важнейших наполнителей, которые применяются в производстве пластмасс. Незаменимыми их делают сферическая форма, низкая плотность и постоянные размеры. Кроме того важным фактором применения полых микросфер является снижение расходов дефицитных и дорогостоящих полимеров, снижение плотности и возможность управления ею. Современные исследования проблемы создания и применения традиционных теплозащитных покрытий для снижения потерь тепловой энергии привели к разработке жидкой композиции на основе акриловой дисперсии, стеклянных микросфер и функциональных наполнителей для получения энергосберегающих покрытий. Такие покрытия долговечны, так как не боятся воды, низких температур, солнца. К тому же они пожаро- и экологически безопасны, имеют невысокую плотность, что положительно влияет на утепляемый объект. Покрытия на основе акриловых дисперсий и стеклянных микросфер целесообразно применять для теплоизоляции подвалов малоэтажных зданий, а также для зданий, расположенных в часто затопляемых местностях, так как они устойчивы к воздействию влаги.

Лакокрасочные покрытия нового поколения. Это гибкий, легкий, гибкий материал, позволяющий существенно снизить тепловые потери через ограждающие конструкции здания. Энергосберегающие лакокрасочные покрытия состоят из полых микроскопических керамических и силиконовых шариков, находящихся во взвешенном состоянии в жидкости, которая состоит из неорганических пигментов и синтетического каучука. Такая краска устойчива к возгоранию, способна отражать солнечные лучи, что позволяет поддерживать прохладу в помещениях в летний период года и уменьшить затраты на кондиционирование воздуха. Это «дышащий» материал, который не пропускает воду, устойчив к коррозии и атмосферным осадкам. Фасадные краски имеют низкую теплопроводность, которая может достигать величины $0,001 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$. К тому же их стоимость невелика, а ассортимент достаточно разнообразен. Обработка здания такими красками позволяет снизить потери тепла через наружные ограждающие конструкции. Все это в совокупности с минимальной тратой времени на покраску делает этот вид покрытия наиболее популярным. В холодный период обеспечивается необходимый микроклимат внутри здания. Однако при нанесении лакокрасочных материалов покрытие получается неоднородным, что отражается на его теплотехнических свойствах.

Покрытия на основе минеральных микросфер. Микросферы имеют низкую плотность, высокую твердость, высокую температуру плавления. Их легко разбрызгивать и наносить шпателем. Кроме этого у них есть следующий ряд преимуществ:

- они прочны;
- срок их эксплуатации значительно превышает средний, который присущ традиционным покрытиям;
- антикоррозионны;
- их применение одинаково эффективно как при низких, так и при высоких температурах;
- влаго- и пожароустойчивы;
- имеют отличные герметизирующие свойства;
- малая толщина покрытия, которая не несет нагрузку на утепляемые конструкции.

Покрытия на основе минеральных микросфер в настоящее время еще совершенствуются, что говорит об их популярности и универсальности.

После выявления всех достоинств и недостатков рассматриваемых покрытий, проведем их сравнительный анализ. Начнем с коэффициента теплопроводности, который яв-

ляется наиважнейшим показателем при выборе энергосберегающего материала. Для покрытия Акрэмос-101 на основе акриловых дисперсий и полых стеклянных микросфер его значение равно $0,141 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$ [6], для лакокрасочного покрытия Moutrical – $0,003 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$ [5], для покрытия на основе минеральных микросфер среднее значение коэффициента равно $0,025 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$ [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что современные лакокрасочные покрытия при сравнительно низкой стоимости обладают минимальным коэффициентом теплопроводности, что выделяет их среди других популярных энергосберегающих покрытий. К тому же в малоэтажном строительстве их применение не требует больших затрат времени и энергии.

Литература

1. Е. А. Куликова, А. Н. Бебрис Использование энергосберегающих покрытий для снижения теплопотерь // Уральский государственный университет путей сообщения.
2. Р. М. Гарипов, Н. Н. Жданов, Р. Х. Фатхутдинов, В. В. Уваев, В. А. Маслов Энергосберегающее покрытие на основе акриловых дисперсий и полых стеклянных микросфер.
3. Д. Ю. Королев, О. В. Тertychnyy, В. Н. Семенов, Д. Н. Китаев, Т. В. Шукина Энергосберегающая защита наружных ограждений лакокрасочными покрытиями нового поколения // Вестник МГСУ 7/2011.
4. Хабибуллин Ю. Х., Барышева О. Б. Энергосберегающие покрытия на основе минеральных микросфер // Известия КГАСУ, 2014, № 2 (28).
5. Moutrical: Изоляция без недостатков! [Электронный ресурс]; // URL: <http://www.ids55.ru/ks/articles/events/1727-moutrical-.html> (дата обращения 06.01.2018).
6. Н. Н. Жданов, Р. М. Гарипов Разработка теплозащитных покрытий на основе акрилстирольных сополимеров и полых стеклянных микросфер // Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.



**ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В ОТНОШЕНИИ НАСЕЛЕНИЯ
И ПРИРАВНЕННЫХ К НЕМУ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЭ**

Наумов А. А.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**THE RT TATIFF POLICY IN RESPCT OF POPULATION AND ELECTRIC ENERGY
CONSUMERS EQUATED TO IT**

Naumov A. A.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Анализируются экономические последствия использования населением РТ и приравненных к нему потребителей одноставочного однозонного тарифа и одноставочного двухзонного тарифов за потребленную электрическую энергию. Сделан вывод о необходимости принятия в РТ дифференцированных по временным зонам тарифов, стимулирующих потребителей к участию в регулировании графика нагрузки электроснабжающих организаций, способствующих энергосбережению и улучшению экологического состояния региона.

Annotation

Analyzed are the economic impact of the use by the RT population and energy consumers equated to it of the straight-line one-zone and straight-line two-zone tariff for the consumed electric energy. The conclusion is drawn on the accepting of tariffs in the RT, which are differentiated by the time zones, initiating the consumers for participation in regulating the load schedule of the electric energy suppliers as well as facilitating energy saving and improving of nature protecting conditions in the region.

Ранее [1, 2], обсуждались вопросы целесообразности стимулирования потребителей на переход на расчеты за потребленную электрическую энергию (ЭЭ) с электроснабжающими организациями (ЭСО) по одно и двухставочным, дифференцированным по зонам суток тарифам. Фактически – вовлечение потребителей в процессы регулирования графика нагрузки с целью снижения потребления в часы максимума нагрузки энергосистемы, в переносе части потребления на часы минимальной или неполной нагрузки энергосистемы, что способствует выравниванию ее графика нагрузки. При равномерном режиме работы себестоимость единицы ЭЭ минимальна, так как оборудование работает в «щадающем» режиме, отсутствует необходимость содержания резервных мощностей на электрических станциях, выравнивающих общие нагрузки в сети, следовательно, удельные расходы топлива наименьшие, что положительно сказывается и на экологии.

На практике режим работы энергетических систем имеет ярко выраженный нелинейный характер с максимумом нагрузки в дневные и минимумом нагрузки в ночные часы. Для выравнивания графика нагрузки используются различные методы: на промышленных предприятиях работа в ночную смену, использование, когда это возможно, мощных энергетических установок при минимуме нагрузки энергосистемы и т. д.

Самым эффективным методом влияния на выравнивание графика нагрузки является не распоряжения и призывы к энергосбережению, а использование экономических стимулов для потребителей: понижение стоимости единицы энергии в ночные часы, когда нагрузка минимальная и ее повышение в часы максимума нагрузки. Именно в этом и состоит суть тарифной политики, направленной на энергосбережение и сохранение природных ресурсов. С этой целью бытовому населению и приравненному к нему потребителю предоставляется

возможность выбора различных тарифных планов: одноставочного тарифа неизменного в течение суток, одноставочного дифференцированного по двум зонам суток тарифа (день – с 7 до 23 ч., ночь с 23 до 7), одноставочного дифференцированного по трем зонам суток тарифа (ночь, утренний и вечерний пики, а также полупик). Промышленностью выпускаются счетчики электрической энергии и информационно-измерительные системы, программируемые для расчетов за потребленную энергию отдельно по временным интервалам. Интервалы временных зон устанавливаются антимонопольной службой Российской Федерации. С 2011 года обязанность установления тарифов, в том числе и на ЭЭ в Республике Татарстан (РТ) возложена на Государственный комитет по тарифам РТ.

Ниже приведены результаты анализа финансовых последствий использования одноставочного или одноставочного, дифференцированного по двум зонам тарифов населением, проживающим в городских населенных пунктах, в домах, не оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами и (или) электроотопительными установками и приравненным к ним категориям потребителям Республики Татарстан (РТ) в первой половине 2018 года. Тарифы на первое и второе полугодия 2018 года утверждены постановлением 3-7/э Государственного комитета по тарифам Республики Татарстан [3] в декабре 2017 года.

Следует отметить, что вплоть до 2011 года действовала совершенно понятная для населения система определения стоимости потребленной ЭЭ: достаточно было перейти на двухзонную систему оплаты и за 1 кВтч, потребленный ночью, можно было платить в два раза меньше чем днем или при оплате по однозонному тарифу. Поэтому многие бытовые потребители приобрели многотарифные счетчики и заключили соответствующие договора с ЭСО и старались по возможности использовать электрические аппараты с 23 до 7 часов, т.е. участвовать в выравнивании графика электропотребления.

Но с 2012 года в РТ ситуация изменилась: однозонный тариф перестал быть равен дневному, а соотношение между ночным и дневным тарифом уменьшилось, в настоящее время оно составляет около 1,6. В этой связи возникла необходимость оценки экономической целесообразности для населения выбора различных тарифов и последствий такого выбора для ЭСО.

Согласно действующим в первой половине 2018 г. тарифам, при равномерной нагрузке разница в платежах при однозонном и двухзонном тарифах составляет для непрерывно используемой в течение суток мощности в 1 кВт всего 8 копеек в сутки (0,09 %) (85,44 руб. если расчет производить по однозонному тарифу и 85,36 руб. – по двухзонному тарифу).

Проблема состоит в том, что распределение объемов потребления в течение суток у населения сильно отличаются. Так, в крупных городах для многоквартирных домов, не оборудованных в утвержденном порядке электрическими плитами и (или) электроотопительными установками в ночные часы потребление оценивается в 25-30 %, около 45 % в полупик и около 30 % в часы пиковой нагрузки. Эти цифры меняются в зависимости от времени года и продолжительности светлого времени суток. В домохозяйствах, участвующих в перераспределении электрических нагрузок, потребление может достигать 40-50 %.

Были выполнены расчеты зависимости суточных платежей от видов тарифов. Для однозонного тарифа плата $ПЛ_1$ составляет $T_1 E_1$ рублей, где T_1 – однозонный тариф (руб./кВт·ч), E_1 – суточный объем потребления (кВт·ч). Для тарифа, дифференцированного по двум зонам плата равна $ПЛ_2 = T_d E_d + T_n E_n$, где T_d , T_n – дневной, ночной тарифы; E_d , E_n – объемы потребления в дневной и ночной периоды, соответственно.

На рис. 1 представлена зависимость изменения платежей при переходе с одноставочного однозонного тарифа на одноставочный дифференцированный по двум зонам суток тариф от отношения объемов потребления ночь/день, рассчитанная по формуле:



$$[(П_{Л_2} - П_{Л_1})/П_{Л_1}] * 100\%.$$

С учетом, того что дневная зона (16 ч) в 2 раза больше чем ночная (8 ч), отношение $E_{\text{н}}/E_{\text{д}} = 100\%$ означает, что мощность непрерывно используемых в ночную зону электроприборов должна быть в два раза больше чем в дневную зону. При равномерной в течение суток нагрузке $E_{\text{н}}/E_{\text{д}} = 50\%$. Отношение $E_{\text{н}}/E_{\text{д}} = 25\%$ – активная мощность используемых ночью электроприборов в два раза меньше чем используемых в дневные часы.

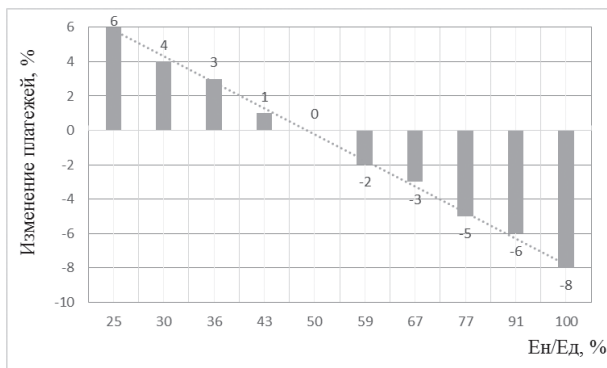


Рис. 1. Изменение платежей при переходе с одноставочного тарифа на одноставочный дифференцированный по двум зонам суток тариф в зависимости от отношения объемов потребления энергии ночь/день

Если принять, что в ночной период потребление равно 25% суточного потребления, то переплата при использовании двухзонного тарифа по сравнению с однозонной системой оплаты составит около 6%. С целью экономии потребитель может попытаться уменьшить количества используемых днем электрических устройств, включив их в ночной период. В частности, можно стиральные и посудомоечные машины, зарядные устройства аккумуляторов, частично, нагреватели, кондиционеры, другие электрические приборы использовать в ночное время. Их относительный вклад в общий расход ЭЭ значителен, но не бесконечен, так как холодильник, освещение, утюг, пылесос, телевизор, кухонные электрические приборы (чайники, кофеварки, миксеры и т.д.) вряд ли возможно использовать лишь в ночные часы. Но даже допустив, что половину энергии удастся с дневного интервала времени перенести на ночь ($E_{\text{н}}/E_{\text{д}} = 50\%$), все равно невозможно получить выгоду, можно лишь приблизиться к нулевым потерям от использования двухдиапазонного тарифа. Для получения экономии необходимо чтобы расход энергии ночью превышал дневной расход. Так, если мощность работающих электроприборов окажется в два раза больше чем днем, можно достичь экономии в платежах 7,6%. В пределе, если не включать электрические приборы днем, а только ночью (с 23 до 7), можно сэкономить до 30%. Но, совершенно очевидно, что такая ситуация абсурдна и в реальной жизни для населения практически не реализуема.

Использование трехзонного тарифа, где расчет суточного потребления выполняется по формуле $T_{\text{д}}E_{\text{п}} + T_{\text{пп}}E_{\text{пп}} + T_{\text{н}}E_{\text{н}}$, где $E_{\text{п}}$, $E_{\text{пп}}$ – объемы потребления (кВт·ч) в пиковый, полупиковый периоды; ТП, ТПП – пиковый, полупиковый тарифы существенного влияния на относительные платежи не оказывает.

Следовательно, при действующих в 2018 году тарифах, население РТ и приравненные к нему потребители экономически не заинтересованы в использовании дифференцированных по времени системам оплаты за и в участии в регулировании графика потребления ЭЭ.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. современная тарифная политика в Республике Татарстан, не является стимулирующей для привлечения населения и приравненных к нему потребителей к участию в регулировании графика электропотребления и в конечном счете экономии энергоресурсов;
2. потребители вынуждены переходить на однозонный тариф, даже имея современные счетчики и автоматизированные системы коммерческого учета ЭЭ с возможностью учета энергии отдельно в различные интервалы времени;
3. вновь устанавливающие или заменяющие счетчики потребители не имеют материальных стимулов к приобретению счетчиков, позволяющих учитывать энергию отдельно в разные интервалы времени, что создает и будет в дальнейшем создавать проблемы по привлечению населения и приравненных к нему потребителей к выравниванию графика нагрузки.

Заключение

Для привлечения бытовых потребителей и приравненных к нему потребителей к энергосбережению в РТ следует пересмотреть тарифную политику в отношении населения и приравненных к нему потребителей, увеличить отношение тарифов в дневной и ночной зоне.

Литература

1. Наумов А. А. О возможных последствиях перехода на тарифы, дифференцированные по зонам суток в РТ // Изв. ВУЗов. Проблемы энергетики. 2005. № 3-4. С. 62-66.
2. Наумов А. А., Агеев Ш. Р. Целесообразность применения одно- или двухставочного тарифа на электроэнергию в РТ // Изв. ВУЗов. Проблемы энергетики. 2005. № 5-6. С. 63-67.
3. Постановление Государственного комитета Республики Татарстан по тарифам 3-7/э от 8.12.2017 «Об установлении цен (тарифов) для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Республике Татарстан на 2018 год» [Электронный ресурс]; http://kt.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_1201226.pdf (дата обращения 25.02.2018).



«ТЕПЛАЯ» КЕРАМИКА КАК ПУТЬ К ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Ибрагимова Л. У., Барышева О. Б.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

WARM CERAMICS AS A WAY TO ENERGY EFFICIENCY

Ibragimova L. U., Barysheva O. B.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

На сегодняшний день применяемые человечеством энергоресурсы со временем иссякают, цена на их добычу возрастает, а неразумное использование влияет на экологию. Проектирование и возведение энергосберегающих зданий является одним из самых значимых вопросов в энергосберегающей политике каждой развитой страны. Основными тенденциями повышения энергосбережения считаются введение сознательно новейших видов конструкций зданий, а также применение эффективных теплоизоляционных материалов.

Целью данной работы является рассмотрение применения керамических блоков, а именно блоков POROTHERM, в строительстве малоэтажных и высотных зданий.

Проанализировав свойства теплой керамики, рассмотрев опыты, сделанные с помощью тепловизора, можно сделать вывод о том, что в настоящее время теплая поризованная керамика считается наилучшим материалом для возведения жилых зданий. Быстрота возведения зданий, надежность конструкций, благоприятный микроклимат помещений, экология проживания, экономность в эксплуатации – вот ключевые достоинства теплой керамики.

Annotation

At present, the energy resources used by mankind are gradually drying up, the cost of their extraction is increasing, and irrational use is affecting the environment. The design and construction of energy-efficient buildings is one of the most important issues in the energy-saving policies of each developed country. The main areas for improving energy efficiency are the introduction of fundamentally new types of building structures, as well as the use of effective thermal insulation materials.

The purpose of this work is to consider the use of ceramic blocks, namely blocks POROTHERM, in the construction of low-rise and high-rise buildings.

After analyzing the properties of warm ceramics, after examining the experiments made with the thermal imager, we can conclude that today, warm porous ceramics are the best material for the construction of residential buildings. The speed of construction, the durability of structures, the healthy microclimate of the premises, the safety of living, the economy in operation – these are the main advantages of warm ceramics.

В последнее время все больше применяется технология возведения зданий различного назначения из керамики. Построенные сооружения различаются отличными эксплуатационными характеристиками и целостностью [1]. Нынешний рынок стройматериалов демонстрирует продукцию австрийского концерна Wienerberger, который производит поризованные керамические блоки POROTHERM, изготавливаемые из природной глины. Полученные блоки гарантируют теплоизоляцию, уменьшая затраты на отопление, различаются противопожарными свойствами, устойчивостью к деформации и нагрузкам. Данные блоки обладают высокой прочностью, а применять их можно для возведения не только малоэтажных, но и высотных зданий, что увеличивает область применения.

Пустотелые кирпичи, сделанные на основе пористой керамики, являются отличным материалом для возведения несущих наружных стен. При использовании таких кирпичей строительство получается очень экономичным и не нуждается в использовании огромного количества дополнительных материалов, что дает возможность экономить ресурсы. Блоки POROTHERM осуществляют не только несущую, но и теплосберегающую функцию. Данное свойство исключает возможность приобретения утеплительного материала. А с целью повышения качества теплоизоляции используются специальные теплосберегающие растворы. Пустотелый кирпич практически не впитывает влагу, что исключает возникновение плесени и грибков.

Блоки POROTHERM являются отличной заменой классическому кирпичу. Одно такое крупногабаритное изделие заменяет от 10 до 14 кирпичей, что дает возможность ускорить процесс монтажных работ. Применение блоков пазогребневого соединения также ускоряет процесс строительства. При использовании таких блоков вертикальные соединения заполнять не нужно, вследствие чего снижается расход кладочного раствора на 30%. Существенно снижается количество мостиков холода из-за наименьшего количества швов.

Повышенную энергоэффективность теплой керамики POROTHERM удастся добиться за счет многочисленных вертикальных пустот. Воздух, как известно, весьма неплохо сохраняет тепло, находясь в замкнутом пространстве. Основной поток тепла, проходя сквозь стену, идет по внутренним перегородкам пустот и по швам. Ясно, что чем длиннее путь по перегородкам, тем теплее камень. И при уменьшении растворных швов стена становится теплее. Помимо этого, существенна роль структуры и плотности самой керамики. При уменьшении плотности керамики тепло удаляется медленнее. Вес теплой керамики по объему варьируется в пределах 700-950 кг/м³ [2]. Для сравнения вес пустотелого кирпича 1000-1400 кг/м³ и 1600-2000 кг/м³ у полнотелого.

Помимо этого, значительную роль играют микропустоты, которые находятся в теле керамики, и образуемые от того, что в глину добавляют древесные опилки. Определенные производители вводят вместо опилок полистирольную крошку или гречичную шелуху. Эти компоненты целиком сгорают при обжиге блоков в печи, образуя замкнутые микропоры. Они также препятствуют непосредственному прохождению тепла сквозь стенки блока.

Теплая керамика обладает следующими свойствами:

Увеличенная пустотность (до 53%), для увеличения прохождения тепла по внутренним стенкам камней форма пустот определенным образом спроектирована.

Поризованная структура керамики при добавлении в сырье выгорающих мелкофракционных материалов (бумага, древесные опилки, полистирольная крошка и т.п.), выгорающие при обжиге с образованием внутри керамического тела микропоры.

Крупный формат теплой керамики, позволяющий сократить число растворных швов до 5-7% от всего объема кладки. Для сравнения с 25% швов у кладки из традиционного кирпича.

Из-за своих вышеперечисленных свойств теплая керамика, обладающая высоким коэффициентом сопротивления теплопередаче, не позволяет теплу покидать помещение довольно быстро [3]. Что свидетельствует ещё об одном существенном превосходстве керамики и «теплой» керамики в частности, как отличная тепловая инерция. Керамические стены аккумулируют тепло и небыстро его отдают. Такое качество теплой керамики не дает летнему жаркому солнцу раскалить дом на протяжении дня: нагрев осуществляется равномерно в течение длительного периода.

На нижеприведенных рисунках можно увидеть фотоизображения многоквартирных домов, произведенные при помощи тепловизора: особого устройства, который позволяет фиксировать



сировать тепловое излучение. Градиент температур на изображениях показан разными красками от красного (максимальная температура) к синему (минимальная температура).

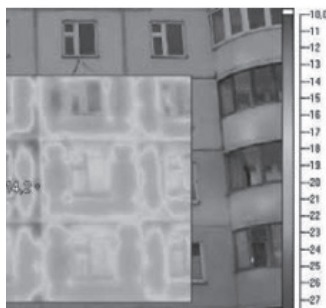


Рис. 1. Стандартный панельный дом

На первом рисунке представлен обычный дом из панелей. Согласно показаниям тепловизора стены дома с внешней стороны теплые, что свидетельствует о том, что энергия, которая расходуется на отопление, затрачивается в большей степени на «отопление» улицы.



Рис. 2. Дом из газобетона с дополнительной отделкой утеплителем

Здесь показаны «прорехи» тепла в местах стыка плит утеплителя и «светящиеся» анкера для утеплителя (рис. 2). В дальнейшем, по мере уменьшения толщины утеплителя, ситуация станет ещё хуже.



Рис. 3. Дом, построенный из блоков POROTHERM

Все тепло задерживается внутри дома, нет затрат на обогрев улицы, следовательно, значительная экономия по сравнению с менее энергоэффективными домами [4].

Стены из керамических блоков имеют высокие звукоизоляционные характеристики за счет имеющихся воздушных прослоек (рис. 3). Блоки различаются низкой теплопроводностью, позволяющей применять их для строительства энергоэффективных домов. Использование тёплой керамики POROTHERM дает возможность экономить на строительстве, затратах раствора, а далее – и на отоплении.

Литература

1. Горчаков Г.И. Строительные материалы: учебное пособие для высших учебных заведений/Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов; под общ. ред. Г.И. Горчакова. – Владимир: Союзполиграф-пром, 1986. – 686 с.
2. Бурмистров В.Н. Нормирование теплотехнических свойств керамических стеновых изделий //Строит, материалы. 1996. №4.
3. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Строительная наука – направления развития // Строит, материалы. 1998. №4.
4. Рекомендации концерна Wienerberger «Теплая керамика POROTHERM» [Электронный ресурс]; // URL: http://roofstore.ru/images/Kirpich/Porotherm/porotherm_2013.pdf.



**МОТОР-КОЛЕСО С СИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ И УЛУЧШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Афанасьев А. Ю., Каримов А. Р., Петров А. А.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

**MOTOR-WHEEL WITH SYNCHRONOUS MOTOR AND MAGNETIC GEAR
WITH MINIMUM WEIGHT**

Afanasiev A. Y., Karimov A. R., Petrov A. A.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

В данной работе рассматривается мотор-колесо с синхронным двигателем и магнитным редуктором. Цель работы заключается в улучшении энергетических характеристик при высокой надежности работы. Увеличение вращающего момента осуществляется введением чередующихся дисков статора и ротора, имеющих ферромагнитные и немагнитные сектора. Энергетические характеристики улучшены за счет отсутствия механических контактов в магнитном редукторе.

Annotation

In this paper, a motor-wheel with a synchronous motor and a magnetic gearbox is considered. The aim of the work is to improve the energy performance with high reliability of operation. The increase in the torque is realized by introducing alternating stator and rotor discs having ferromagnetic and nonmagnetic sectors. The energy characteristics are improved due to the absence of mechanical contacts in the magnetic gearbox.

Мотор-колесо представляет собой комплексный агрегат, в котором объединены непосредственно колесо транспортного средства, электродвигатель и редуктор [1-3]. Преимуществом таких агрегатов является отсутствие трансмиссии и автономная управляемость каждого колеса.

В современных мотор-колесах существуют проблемы обеспечения высокой надежности, упрощения конструкции, снижения неподрессоренной массы колеса, устранения механических контактов в редукторе.

Технический результат достигается тем, что в мотор-колесо, содержащее обод, полуось, насаженную на полуось автомобиля, электродвигатель, состоящий из закрепленного на полой оси статора с катушками обмотки, размещенными с фиксированным угловым расстоянием, ротор, соединенный с ободом колеса и подвижно закрепленный на подшипниках на оси, и датчики положения ротора, введены чередующиеся диски ротора и статора, состоящие из ферромагнитных и немагнитных элементов в виде секторов.

Пакет статора выполнен в виде двух колец из ленты электротехнической стали путем навивки, расположенных по торцам мотор-колеса, накладные зубцы с катушками установлены на торцевой поверхности кольца пакета статора, на другом кольце имеются клиновидные выступы, которые совместно с ферромагнитными элементами дисков статора, а также ферромагнитные элементы дисков ротора имеют свои одинаковые угловые размеры и положения, причем количества ферромагнитных элементов на диске статора z_c и на диске ротора z_p связаны равенством $z_p = z_c \pm 2p$, где p – число пар полюсов статора.

Ротор быстрого вращения в виде диска с $2p$ постоянными магнитами в виде секторов, намагниченными аксиально с чередующейся полярностью, установлен на валу с подшипником, причем толщина магнита $h_m = 2m\delta + \delta_d$, где δ – зазор между дисками, m – число

дисков ротора, δ_d – зазор между постоянным магнитом и зубцом, на полой оси мотор-колеса закреплен фланец статора с коническими отверстиями, число которых совпадает с числом конических стержней ступицы автомобиля, насаженной на полуось автомобиля с резьбой для крепления мотор-колеса с помощью винта и шайбы.

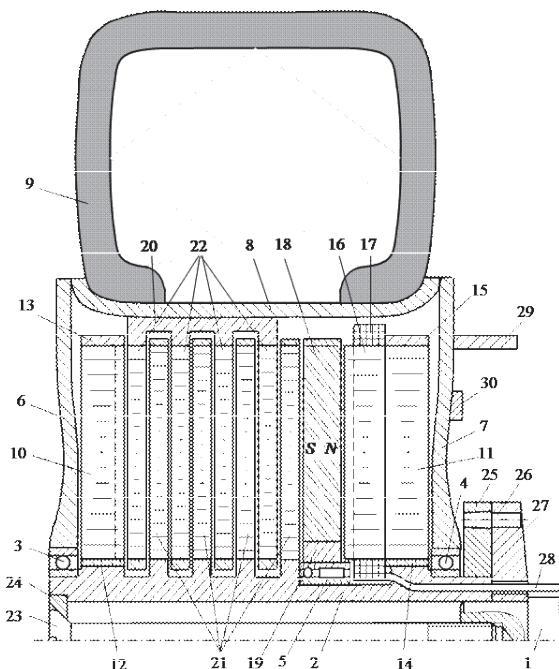


Рис. 1. Продольное сечение мотор-колеса

На рис. 1 представлено мотор-колесо, где 1 – полуось автомобиля; 2 – полая ось; 3-5 – подшипники; 6, 7 – диски колеса; 8 – обод колеса; 9 – шина; 10, 11 – магнитопроводы; 12-15 – кольца; 16 – зубец; 17 – катушка; 18 – постоянный магнит; 19 – втулка ротора быстрого вращения; 20 – втулка ротора медленного вращения; 21 – диски статора; 22 – диски ротора медленного вращения; 23 – винт; 24 – шайба; 25 – фланец статора; 26 – стержень; 27 – ступица; 28 – жгут; 29 – тормозной барабан; 30 – ферромагнитный элемент датчика положения ротора.

Диски 6, 7 колеса связаны с ободом 8 колеса, на который надета шина 9, и установлены на подшипники 3, 4, опирающиеся на полую ось 2. Магнитопроводы 10, 11 установлены на полую ось 2. Магнитопровод 11 имеет зубцы 16 с катушками 17. Четыре постоянных магнита 18 установлены на втулке 19 ротора быстрого вращения. Ротор быстрого вращения установлен на подшипнике 5, который опирается на полую ось 2. Подшипник 5 имеет большую ширину и является радиально-упорным для обеспечения требуемого положения ротора быстрого вращения. На полой оси 2 установлены диски 21 статора. С ободом 8 связана втулка 20 ротора медленного вращения, на которой установлены диски 22 ротора медленного вращения, чередующиеся с дисками 21 статора.

На полую ось 2 насажен фланец 25 статора, имеющий конические отверстия, количество и форма которых повторяют количество и форму стержней 26, выступающих из ступицы 27, насаженной на неподвижную полуось 1 автомобиля. На диске 7 колеса установлен тормозной барабан 29 и ферромагнитные элементы 30 датчиков положения ротора.



Ротор быстрого вращения имеет четыре постоянных магнита 18 из высококоэрцитивного магнитотвердого материала, имеющие вид секторов (на рис. 2 показаны закрашенными), и немагнитные сектора (на рис. 2 не закрашены).

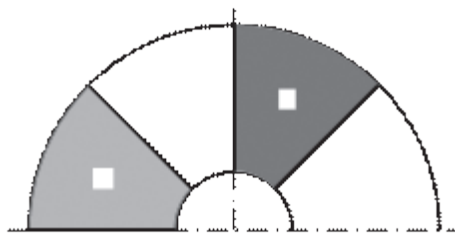


Рис. 2. Ротор быстрого вращения

Диски 21 статора и 22 ротора имеют ферромагнитные элементы, расположенные равномерно, и немагнитные элементы. Количество магнитных элементов дисков статора и ротора, приходящихся на один полюс, отличаются на единицу.

Зубцы 16 имеют вид секторов из электротехнической стали и содержат коронки (показаны на рис. 3 слева). Они установлены на магнитопроводе 11 статора. Магнитопроводы 10, 11 ограничены кольцами 12-15. Катушки, расположенные диаметрально, соединены последовательно встречно и образуют три фазы обмотки статора А, В и С.

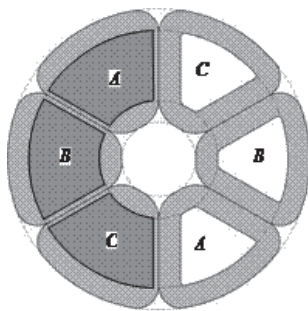


Рис. 3. Зубцы с коронками и катушками

Мотор-колесо работает следующим образом. При подаче на обмотку статора трехфазной системы напряжений возникает вращающееся магнитное поле с четырьмя полюсами. Оно увлекает за собой ротор быстрого вращения. Вместе с ним вращаются области большой магнитной индукции в дисках статора и ротора медленного вращения. В результате ротор медленного вращения поворачиваются так, что места совпадения положений ферромагнитных элементов дисков статора и соответствующих ферромагнитных элементов дисков ротора медленного вращения находятся в зонах максимума модуля магнитной индукции при холостом ходе.

Наличие нескольких дисков статора и ротора вызывает многократную деформацию магнитного поля в зоне дисков, что увеличивает развиваемый момент и позволяет улучшить массогабаритные показатели.

На торцевой поверхности магнитопровода 11 статора, обращенной к активной зоне, имеются клиновидные выступы в виде секторов, повторяющие по форме и количеству ферромагнитные элементы дисков статора, что увеличивает развиваемый момент.

Ферромагнитные элементы дисков статора и ротора медленного вращения выполнены из электротехнической стали шихтованными для уменьшения потерь в стали на вихревые токи, поскольку в процессе работы магнитная индукция в секторах изменяется.

Передача момента от ротора быстрого вращения к ротору медленного вращения является упругой – через магнитное поле. При увеличении момента нагрузки на валу медленного вращения он отстает на некоторый угол от положения, соответствующего холостому ходу.

Мотор-колесо не имеет механических контактов между подвижными активными частями, бесшумно в работе, имеет большой срок службы, определяемый подшипниками, допускает ударные нагрузки, так как связь между роторами и статором осуществляется через магнитное поле.

При линейной кривой размагничивания максимальная энергия постоянного магнита достигается при условии равенства магнитных сопротивлений постоянного магнита и нагрузки, которой являются зазоры между дисками статора и ротора медленного вращения. Это равенство выполняется, если толщина магнита равна сумме длин зазоров между дисками, т. е. при выполнении равенства

$$h_m = 2m\delta + \delta_{\partial}$$

где δ – зазор между дисками, m – число дисков ротора, δ_{∂} – зазор между постоянным магнитом и зубцом. За счет этого заявленное мотор-колесо имеет повышенные энергетические показатели.

Таким образом, в результате введения ротора быстрого вращения в виде диска с постоянными магнитами, чередующихся дисков ротора и статора, состоящих из ферромагнитных и немагнитных элементов в виде секторов, выполнения пакета статора в виде двух колец с накладными зубцами с катушками, выполнения на втором кольце клиновидных выступов, которые совместно с ферромагнитными элементами дисков статора, а также ферромагнитные элементы дисков ротора имеют свои одинаковые угловые размеры и положения, получено мотор-колесо с повышенным вращающим моментом, с улучшенными энергетическими показателями, с простой технологичной конструкцией, допускающей большие скорости вращения и надежную работу.

Литература

1. Макаров Ю.В., Черепанов В.Д. Мотор-колесо. Патент России 2334626, МПК В60К 7/00, 2008.09.27.
2. Шкондин В.В., Молчанов К.В. Мотор-колесо. Патент России 2035114, МПК H02K 23/00, В60К 7/00, БИ 13, 1995.05.10.
3. Афанасьев А.Ю., Макаров А.В., Березов Н.А. Синхронный электродвигатель с магнитной редукцией. Патент РФ № 2604058, МПК H02K 16/02, H02K 19/24, H02K 19/06 опубл. 2016.12.10, Бюл. № 34.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ

Лаптева Е. А., Коробова К. И.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

EFFICIENCY OF WATER PURIFICATION FROM DISSOLVED GASES

Lapteva E. A., Korobova K. I.,

Kazan state power engineering University, Kazan

Аннотация

Рассмотрен способ повышения эффективности термических деаэраторов и декарбонизаторов ТЭС, который заключается в монтаже в входной трубопровод подачи воды массообменного турбулентного устройства с элементами интенсификации, например хаотичной мелкой насадкой. Перед входом в слой насадки в воду подается воздух (декарбонизация) или водяной пар (деаэрация). Хаотичная насадка обеспечивает интенсивный турбулентный режим взаимодействия воздуха (пара) с водой и дробление на мелкие пузырьки. За счет этого значительно повышается удельная поверхность контакта фаз и обеспечивается высокая эффективность массопередачи (извлечения растворенных газов).

Annotation

The method of increasing the efficiency of thermal deaerators and decarbonizers TPP, which is to install in the inlet water supply pipeline mass-exchange turbulent device with intensification elements, such as chaotic fine nozzle. Before entering the nozzle layer, air (decarbonization) or water vapor (deaeration) is fed into the water. Chaotic nozzle provides intensive turbulent mode of interaction of air (steam) with water and crushing into small bubbles. This significantly increases the specific contact surface of the phases and ensures high efficiency of mass transfer (extraction of dissolved gases).

Введение

Вода, используемая на ТЭС, проходит процессы водоподготовки, куда входят аппараты удаления растворенных газов. В первую очередь такими газами являются коррозионно-активные – кислород O_2 и диоксид углерода CO_2 . Все известные способы удаления из воды растворенных газов основаны на двух принципах: десорбции и химического связывания с превращением газов в иные безвредные вещества [1]. Наибольшее применение на ТЭС находят термические деаэраторы и декарбонизаторы, где проходят процессы массопередачи (десорбция). Как, известно, массопередача происходит до достижения состояния равновесия, которое зависит от температуры, давления и концентрации компонентов в обеих фазах. Применяются различные конструктивные исполнения деаэраторов и декарбонизаторов, основная цель которых заключается в создании развитой поверхности контакта фаз для извлечения растворенных газов. При этом должны обеспечиваться компактность и небольшая металлоемкость аппаратов и экономичность работы. В данной статье предлагаются техническое решение (первая ступень очистки) и математическая модель для повышения эффективности извлечения растворенных газов из воды, которое можно использовать практически для всех конструкций деаэраторов и декарбонизаторов (пленочных, барботажных, комбинированных).

Техническое решение по модернизации

Задача изобретения [2] – повысить эффективность очистки воды от растворенных газов, находящихся в природной воде в виде примесей, образующимся в результате процессов во-

доподготовки или термического воздействия, а так же поступающие в вакуумную часть циклов ТЭС с присосами воздуха [1]. Конструкция изобретения представляет собой декарбонизатор и статический проточный массообменный смеситель, который производит первичную очистку воды от агрессивных газов (рис. 1).

На рис. 2. дан общий вид смесителя, а на рис. 3. один из вариантов насадки [3].

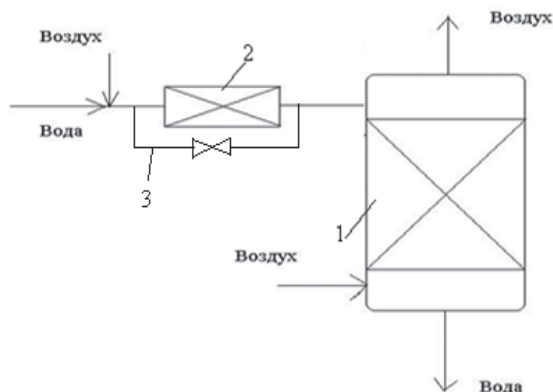


Рис. 1 Схема модернизации установки очистки воды от растворенных газов;
1-декарбонизатор или деаэраатор; 2- проточный массообменный смеситель; 3 – байпасная линия.

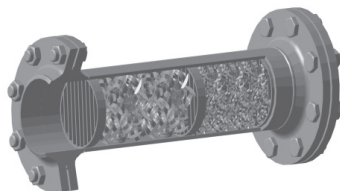


Рис. 2. Статический смеситель с неупорядоченной насадкой



Рис. 3. Вид насадочного элемента

В трубопровод подаваемой воды вводится воздух, и далее газожидкостная смесь поступает в массообменный проточный смеситель –2, где производится первичная очистка воды от свободной углекислоты. Далее смесь поступает в верхнюю часть основного декарбонизатора –1, где в верхней части происходит сепарация воды и воздуха. Декарбонизатор –1 представляющий себя колонну, заполненную насадкой, что увеличивает поверхность контакта воды и воздуха. Воздух, нагнетаемый вентилятором, движется в насадке навстречу потоку воды и затем вместе с выделившимся CO_2 выводится через верхний патрубок [3].



Литература

1. Копылов А. С., Лавыгин В. М., Очков В. Ф. Водоподготовка в энергетике: учебное пособие для вузов. 2-е изд. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. 309 с.
2. Патент № 155710 Россия, МПК C02F 1/20 № 2015104200/05 заяв. 09.02.2015 опубл. 20.10.2015. Бюл. № 29 Установка для декарбонизации воды Лаптева Е. А., Лаптев А. Г., Амирханова Г. Р.
3. Каган А. М., Лаптев А. Г., Пушнов А. С., Фарахов М. И. Контактные насадки промышленных теплообменников аппаратов. Под ред. А. Г. Лаптева. Казань: Отечество, 2013. 454 с.

**АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ СЖИГАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА ПЕРЕМЕННОГО
СОСТАВА В ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

*Сайфуллин Э. Р., Назарычев С. А., Малахов А. О., Ларионов В. М.,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань*

**ALGORITHM FOR OPTIMIZING THE COMBUSTION PROCESS OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS
IN THERMAL POWER PLANTS**

*Saifullin E. R., Nazarychev S. A., Malahov A. O., Larionov V. M.,
Kazan Federal University, Kazan*

Аннотация

В современной энергетике существует проблема рационального и эффективного использования попутного нефтяного газа и отходов нефтехимических производств. Состав этих видов топлива, ввиду специфики их производств, непостоянен во времени. Данные изменения приводят к нарушению оптимального режима горения в тепловых энергетических установках. В данной работе представлен алгоритм оптимизации горения углеводородного топлива переменного состава, основанный на регулировании расходов топлива и воздуха в зависимости от выходной температуры теплоносителя.

Annotation

In modern power engineering there is a problem of rational and effective use of associated petroleum gas and oil refinery waste. The composition of these fuels, in view of the specifics of their production, is not constant in time. These changes lead to the violation of the combustion optimal mode in thermal power plants. This article presents the algorithm of combustion optimization of hydrocarbon fuels variable composition, based on the regulation of fuel and air consumption, depending on the outlet temperature of the heat carrier.

В настоящее время, одной из острых и неразрешённых проблем в нефтегазовом и энергетическом секторе в Республике Татарстан является проблема утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ). За частую утилизация ПНГ осуществляется факельным способом, что негативно сказывается на экологии. Наиболее эффективным и рациональным методом утилизации ПНГ является их сжигание в тепловых энергетических установках, например котельных агрегатах и газотурбинных установках, что позволит сократить потребление традиционных видов топлива и решить проблему утилизации ПНГ. Актуальность сжигания подтверждает Постановление Правительства РФ от 08.01.2009 N 7 [1], в котором заложено требование по доведению уровня утилизации ПНГ на факельных установках не выше 5%.

Сжигание ПНГ в тепловых энергетических установках, имеет ряд проблем, ввиду непостоянства состава топлива, что может приводить к изменению теплотехнических характеристик топлива, таких как удельная теплота сгорания, температура горения, скорость горения, состав продуктов сгорания и др. Эти изменения негативно сказываются на работе тепловой энергетической установки.

В Татарстане расположены крупные нефтегазохимические предприятия, перед которыми стоит задача, утилизации данных отходов. На Нижнекамской ТЭЦ-1 планируется использование в качестве топлива газообразные отходы предприятия АО «ТАНЕКО». Газообразные отходы будут подавать вместе с природным газом в энергетический котел.

Главной задачей оптимизации сжигания таких топлив является обеспечение полного сгорания топлива и заданной тепловой мощности теплоэнергетической установки при изменении состава топлива.



Существуют различные способы оптимизации горения топлива в теплоэнергетических установках: основанные на расчете термического КПД, на контроле состава уходящих газов, на измерении температуры факела.

Имеющиеся способы оптимизации горения не позволяют оперативно реагировать на случайные изменения состава топлива или требуют его непрерывного анализа, анализа продуктов сгорания и разработки сложных автоматизированных систем управления.

Цель данной работы – разработка алгоритма оптимизации процесса горения топлива переменного состава в тепловых энергетических установках.

В настоящее время теплоэнергетические установки, в частности паровые и водогрейные котлы, работают исходя из «режимной карты», которая составляется на определенную теплоэнергетическую установку с установленной удельной теплотой сгорания топлива. Котельные не оснащены приборами непрерывного анализа состава топлива, поэтому изменения состава топлива приводят к нарушению оптимального режима работы действующих котлов.

Полагая, что теплоэнергетическая установка работает в оптимальном режиме горения топливосжигающее устройство переключается на регулирование согласно автоматизированной системе оптимизации процесса горения (Рис. 1) в случае изменения удельной теплоты сгорания топлива [2,3].

В ходе работы теплоэнергетического устройства могут быть следующие случаи:

Случай 1. Уменьшение УТС топлива.

Случай 2. Увеличение УТС топлива.

Случай 3. УТС топлива постоянна.

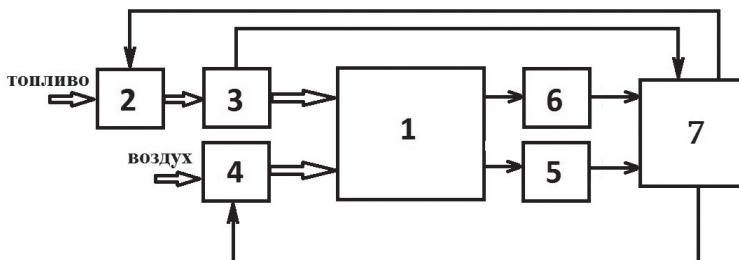


Рис. 1. Принципиальная блок-схема автоматизированной системы оптимизации процесса горения. 1 – топливосжигающее устройство с теплообменным аппаратом, 2 – устройство автоматической регулировки расхода топлива, 3 – расходомер топлива, 4 – устройство автоматической регулировки расхода воздуха, 5 – датчик температуры теплоносителя на входе теплообменника, 6 – датчик температуры теплоносителя на выходе теплообменника, 7 – компьютер

Показания датчика температуры теплоносителя на выходе теплообменника, непрерывно поступают в компьютер, где производится сравнение текущей выходной температуры теплоносителя с заданным потребителем значением.

Уменьшение выходной температуры теплоносителя при постоянном расходе топлива и воздуха означает снижение удельной теплоты сгорания топлива (Случай 1). Когда выходная температура теплоносителя снижается на определенную величину, превышающую точность измерения этой температуры, компьютер подает устройству автоматической регулировки расхода топлива команду на плавное увеличение расхода топлива в возрастающем с течением времени темпе. Когда темп увеличения расхода топлива превышает темп снижения удельной теплоты сгорания, начинается рост выходной температуры теплоносителя, что фиксируется датчиком температуры теплоносителя на выходе. Со временем выходная

температура теплоносителя достигает заданного потребителем значения. Компьютер сигнализирует о прекращении увеличения расхода топлива. Расход топлива стабилизируют при продолжающемся снижении удельной теплоты сгорания. Если датчик температуры вновь фиксирует снижение температуры теплоносителя на заданную контрольную величину, компьютер сигнализирует на повторное увеличение расхода топлива в возрастающем с течением времени темпе. В результате регистрируемая датчиком температуры теплоносителя на выходе теплообменника выходная температура теплоносителя принимает значения, достаточно близкие к заданному начальному значению. Такой процесс синхронизации увеличения расхода топлива с уменьшением удельной теплоты сгорания осуществляют в течение всего времени снижения удельной теплоты сгорания топлива.

Если в период постоянства расхода топлива регистрируемое датчиком температуры теплоносителя на выходе теплообменника текущее значение выходной температуры теплоносителя не опускается до контрольного значения, значит, снижение удельной теплоты сгорания топлива завершилось. Получив такую информацию, компьютер и управляемые им устройство автоматической регулировки подачи топлива и воздуха, осуществляют действия, соответствующие завершающему этапу оптимизации процесса горения (Алгоритм оптимизации начального режима). В зависимости от величины текущего отклонения выходной температуры теплоносителя от заданного значения, компьютер вычисляет на сколько необходимо изменить расходы топлива и воздуха, чтобы уменьшить текущее отклонение выходной температуры теплоносителя. Процесс оптимизации завершают, когда выходная температура теплоносителя приняла начальное заданное значение при минимально возможном расходе топлива.

Если после оптимизации начального режима горения датчик температуры теплоносителя на выходе теплообменника регистрирует постоянство выходной температуры теплоносителя, то для компьютера эта информация – не однозначна. Поэтому компьютер подает команду сократить расход топлива на заданную величину, в течение одной минуты. Если датчик температуры теплоносителя на выходе теплообменника фиксирует уменьшение температуры теплоносителя на выходе теплообменника, то по команде компьютера устройство автоматической регулировки подачи топлива, возвращает предыдущее значение расхода топлива, восстанавливая оптимальный процесс сжигания топлива с постоянной теплотой сгорания (Пример 3). Такой процесс контроля оптимальности процесса сжигания топлива в автоматическом режиме периодически выполняют в течение заданного контрольного промежутка времени.

Если после контрольного снижения расхода топлива при постоянной подаче воздуха датчик температуры теплоносителя на выходе теплообменника не фиксирует снижение выходной температуры теплоносителя, то компьютер получив от датчика температуры теплоносителя на выходе теплообменника такую информацию, идентифицирует её, как начало повышения удельной теплоты сгорания топлива (Пример 2). Для устранения нарастающего недожога компьютер подает устройству автоматической регулировки подачи топлива команду на непрерывное уменьшение расхода топлива в возрастающем с течением времени темпе. Устройство регулировки подачи воздуха, расход воздуха сохраняет неизменной. С течением времени темп сокращения расхода топлива превышает темп повышения удельной теплоты сгорания и фиксируемая датчиком температуры теплоносителя на выходе теплообменника, температура теплоносителя на выходе теплообменника начинает уменьшаться. Когда температура теплоносителя снизится до заданного контрольного значения по команде компьютера устройство автоматической регулировки подачи топлива прекращает снижение расхода топлива.



Из-за продолжающегося увеличения удельной теплоты сгорания топлива температура теплоносителя на выходе теплообменника повысится до заданного потребителем значения, что фиксируется датчиком температуры теплоносителя на выходе теплообменника и сообщается компьютеру. По команде компьютера устройство автоматической регулировки подачи топлива начинает повторно снижать расход топлива в возрастающем с течением времени темпе. Таким образом, осуществляется синхронизация темпа снижения расхода топлива с темпом повышения удельной теплоты сгорания в течение всего времени изменения удельной теплоты сгорания.

Если в период постоянства расхода топлива и воздуха текущее значение температуры на выходе теплообменника в течение заданного промежутка времени не достигает заданной (потребителем) величины, это означает, что рост удельной теплоты сгорания топлива завершился. Получив от датчика температуры теплоносителя на выходе теплообменника, такой сигнал, компьютер осуществляет завершающий этап оптимизации процесса сжигания топлива путем взаимосвязанных изменений расходов топлива и воздуха (Алгоритм оптимизации начального режима). Процесс оптимизации завершают, когда от датчика температуры теплоносителя на выходе теплообменника, и расходомера топлива в компьютер поступает информация о том, что выходная температура теплоносителя приняла начальное заданное значение при минимально возможном расходе топлива.

Процесс оптимизации осуществляют непрерывно в течение всего времени эксплуатации топливосжигающего устройства, причем – без вмешательства персонала котельной и без влияния субъективных факторов, при любых непредвиденных изменениях свойств топлива и воздуха.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 08.01.2009 N 7 (ред. от 08.11.2012) «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».
2. Saifullin E. R. Optimization of hydrocarbon fuels combustion variable composition in thermal power plants/E. R. Saifullin, V. M. Larionov, A. V. Busarov, V. V. Busarov // Journal of Physics: Conference Series, 2016, 669 (1), 012037.
3. Saifullin E. R., Thermal effect of hydrocarbon fuels combustion after a sudden change in the specific calorific value/E. R. Saifullin, V. M. Larionov, A. V. Busarov, V. V. Busarov // Journal of Physics: Conference Series, 2016, 669 (1), 012043.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ В НЕОТАПЛИВАЕМЫХ ПОДВАЛАХ**

Залялова А. Р., Салахова А. Ф., Чернышова В. А., Ахмерова Г. М.,
*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY PIPING INSULATION HOT WATER PIPES IN UNHEATED
BASEMENTS**

Zalyalova A. R., Salakhova A. F., Chernyshova V. A., Akhmerova G. M.,
Kazan State Architectural and Construction University, Kazan

Аннотация

Тепловая изоляция используется для новых и реконструируемых систем отопления, водоснабжения, вентиляции и канализации. Тепловые потери участков с нарушенной или отсутствующей тепловой изоляцией значительно превышают нормативные и поэтому меры по её восстановлению являются первоочередными. В статье рассматривается возможность применения теплоизоляции ThermaEco для трубопроводов системы горячего водоснабжения в неотапливаемых подвалах, рассчитывается экономическая эффективность и срок окупаемости.

Annotation

Thermal insulation is used for new and reconstructed systems of heating, water supply, ventilation and Sewerage. Heat loss areas with disturbed or missing thermal insulation significantly exceeds the standard and therefore measures for its restoration are a priority. The article discusses the possibility of using ThermaEco thermal insulation for pipelines of hot water supply system in unheated basements, calculates the economic efficiency and payback period.

Одной из наиболее острых проблем развития топливно-энергетического комплекса России является проблема энергосбережения. От её успешного решения во многом зависит жизнеспособность экономики страны. В сфере теплоснабжения активно разрабатываются энергосберегающие мероприятия, одним из которых является устройство теплоизоляции трубопроводов тепловых сетей. Цель данного исследования – оценка экономической эффективности от реализованных мероприятий по энергосбережению на примере теплоизоляции трубопроводов системы горячего водоснабжения в неотапливаемых подвалах.

Применение тепловой изоляции обуславливается суровым российским климатом при прокладке трубопроводов отопления и горячего водоснабжения в неотапливаемых подвальных помещениях, поскольку цилиндрическая форма труб предопределяет значительную площадь постоянного теплообмена с окружающей средой, а значит – большие тепловые потери, которые увеличиваются по мере повышения диаметров трубопроводов. Данное мероприятие является наиболее экономически целесообразным, нежели создание устойчивых к зимним холодам подвалов.

В некоторых зданиях состояние тепловой изоляции трубопроводов находится в неудовлетворительном состоянии или вообще отсутствует. Тепловые потери участков с нарушенной или отсутствующей тепловой изоляцией значительно превышают нормативные и поэтому меры по её восстановлению являются первоочередными. Качественная теплоизоляция позволяет обеспечить заданную температуру на поверхности изоляционного слоя, что приводит к снижению тепловыделений в помещении, а также соблюдение санитарно-гигиенических требований. Согласно нормам [2] температура внешней изоляционной поверхности тру-



бопроводов, расположенных в помещениях и имеющих температуру теплоносителя до 100°C, не должна быть выше 35 °С, а если температура теплоносителя больше 100°C – не более 45°C.

Рассмотрим возможность применения теплоизоляции ThermaEco для трубопроводов системы горячего водоснабжения в неотапливаемых подвалах. Универсальная трубная изоляция ThermaEco фирмы THERMAFLEX представляет собой гибкие трубки с продольным надрезом, отрезками по 2 метра, состоящие из вспененного полиэтилена с закрытой ячеистой структурой (рис. 1). ThermaEco – экологически чистый безопасный материал, гибкий, простой и легкий в монтаже, не требует средств персональной защиты, эффективно снижает тепловые потери и структурные шумы, защищает поверхность оборудования от коррозии и конденсата, препятствует замерзанию теплоносителя. При небольших диаметрах труб изоляция легко устанавливается на дуги и колена без дополнительных надрезов. В основе изоляции используется в основном отечественное сырье, что позволило сделать ее более доступной для широкого применения. Размерный ряд составлен в соответствии с наиболее распространенными диаметрами стальных, медных и пластиковых труб и полностью отвечает запросам потребителей [3].



Рис. 1 Трубная изоляция ThermaEco

Данная тепловая изоляция обладает следующими свойствами:

- низкая теплопроводность позволяет сократить толщину теплоизоляционного слоя;
- низкая сорбционная влажность и увлажнение позволяют гарантировать стабильную и качественную работу изолированных труб благодаря сохранению начальной теплопроводности;
- низкое значение водопоглощения защищает наружную поверхность трубопровода от попадания влаги;
- удовлетворяет требованиям санитарной безопасности, т.е. не выделяет в окружающую среду пыль и волокна, вредные вещества и газы;
- строгое соответствие требованиям пожарной безопасности, а именно не поддерживает горение, при возгорании самостоятельно затухает, не является источником пламени, под воздействием огня не выделяет веществ, опасных для здоровья, характеризуется низким дымообразованием;
- коррозионная безопасность обеспечивается отсутствием в составе теплоизоляции коррозионно-активных веществ или газов;
- высокая биологическая и химическая стойкость характеризуется устойчивостью к большинству кислот, щелочей и спиртам, бензину, бензолу, минеральным и органическим

маслам и эфирам, а также способностью противостоять разрушающему действию различных бактерий и грибов, обычно развивающихся в теплой и влажной среде;

- долговечность, критерием которой служит продолжительность эксплуатационного периода, в течение которого тепловой поток через изоляцию не превышает нормативного значения или не изменяются другие заданные при проектировании характеристики;
- высокая технологичность монтажа позволяет с минимальными затратами устанавливать изделия в труднодоступных местах и использовать их на сложных криволинейных поверхностях;
- экологическая безопасность.

В рамках исследования был рассмотрен стальной трубопровод с внутренним диаметром $d=50$ мм с толщиной стенки $\delta=3$ мм, длиной $L=6,4$ м, размещённый в подвале здания. Температура теплоносителя $t_{внут}=65$ °С. Среднегодовая температура окружающей среды $t_{нар}=4,2$ °С. Длительность рассматриваемого периода составляет 1 год, 350 суток или 8400 часов. Толщина изоляции Термафлекс ThermaECO E-60 $\delta_{из}=9$ мм, теплопроводность изоляции $\lambda_{из}=0,041$ Вт/м·К.

Температура на поверхности трубы практически не отличается от температуры протекающего теплоносителя, поэтому для упрощения принимается равной $t_{нов}=65$ °С.

Передача тепла от горячего теплоносителя в окружающую среду для неизолированного трубопровода осуществляется посредством трёх механизмов: теплопроводности через цилиндрическую стенку трубопровода, конвекции и излучения с наружной поверхности трубопровода.

Лучистый коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha_{луч} = \frac{\varepsilon_{п} \cdot C_0 \cdot \left(\left(\frac{t_{пов} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{нар} + 273}{100} \right)^4 \right)}{t_{пов} - t_{нар}} = \frac{0,9 \cdot 5,67 \cdot \left(\left(\frac{65 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{4,2 + 273}{100} \right)^4 \right)}{65 - 4,2} = 5,9988 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

где $C_0=5,67$ Вт/м²·К⁴ – коэффициент излучения абсолютно черного тела;

$\varepsilon_{п}$ – степень черноты (для оголённого участка трубопровода $\varepsilon_{п}=0,9$);

$t_{пов}$, °С – температура поверхности трубы;

$t_{нар}$, °С – температура окружающей среды.

Конвективный коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha_{конв} = 10 + 6 \cdot \sqrt{w} = 10 + 6 \cdot \sqrt{0} = 10 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

где w – скорость ветра, $w=0$ м/с – т.к. трубопровод находится в помещении.

Полный коэффициент теплоотдачи равен

$$\alpha_{н} = \alpha_{конв} + \alpha_{луч} = 10 + 5,9988 = 15,9988 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Определяем тепловой поток:

$$Q = \frac{p}{\frac{\ln \left(\frac{d + 2 \cdot \delta}{d} \right)}{2 \cdot \lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_{н} \cdot (d + 2 \cdot \delta)}} = \frac{3,1416 \cdot (65 - 4,2) \cdot 6,4}{\frac{\ln \left(\frac{0,05 + 2 \cdot 0,003}{0,05} \right)}{2 \cdot 50} + \frac{1}{15,9988 \cdot (0,05 + 2 \cdot 0,003)}} = 1,094 \text{ кВт}$$

где $\lambda_{ст}=50$ Вт/м·°С – теплопроводность стали.



Теплопотери трубы с изоляцией:

$$Q_{\text{изол}} = \frac{\pi \cdot (t_{\text{пов}} - t_{\text{нар}}) \cdot L}{\ln\left(\frac{d + 2 \cdot \delta}{d}\right) + \ln\left(\frac{d + 2 \cdot \delta + 2 \cdot \delta_{\text{из}}}{d + 2 \cdot \delta}\right) + \frac{1}{\alpha_n \cdot (d + 2 \cdot \delta + 2 \cdot \delta_{\text{из}})}} =$$

$$= \frac{3,1416 \cdot (65 - 4,2) \cdot 6,4}{\ln\left(\frac{0,05 + 2 \cdot 0,003}{0,05}\right) + \ln\left(\frac{0,05 + 2 \cdot 0,003 + 2 \cdot 0,009}{0,05 + 2 \cdot 0,003}\right) + \frac{1}{15,99988 \cdot (0,05 + 2 \cdot 0,003 + 2 \cdot 0,009)}} = 0,0288 \text{ кВт}$$

Оценим годовую экономию теплоты при наложении тепловой изоляции на участок данного трубопровода:

$$\Delta Q = m \cdot C \cdot (Q - Q_{\text{изол}}) = 8400 \cdot 0,86 \cdot 10^{-3} \cdot (1,094 - 0,288) = 5,823 \text{ Гкал}$$

где С – коэффициент перевода кВт·час в Гкал и равен $0,86 \cdot 10^{-3}$.

Годовая экономия в денежном выражении:

$$\Delta \text{Э} = \Delta Q \cdot T_{\text{тэ}} = 5,823 \cdot 1647,1 = 9591,1 \text{ руб}$$

где $T_{\text{тэ}} = 1647,1$ руб/Гкал – тариф на тепловую энергию.

Таблица 1. Объем инвестиций

Расходы	Цена	Количество	Стоимость, руб
Материал Термафлекс изоляция ThermaECO E-60	63,25 руб/п. м	6,4 м	404,8
Клей ThermaECO банка 0,5 л	507,03 руб/банка	1	507,03
Монтаж теплоизоляционного материала	100 руб/п. м	6,4 м	640
		Итого	1551,83

Объем инвестиций (табл. 1.) в данное мероприятие составляет 1551,83 руб. Таким образом, срок окупаемости мероприятия:

$$T = \frac{K}{\Delta \text{Э}} = \frac{1551,83}{9591,1} = 2 \text{ месяца}$$

Литература

1. Бухмиров В.В., Нурахов Н.Н., Косарев П.Г., Фролов В.В., Пророкова М.В. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий – Томск: ИД ТГУ, 2014. – 96 с.
2. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов – М.: Госстрой России, 2001. – 61 с.
3. Эффективная теплоизоляция и трубы. Thermaflex [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://thermaflex.com/>. Дата обращения: 21.02.18.
4. Ахмерова Г.М. Теплоизоляционные материалы, применяемые для трубопроводов тепловых сетей и методы их расчёта: Учебно-методическое пособие: – Казань: КГАСУ, 2017-111с.
5. Мардигаллямов Р.С., Толуева Д.С., Ахмерова Г.М. Возможность применения теплоизоляции ThermaEco для труб системы отопления в индивидуальном тепловом пункте. Тенденции развития науки и образования. Научный журнал, №33, часть 1, 2017, с. 21-22.

АНАЛИЗ ТРЕХФАЗНОЙ ОБМОТКИ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Афанасьев А. Ю., Петров А. А., Каримов А. Р.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им.
А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

ANALYSIS OF A THREE-PHASE WINDING OF A DOUBLE FEED

Afanasiev A. Y., Petrov A. A., Karimov A. R.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

Объект исследования – обмотка двойного питания типа «Славянка». Цель работы – анализ эффективности обмотки двойного питания по сравнению с традиционной двухслойной обмоткой при двадцати четырёх пазах статора по амплитуде первой пространственной гармоники магнитодвижущей силы (МДС) в зазоре и по составу ее высших пространственных гармоник. В процессе работы использовались модели классической двухслойной обмотки и обмотки двойного питания, аналитические и численные методы расчета. Проведено сравнение параметров обмоток, найдены коэффициенты увеличения первых гармоник МДС и момента асинхронного двигателя.

Annotation

The object of investigation is a double-feed winding of the «Slavyanka» type. The purpose of this paper is to analyze the efficiency of a double-feed winding in comparison with a traditional two-layer winding with twenty-four stator grooves in terms of the amplitude of the first spatial harmonic of the magneto-motive force (MMF) in the gap and the composition of its higher spatial harmonics. In the process of work we used models of the classical double-layer winding and double-feed winding, analytical and numerical methods of calculation. The parameters of the windings are compared, the coefficients of increasing the first harmonics of the MMF and the torque of the induction motor are found.

Введение

В последнее время появился ряд сообщений, связанных с обмоткой двойного питания типа «Славянка». Возможно, в скором времени эта обмотка заменит стандартную обмотку в двигателях переменного тока. «Славянка» имеет ряд преимуществ, к примеру, ООО «АРЭС» представляет следующие характеристики для асинхронного двигателя:

1. Более высокий пусковой момент на 35 %;
2. Меньшие пусковые токи на 35 %;
3. Большой минимальный момент на 35 %;
4. Большой максимальный момент на 20 %;
5. КПД и $\cos\phi$, близкий к номинальному в диапазоне нагрузок от 25 до 150%; [1].

В настоящем докладе проводится анализ обмотки машины переменного тока, состоящей из двух полуобмоток, одна из которых соединена в звезду, а вторая – в треугольник. Обмотка расположена в 24 пазах со сдвигом между полуобмотками на два паза, т. е. на 30°. Такая обмотка сравнивается с классической двухслойной обмоткой с укороченным шагом по амплитуде первой пространственной гармоники магнитодвижущей силы (МДС) и по составу высших пространственных гармоник. Даются количественные оценки преимущества первой обмотки.



Сравнение двух обмоток переменного тока

Проведем сравнение двух обмоток машины переменного тока, имеющей 24 паза на статоре. Первая обмотка является классической трехфазной двухслойной обмоткой с укороченным шагом (10 пазов).

Вторая обмотка – обмотка двойного питания с полуобмоткой A, B, C , соединенной в звезду, и с полуобмоткой D, E, F , соединенной в треугольник. Полуобмотки A, B, C и D, E, F имеют укороченный шаг (11 пазов) и сдвинуты в пространстве на два паза или на 30° . Схема включения и векторная диаграмма напряжений обмотки двойного питания показаны на рисунке 1.

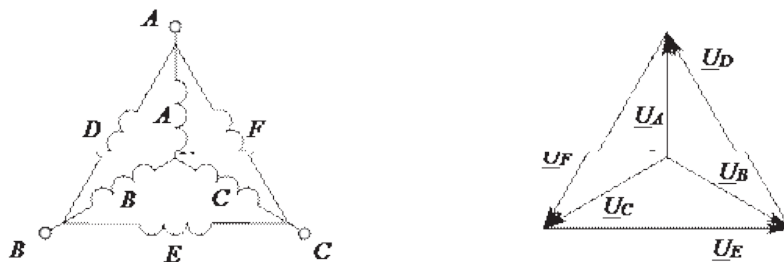


Рис. 1. Схема включения фаз обмотки и векторная диаграмма напряжений

Напряжения u_A, u_B, u_C образуют симметричную трехфазную систему прямой последовательности:

$$u_A = U_m \sin(\omega t), \quad u_B = U_m \sin(\omega t - 2\pi/3), \quad u_C = U_m \sin(\omega t - 4\pi/3). \quad (1)$$

Напряжения u_D, u_E, u_F тоже образуют симметричную трехфазную систему прямой последовательности:

$$u_D = \sqrt{3} U_m \sin(\omega t + \pi/6), \quad u_E = \sqrt{3} U_m \sin(\omega t - \pi/2), \quad u_F = \sqrt{3} U_m \sin(\omega t - 7\pi/6). \quad (2)$$

Аналогичные соотношения справедливы для токов i_A, i_B, i_C и i_D, i_E, i_F . Однако амплитуда токов второй полуобмотки в $\sqrt{3}$ раз меньше, чем амплитуда токов первой полуобмотки. Число витков фазы второй полуобмотки в $\sqrt{3}$ раз больше, а амплитуды магнитодвижущей силы (МДС) обеих обмоток одинаковые. При этом активное сопротивление и индуктивность фазы второй полуобмотки в 3 раза больше аналогичных величин первой полуобмотки.

Будем полагать, что напряжение u_A отстает по фазе от напряжения u_D на угол $\pi/6$, и токи i_A, i_D сдвинуты на тот же угол. Выполняется равенство:

$$i_D(t) = \frac{1}{\sqrt{3}} i_A(t + T/12), \quad (3)$$

где T – период синусоидальных напряжений питания.

Пусть фаза A имеет закон распределения магнитодвижущей силы, приходящейся на воздушный зазор,

$$F_A = w i_A f_A(k), \quad (4)$$

где w – число проводников в половине паза; i_A – ток фазы А; k – номер зубца; $k = 1, 2, \dots, 24$; 24 – число зубцов статора.

Фаза D имеет закон распределения магнитодвижущей силы

$$F_D = w i_D f_D(k), \quad (5)$$

где i_D – ток фазы D . Функции $f_A(k)$, $f_D(k)$ удовлетворяют равенству

$$f_D(k) = \sqrt{3} \cdot f_A(k+1). \quad (6)$$

Это означает, что фазы A и D сдвинуты в пространстве на два зубца или на угол $\pi/6$. Фазы B , C имеют законы распределения магнитодвижущей силы

$$F_B = w i_B f_B(k), \quad (7)$$

$$F_C = w i_C f_C(k). \quad (8)$$

Фазы E , F имеют законы распределения

$$F_E = w i_E f_E(k), \quad F_F = w i_F f_F(k). \quad (9)$$

Функции $f_A(k)$, $f_B(k)$, $f_C(k)$, $f_D(k)$, $f_E(k)$, $f_F(k)$ удовлетворяют равенствам

$$f_B(k) = f_A(k-4), \quad f_C(k) = f_A(k-8), \quad f_E(k) = f_D(k-4), \quad f_F(k) = f_D(k-8). \quad (10)$$

В фиксированный момент времени первая обмотка создает МДС, распределенную вдоль воздушного зазора согласно равенству

$$F_1(\alpha) = w(i_A f_A(k) + i_B f_B(k) + i_C f_C(k)); \quad \alpha \in ((k-1)\pi/6, k\pi/6); \quad k = 1, 2, \dots, 12. \quad (11)$$

В тот же момент времени вторая обмотка создает МДС, распределенную вдоль воздушного зазора согласно равенству

$$F_2(\alpha) = w(i_D f_D(k) + i_E f_E(k) + i_F f_F(k)); \quad \alpha \in ((k-1)\pi/6, k\pi/6). \quad (12)$$

Эту функцию можно разложить в ряд Фурье:

$$F_2(\alpha) = A_1 \sin(\alpha + \psi_1) + A_5 \sin(5\alpha + \psi_5) + A_7 \sin(7\alpha + \psi_7) + A_{11} \sin(11\alpha + \psi_{11}) + A_{13} \sin(13\alpha + \psi_{13}) + \dots \quad (13)$$

Известно, что пространственные гармоники, имеющие номера $m = (3i + 1)$, $i = 0, 2, 4, \dots$, вращаются в положительном направлении с угловой скоростью

$$\omega_m = \frac{\omega}{m}. \quad (14)$$

Пространственные гармоники, имеющие номера $n = (3i - 1)$, $i = 2, 4, 6, \dots$, вращаются в отрицательном направлении с угловой скоростью



$$\omega_n = \frac{\omega}{n}. \quad (15)$$

В таблице 1 представлены значения амплитуд различных гармоник для двухслойной традиционной обмотки A_{nm} и для двойной обмотки с комбинированным питанием A_{nm} . Видно, что во втором случае гармоники с номерами 5, 7, 17, 19, 29, 31 и т. д. отсутствуют. Далее, амплитуда первой гармоники традиционной обмотки составляет 0,941064 от амплитуды второй обмотки. Обмоточный коэффициент традиционной обмотки составляет 0,925031:

Таблица 1. Значения амплитуд различных гармоник для двухслойной традиционной обмотки A_{nm} и для двойной обмотки с комбинированным питанием A_{nm}

n	1	5	7	11	13	17	19	23	25
A_{nm}	7,0667	0,0812	0,0445	0,0846	0,0716	0,0183	0,0214	0,3075	0,2830
A_{nm}	7,5093	0	0	0,0118	0,0100	0	0	0,3268	0,3007

n	29	31	35	37	41	43	47	49
A_{nm}	0,0140	0,0101	0,0266	0,0252	0,0076	0,0095	0,1509	0,1448
A_{nm}	0	0	0,0037	0,0035	0	0	0,1604	0,1539

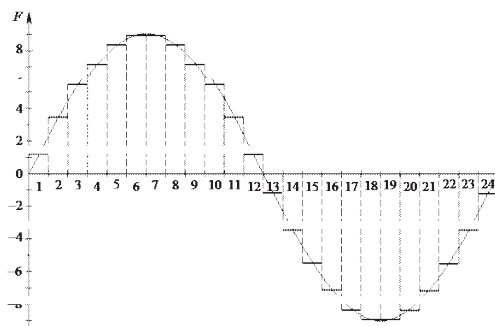


Рис. 2. Законы распределения МДС обмотки с двойным питанием и ее первой гармоники

Закключение

1. Переход на обмотку двойного питания с соединением фаз в звезду и треугольник позволяет при сохранении мощности потерь в обмотке статора увеличить амплитуду МДС на 6,26%, что соответствует увеличению момента синхронной машины на 6,26%, а асинхронной машины – на 12,92%. Однако при сохранении плотности тока мощность потерь в лобовых частях обмотки статора немного возрастет из-за увеличения длины лобовых частей при малом укорочении обмотки. Мощность потерь в обмотке ротора асинхронного двигателя прямо пропорциональна электромагнитному моменту и в случае обмотки двойного питания увеличивается вместе с моментом.
2. Переход обмотку двойного питания практически не меняет относительный состав высших пространственных гармоник.
3. Отметим полное отсутствие высших пространственных гармоник с номерами 5, 7, 17, 19, 29, 31 и т. д. у обмотки двойного питания. Это облегчает устранение других высших пространственных гармоник.

4. Отметим сравнительно большие амплитуды высших пространственных гармоник у обеих обмоток с номерами 23, 25, 47, 49, 71, 73, ..., т. е. с номерами
5. Данный доклад не претендует на полный анализ обмотки типа «Славянка», а лишь анализирует эффективность обмотки двойного питания по сравнению с традиционной двухслойной обмоткой при двадцати четырех пазах статора по амплитуде первой пространственной гармоники и по составу высших пространственных гармоник.

Литература

1. ООО «АРЭС» [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: www.ares-spb.ru (дата обращения 10.02.2018).
2. Прохоров С. Г. Электрические машины: учеб. пособие для студ. вузов / С. Г. Прохоров, Р. А. Хуснутдинов. – Ростов н/Д: Феникс, 2012. – 409 с.



**ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА**

Нуруллин Э. Г.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань*

**ENERGY RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES AND MACHINES
FOR GRAIN'S PRODUCTION AND PROCESSING**

Nurullin E. G.,

KSAU, KSPEU, Kazan

Аннотация

В статье представлены основные направления и результаты научной школы по разработке энергоресурсосберегающих технологий и машин пневмомеханического типа для производства и переработки зерна. Цель статьи – ознакомить научное сообщество, государственные и частные учреждения, заинтересованные в результатах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию принципиально новых энергоресурсосберегающих машин пневмомеханического типа, позволяющих реализовать энергоресурсосберегающие технологии производства и переработки зерна.

Annotation

Main directions and results of scientific school for exploitation of energy resource-saving technologies and machines of pneumomechanical type for grain's production and processing are described in this article. Article purpose – to acquaint the scientific community, the public and private institutions interested in results of research and development work on creation of fundamentally new energy resource-saving machines of pneumomechanical type allowing to realize energy resource-saving technologies of grain's production and processing.

Введение

Научная школа по разработке энергоресурсосберегающих машин пневмомеханического типа для производства и переработки зерна зародилась в начале 90-х годов XX-го столетия на кафедре сельскохозяйственных машин Казанского сельскохозяйственного института и продолжила свое развитие на кафедре машин и оборудования в агробизнесе Казанского ГАУ. Качественное развитие и расширение спектра исследований научная школа получила при совместной работе с отечественными и зарубежными научно-исследовательскими и образовательными учреждениями (Академия наук РТ, Татарский НИИСХ, Техасский технический университет (в рамках программы «Алгарыш»), КНИТУ (КХТИ), МГАУ, ВИМ, Башкирский ГАУ, Вятская ГСХА, Ульяновская ГСХА, Ижевская ГСХА, Маргосуниверситет, Санкт-Петербургский ГАУ, НИИСХ Северо-Востока им. Рудницкого, Пензенская ГСХА, КГАСУ, АО КНИАТ, ТИПКА и др.), с предприятиями агропромышленного, машиностроительного, энергетического комплексов РФ и РТ (МСХ и П РТ, ООО КЗ «Россельмаш», ОАО «Красный Восток-Агро», ООО «Казань-сельмаш», ООО «ПК «Агромастер», ОАО «Марийский машиностроительный завод», СРО «Ассоциация «Элитные семена Татарстана», ЗАО фирма «Марийагромаш», совхоз «Актайский», ООО «Каргополь» и СХПК «Хузангаевский» Алькеевского района РТ, ЗАО «Завод нестандартного оборудования», ООО «Арскдизель», ОАО «Сабинский завод зернопродуктов», ООО «Йолдыз» Лаишеского района РТ и др.).

В данной статье представлены основные направления и краткие результаты научной школы по разработке энергосберегающих машин пневмомеханического типа для производства и переработки зерна.

Цель – ознакомить научное сообщество, государственные и частные учреждения, заинтересованные в результатах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию принципиально новых энергоресурсосберегающих машин пневмомеханического типа, позволяющих реализовать энергоресурсосберегающие технологии производства и переработки зерна.

Результаты

Исследования по направлению научной школы проводятся в рамках соответствующих общегосударственных и региональных программ по науке, федеральных и республиканских целевых программ и включены в план НИР соответствующих образовательных учреждений учреждения.

В рамках научной школы проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разносторонней тематике. Главным направлением работы научной школы является научное обоснование и разработка новых технических средств, основанных на комплексном совместном использовании воздушного потока и механических устройств, и обеспечивающих реализацию экологически безопасных энергоресурсосберегающих технологий производства и переработки зерна.

Кроме того, научные исследования проводятся по разработке модели энергоавтономного производственного предприятия на основе нетрадиционных источников энергии, по исследованию механико-технологических основ и совершенствования конструкций для производства ветроэнергии, биогаза, биотоплива, исследованию различных систем тепло-водоснабжения многоквартирных жилых домов.

По результатам научных исследований успешно защищена одна докторская диссертация на тему «Разработка теории и технических средств пневмомеханического шелушения зерна крупяных культур в сельскохозяйственном производстве» (д. т.н., профессор Нуруллин Э.Г. – руководитель научной школы, 2005 г.); четыре кандидатские диссертации: «Разработка и обоснование параметров пневмомеханической установки для шелушения зерна гречихи» Нуруллин Э.Г., 1995 г.), «Разработка и исследование пневмомеханического шелушителя» (Дмитриев А.В., 2003 г.), «Обоснование параметров пневмомеханического шелушителя на основе моделирования технологического процесса» (Маланичев И.В., 2009 г.), «Разработка конструкции и обоснование параметров обрушивателя семян подсолнечника пневмомеханического типа» (Халиуллин Д.Т., 2011 г.), «Разработка и обоснование параметров пневмомеханического протравливателя семян зерновых» (Салахова И.М., 2014 г.); 13 магистерских диссертаций; более 400 дипломных проектов специалистов и выпускных квалификационных работ бакалавров, многие из них носят научно-исследовательский характер, некоторые результаты которых рекомендованы для внедрения в производство.

В настоящее время в рамках научной школы под научным руководством д. т.н., профессора Нуруллина Э.Г. успешно работают: над докторской диссертацией по разработке теории пневмомеханических рабочих органов энергосберегающих машин для производства и переработки зерна (к. т.н., доцент Дмитриев А.В. совместно с аспирантами и магистрантами); по разработке энергоресурсосберегающих технологий подготовки семян зерновых культур на основе совершенствования энергосберегающих пневмомеханических машин для предпосевной обработки семян (к. т.н. Салахов И.М.), также разработки и обоснования параметров пневмозагрузчика (аспирантка Гарипова А.Н.) и пылеочистительного устройства (ма-



гистрант Зайнутдинов И. Р.) для существующих протравливателей семян зерновых культур; по исследованию направлений совершенствования энергоресурсосберегающих технологий и технических средств для производства зерновых культур (инженеры Исламов И. З., Забиров Р. Г., Абдуллин А. Ф. и магистранты Даминов М. И, Зиннатов Р. Р., Гатин Р. И.); по разработке энергоресурсосберегающих технологий и машин для переработки семян подсолнечника (к. т. н. Халиуллин Д. Т. с магистрантами); по обоснованию модели энергоавтономного сельскохозяйственного предприятия на основе внутренних источников нетрадиций энергии (магистрантка Гиниятуллина Э. И.); по повышению энергоэффективности ветроэнергетических (магистрант Миннулин Б. И.) и биогазовых установок (магистрантка Абзалова Л. А.); по исследованию энергоэффективности систем индивидуального (магистрант Замараев С. В.) и центрального (магистрант Аюпов А. Н.) теплоснабжения многоэтажного жилого дома.

Результаты научных исследований и опытно-конструкторских работ по тематике научной школы ежегодно представляются на международных, всероссийских, региональных, итоговых вузовских научных и научно-практических конференциях и симпозиумах выставках, конкурсах российского и регионального уровней. Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа по созданию пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур становилась победителем конкурса «50 лучших инновационных идей для Республики Татарстан» в номинациях «Старт» (2008 г.), «Старт инноваций» (2009 г.), «Молодежный инновационный проект» (2009 г.) и «Старт 1» (2012 г.), Старт 2 (2016) проводимых НКО «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан», Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, Инновационным Технопарком «Идея».

Более детальную информацию о результатах научной школы можно получить, ознакомившись с диссертационными работами, монографиями, рекомендациями и другими публикациями. По тематике научной школы опубликовано более 250 работ, в том числе около 50 работ в изданиях рекомендованных ВАК, более 10 статей за рубежом. Получено 24 патентов и одно свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Основные обобщенные результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ изложены в 6 монографиях [1-6] и трех рекомендациях для производства [7-9].

Выводы

1. Научные исследования, проводимые в рамках научной школы по разработке энергосберегающих машин пневмомеханического типа, обеспечивающих реализацию экологически безопасных энергоресурсосберегающих технологий производства и переработки зерна, по исследованию механико-технологических основ и совершенствования конструкций для производства ветроэнергии, биогаза, биотоплива имеют научное и практическое значение.

2. Результаты теоретических, экспериментальных исследований и опытно-конструкторских работ могут быть использованы в агропромышленном комплексе, производственных предприятиях, энергетической отрасли, жилищно-коммунальном хозяйстве, научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях, специализирующихся в соответствующих направлениях.

Литература

1. Нуруллин Э. Г. Пневмомеханические шелушители зерна крупяных культур (теория, конструкция, расчет)/Э. Г. Нуруллин. – Казань: Казан. ун-т, 2011. – 308 с.

2. Нуруллин Э. Г. Пневмомеханический протравливатель семян/Э. Г. Нуруллин, И. М. Салахов – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. – 136 с.
3. Нуруллин Э. Г. Пневмомеханический обрушиватель семян подсолнечника/Э. Г. Нуруллин, Д. Т. Халиуллин – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2014. – 200 с.
4. Нуруллин Э. Г. Моделирование пневмомеханического шелушения зерна крупяных культур/Э. Г. Нуруллин, И. В. Маланичев – Казань: Казан. гос. ун-т, 2009. – 184 с.
5. Нуруллин Э. Г. Пневмомеханическое шелушение зерна крупяных культур/Э. Г. Нуруллин. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2004. – 204 с.
6. Еров Ю. В. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян/Ю. В. Еров, Э. Г. Нуруллин, Х. З. Каримов, Д. З. Салахияев. Казань: «Слово», 2009-128 с.
7. Рекомендации по обеспечению качества уборки хлебов, послеуборочной обработки зерна и семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур (переработанное и дополненное)/И. Х. Габдрахманов, Э. Г. Нуруллин, Ю. В. Еров, Д. З. Салахияев, Валиев А. Р., Халиуллин Д. Т., Сёмушкин Н. И. – Казань: Издательско-полиграфическая компания, 2013. – 72 с.
8. Рекомендации по обеспечению качества уборки хлебов, послеуборочной обработки зерна и семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур/И. Х. Габдрахманов, Э. Г. Нуруллин, Ю. В. Еров, Д. З. Салахияев, Н. В. Зарипов, А. А. Железнов. Казань: Информационно-вычислительный центр МСХ и П РТ, 2011-44 с.
9. Рекомендации по строительству и реконструкции зерно- и семяочистительно-сушильных комплексов/И. Х. Габдрахманов, Э. Г. Нуруллин, Ю. В. Еров – Казань: Информационно-вычислительный центр МСХ и П РТ, МСХ и П РТ, 2015-92 с.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ КЛАПАН

Барышева О.Б., Хабибуллин Ю.Х.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

ENERGY SAVING VENT VALVE

Barysheva O.B., Khabibullin Yu. Kh.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Пожары наносят огромный материальный ущерб. Противопожарная защита имеет своей целью изыскания наиболее эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств для предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств тушения. При пожарах на производственных объектах наносится колоссальный материальный ущерб. Поэтому на предприятиях должны предприниматься меры активной пожарной защиты.

Целью работы является разработка энергоэффективного вентиляционного клапана для обеспечения надежного воздухообмена и предотвращения пожаров в производственных помещениях. Данное устройство обеспечивает расчетный воздухообмен, исключая переохлаждение воздуха в помещении, что приводит к экономии тепла. В случае появления пожароопасной ситуации вентиляционный клапан прекращает доступ воздуха в обслуживаемое помещение.

Annotation

Fires cause enormous material damage. The fire protection is aimed at finding the most effective, economically feasible and technically sound methods and means for preventing fires and their elimination with minimal damage with the most rational use of forces and technical means of extinguishing. In fires at production facilities enormous material damage is inflicted. Therefore, measures for active fire protection must be taken into account at the enterprises.

The purpose of the work is the development of an energy-efficient vent valve to ensure reliable air exchange and prevent fires in production facilities. This device provides a calculated air exchange, excluding supercooling of air in the room, which leads to heat savings. In the event of a fire hazard situation, the vent valve stops the access of air to the room served.

Пожары в ряде случаев сопровождаются гибелью людей и наносят громадный материальный ущерб. Поэтому защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества и дописка производится в общегосударственном масштабе. Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита – мера, обеспечивающая успешную борьбу с пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Производственные объекты отличаются повышенной пожарной опасностью, так как характеризуются сложностью производственных процессов, наличием значительных количеств легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов, большой оснащенностью электрических установок и т.д.

Причины пожаров на производственных объектах [1]:

1. Нарушение технологического режима (33%)
2. Неисправность электрооборудования (16%)

3. Плохая подготовка к ремонту оборудования (13%)

4. Самовозгорание материалов (10%)

Источниками воспламенения могут быть открытый огонь технологических установок, нагретые стенки аппаратов и трубопроводов, искры электрооборудования, искры от ударов и трения деталей машин во время работы и т.д. Поэтому очень важно в момент возгорания перекрыть доступ свежего воздуха в помещение, чтобы прекратить дальнейшее распространение пламени.

Целью нашей работы была разработка энергосберегающего вентиляционного клапана для надежного воздухообмена с одновременным предотвращением пожара в производственных помещениях. Такое устройство должно обеспечивать нормальное проветривание помещений, не допуская сквозняков и переохлаждения внутреннего воздуха, а в случае возникновения пожароопасной ситуации подача свежего воздуха в обслуживаемое помещение должна быть прекращена.

Известна вентиляционная задвижка [2], включающая корпус с заслонками, перемещающимися относительно вытяжного отверстия. Недостатком этого устройства является то, что регулировка площади вытяжного отверстия в зависимости от температуры воздуха осуществляется вручную, что достаточно трудоемко и не всегда может быть произведено своевременно.

Нами был разработан энергосберегающий вентиляционный клапан, обеспечивающий надежный воздухообмен и предотвращающий распространение пожара в производственных помещениях.

На рис. 1 изображено предлагаемое устройство.

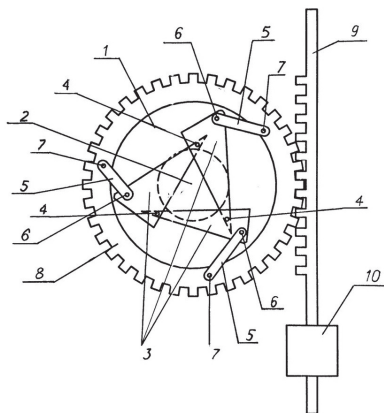


Рис. 1. Энергосберегающий клапан

Вентиляционный клапан включает корпус 1 с вытяжным отверстием 2. В корпусе 1 установлены заслонки 3 в количестве не менее трех. Заслонки 3 одним концом с помощью штифтов 4 подсоединены к корпусу 1, а другим – к рычагам 5. Рычаги 5 крепятся к заслонкам 3 с помощью штифтов 6, а штифтами 7 подсоединены к поворотному кольцу 8, выполненному в виде зубчатого колеса. Зубчатое колесо 8 находится в зацеплении с зубчатой рейкой 9, способной перемещаться под действием электромагнита 10 (провода не показаны).

Устройство работает следующим образом. При нормальной температуре воздуха в помещении заслонки 3 находятся в положении, обеспечивающем расчетный воздухообмен, исключая переохлаждение воздуха, что приводит к экономии тепла. В случае возникновения



пожара в помещении рычаги 5 воздействуют на заслонки 3, которые перекрывают отверстие 2 и доступ воздуха в помещение прекращается. При необходимости доступ воздуха в помещение может быть возобновлен или прекращен путем включения электромагнита 10.

Таким образом данное устройство, обеспечивает вентилирование помещения, исключая сквозняки и переохлаждение внутреннего воздуха, что приводит к экономии энергии и прекращает доступ воздуха при возникновении пожароопасной ситуации.

На разработанное устройство получен патент РФ № 2546471.

Литература

1. Каракеян В. И., Никулина Н. М. Безопасность жизнедеятельности.-М.-юрайт, – 2014. – 455 с.
2. Патент РФ № 2103617, опубли. 27.01.1998 г.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

Петров А. А., Найман М. О., Петрухин О. М., Найман С. М.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

DISINFECTION AND UTILIZATION OF MEDICAL WASTE

Petrov A. A., Nayman M. O., Petruchin O. M., Nayman S. M.,

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev, Kazan

Аннотация

Работа посвящена различным способам переработки медицинских отходов, представляющих особую опасность для санитарно-эпидемиологического благополучия населения и требующих определенных условий как при их хранении, так и ликвидации. Рассматривается оборудование для высокотемпературного обезвреживания данных отходов

Annotation

The work is devoted to various ways of processing medical wastes, which pose a particular danger to the sanitary and epidemiological welfare of the population and require certain conditions both during their storage and liquidation. The equipment for high-temperature neutralization of these wastes is considered.

Медицинские отходы являются особым видом отходов [1-2]. К ним относятся использованные перевязочные материалы, одноразовые шприцы и системы, перчатки, халаты, зараженная кровь, кожные лоскуты, иссечённые органы, и т.д., которые образуются в больницах, поликлиниках, диспансерах, хосписах, оздоровительных и санитарно-профилактических учреждениях, судебно-медицинских и других лабораториях, на станциях скорой помощи и переливания крови и т.д.

В России вопросам сбора и удаления медицинских отходов уделялось недостаточное внимание и их организация относительно мало отличалась от организации сбора ТБО [3]. Потери при сборе и транспортировке, антисанитарное состояние мусоровозов, открытое хранение отходов, складирование их на полигонах захоронения ТБО (и часто на несанкционированных свалках) создавало реальную угрозу здоровью населения.

В среднем в больницах накапливается 1-5 кг твердых отходов в день на человека [4, 5]. После проведенных исследований медицинских отходов, считающихся «потенциально инфицированными», оказалось, что они составляют не менее 40% от общего количества «мусора», производимого лечебно-профилактическим учреждением (ЛПУ). Поэтому сегодня утилизация медицинских отходов стала одним из важных вопросов для всех лечебно-профилактических учреждений нашей страны.

Целью данной работы было проведение сравнительного анализа химического и термического методов обезвреживания данных отходов и оборудования, на котором они реализуются.

Классы опасности медицинских отходов, в отличие от остальных отходов, регламентируются санитарно-эпидемиологическими требованиями [6]. Медицинские отходы в зависимости от степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности, а также негативного воздействия на среду обитания подразделяются на пять классов опасности:

- А – неопасные: отходы, не имеющие контакта с биологическими жидкостями пациентов, инфекционными больными; нетоксичные отходы. Сюда относятся пищевые отходы



всех подразделений ЛПУ, кроме инфекционных (в т.ч. кожно-венерологических) и фтизиатрических, а также мебель, инвентарь, неисправное диагностическое оборудование, не содержащие токсичных элементов, неинфицированная бумага, смет, строительный мусор и т.д.;

- Б – опасные: потенциально инфицированные отходы; материалы и инструменты, загрязненные выделениями, в т.ч. кровью; выделения пациентов; патолого-анатомические отходы; органические операционные отходы (органы, ткани и т.п.); все отходы из инфекционных отделений (в т.ч. пищевые); отходы из микробиологических лабораторий, работающих с микроорганизмами 3-4 групп патогенности;
- В – чрезвычайно опасные: материалы, контактирующие с больными особо опасными инфекциями; отходы из лабораторий, работающих с микроорганизмами 1-4 групп патогенности; отходы фтизиатрических, микологических больниц; отходы от пациентов с анаэробной инфекцией;
- Г – отходы, близкие по составу к промышленным: просроченные лекарственные средства; отходы от лекарственных и диагностических препаратов; дезсредства, не подлежащие использованию, с истекшим сроком годности; цитостатики и другие химиопрепараты; ртутьсодержащие предметы, приборы и оборудование;
- Д – радиоактивные отходы: все виды отходов, содержащие радиоактивные компоненты.

Утилизировать медицинские отходы можно либо в месте их образования, то есть в лечебно-профилактических учреждениях, либо промышленным способом на специализированных предприятиях, проведя их предварительное обеззараживание. В настоящий момент в России правила обращения с медицинскими отходами регламентируются санитарными правилами и нормами N2.1.7.2790-10 от 17 февраля 2011 г. «Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно – профилактических учреждений» [6], заменившими ранее действующий СанПиН 2.1.7.728-99, принятый еще в 1999 году. Согласно этому документу все медицинские отходы подвергались захоронению на специальных полигонах с предварительной дезинфекцией. В Казани медицинские отходы вывозятся на полигон Самосырово.

Обеззараживание медицинских отходов представляет собой процесс химического и/или физического воздействия на отходы, направленный на то, чтобы сделать их безопасными для человека. Таким образом, в результате обеззараживания медицинские отходы перестают нести опасность для окружающей среды, и могут быть утилизированы обычными методами. Одним из способов обеззараживания медицинских отходов является дезинфекция, которая может осуществляться различными методами: химическим – с применением дезинфицирующих средств; физическим – с помощью специальных установок по обеззараживанию отходов; комбинированным – на установках, использующих химические агенты в качестве дезинфицирующих; стерилизацией – в автоклаве (паровая стерилизация). Также применяются пиролиз, лазерная обработка, микроволновая дезинфекция, плазменная технология и т.п. [7, 8]. Нужно при этом учитывать, что отходы, обработанные химическим способом, не приравниваются к ТКО, становясь, согласно пункту 2.2 СанПиН 2.1.7.2790-10 [6], более опасными с экологической стороны.

Поэтому особую значимость во всем мире в настоящее время приобретает переработка медицинских отходов. В Республике Татарстан при ежегодном объеме образования опасных медицинских отходов в 6653,692 т данная проблема требует незамедлительного решения [9]. Термические методы, такие как огневой метод (в установках для сжигания – инсинераторах, в водогрейных и отопительных котлах) [8, 10-12], пиролиз, плазменный метод, переработка в шлаковой ванне гигиенически безопасны, хотя имеют высокую стоимость из-за наличия

сложных систем газоочистки. Но так как в большинстве случаев медицинские отходы бывают инфицированными, и переработка (утилизация) инфицированных медицинских отходов также весьма опасна и в последнее время не применяется, то единственным экономически выгодным способом их уничтожения является высокотемпературное обезвреживание на различном оборудовании.

Альтернативой инсинерации могут быть пиролизные технологии, предусматривающие предварительное разложение органической составляющей отходов в бескислородной атмосфере (непосредственно пиролиз), после чего образовавшаяся концентрированная парогазовая смесь направляется в камеру дожигания, где в режиме управляемого дожига газообразных продуктов происходит перевод токсичных веществ в менее или полностью безопасные. Медицинские отходы нагреваются до 1300-1700°C, в результате чего уничтожаются потенциально патогенные микробы и отходы преобразуются в гладкий шлак, металлические слитки и инертные газы. К оборудованию, использующему такой подход, относится пиролизная установка Мюллер.

В установке «СтериФлэш» перед паровой стерилизацией отходы измельчаются, причем все происходит в одном аппарате, разделенном на зоны шредера (дробилки) и стерилизационной камеры. На установке биомедицинские отходы класса Б переводятся в класс А (неопасные) и могут вывозиться как обычный бытовой мусор на полигоны ТБО.

Аппарат Экос предназначен для измельчения и стерилизации отходов, имеющих эпидемиологическую опасность классов «Б» и «В». Принцип работы установки основан на паровой стерилизации с предварительным измельчением отходов. Предварительное измельчение обеспечивает изменение физических свойств отходов и невозможность их повторного использования. Обеззараживает отходы различного морфологического состава.

Рассмотренные термические методы переработки (уничтожения) медицинских отходов сейчас являются наиболее востребованными в медицинских учреждениях страны.

Литература

1. Найман С.М. Первичный учет отходов при статистическом наблюдении // Экология промышленного производства, 2015, N 4, с. 8-13.
2. Найман С.М. Содержательная основа нормативного понятия «Отходы» // Экология и промышленность России, 2015, N 9, с. 49-53.
3. Найман С.М. Твердые отходы и их переработка: учеб. пособие. – Казань, Казан. гос. энерг. ун-т, 2006. – 330 с.
4. Вторичная переработка пластмасс/Ф. Ла Мантия (ред.); пер. с англ. под ред. Г.Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2006. – 400 стр.
5. Набиуллина Г.И., Фазылова Д.И., Зенитова Л.А. Оттисковые материалы для стоматологии (обзорная статья) Вестник Казанского технологического университета. 2017. Т. 20. № 14. С. 46-50.
6. СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами».
7. Бабаев В.Н., Коринько И.В., Шутенко Л.Н. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города. Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.
8. Найман С.М., Газеев Н.Х., Глебов А.Н. Термические методы переработки твердых отходов: Учеб. пособие./Под ред. С.М. Найман. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – 234 с.
9. Найман С.М. Биоэнергетические технологии и рациональное природопользование. // Экология и промышленность России, 2014, N 9, с. 56-61.



10. Трубаев П. А., Корнилова Н. В., Щекин И. И., Гришко Б. М. Теплотехнические испытания отопительного котла при сжигании отходов // В сборнике: Научные технологии и инновации. – Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2016. С. 101-104.
11. Трубаев П. А., Щекин И. И., Корнилова Н. В., Гришко Б. М. Особенности сжигания отходов с получением энергии // В сборнике: Научные технологии и инновации. – Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2016. С. 105-109.
12. Корнилова Н. В., Трубаев П. А. Определение вредных выбросов водогрейного котла при сжигании твердых отходов различного вида // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 10-2 (52). С. 62-66.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Гатауллин Р. Н.,

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр Российской академии наук,
г. Казань*

**FEATURES OF APPLICATION OF WAVE TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF
HYDROCARBON FIELDS**

Gataullin R. N.,

Federal Research Center Kazan Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kazan

Аннотация

Работа посвящена актуальной проблеме повышения эффективности волнового воздействия на продуктивные пласты для увеличения нефтедобычи. Проведен обзор в области теоретических и экспериментальных исследований волнового воздействия при разработке нефтяных и битумных месторождений с трудноизвлекаемой нефтью. Представлены перспективные методы волнового воздействия на продуктивный пласт (сейсмоакустическое и виброволновое), выявлены их преимущества и недостатки по сравнению с другими. Рассмотрены особенности интегрированного воздействия на продуктивный пласт в условиях горизонтальных скважин, исследован механизм воздействия на насыщенные пористые среды.

Annotation

The article is devoted to the actual problem of increasing the efficiency of wave action on productive layers for increasing oil production. A review was conducted in the field of theoretical and experimental studies of the wave action in the development of oil and bitumen deposits with hard-to-recover oil. Perspective methods of wave action on the productive layer (seismoacoustic and vibrowave) are presented, their advantages and disadvantages are revealed in comparison with others. Features of the integrated effect on the reservoir in conditions of horizontal wells are considered, and the mechanism of action on saturated porous media is investigated.

Эффективность применения волновых методов воздействия на нефтяные пласты изучается более 50 лет – как в нашей стране, так и за рубежом.

Вибрационные и акустические технологии повышения продуктивности скважин отличаются относительной простотой, экологической чистотой и небольшими энергетическими и материальными затратами. В их основе лежат различные способы передачи энергии от поверхностных и скважинных источников в пласт. Под действием колебаний устраняется блокирующее влияние остаточных фаз газа, нефти и воды, инициируется фильтрация флюидов в низкопроницаемых пропластках и зонах и повышается охват пласта воздействием как по толщине, так и по простиранию, а также снижается равновесная концентрация газа в жидкости и др. Кроме того, в малопроницаемых пластах при достижении достаточно высоких значений амплитуды колебания давления происходит еще и гидроразрыв пласта. [1].

Акустические волны и эффект кавитации в призабойной зоне пласта приводят к разрушению поверхностного слоя стенок в призабойной зоне скважин, очистке закупоренных поровых каналов продуктивного пласта. Депрессия активизирует возникновение кавитации, ускоряет приток пластовой жидкости (нефти) к скважине, способствует удалению кольматантов из поровых каналов. Кроме того, волновое поле существенно способствует снижению вязкости пластового флюида и увеличивает его приток к скважине [2].



Упругие волны на два-три порядка ускоряют процесс релаксации механических напряжений [3]. В призабойной зоне пласта (ПЗП) это способствует уменьшению отрицательных последствий бурения и вскрытия пластов, обусловленных напряжениями в породах вблизи скважин и перфорационных каналов; это способствует восстановлению равновесия между ПЗП и проницаемостью коллектора.

Основополагающий вклад в обоснование и разработку методов волнового воздействия на пласт с целью увеличения нефтеотдачи пластов внесли А.С. Алексеев, В.Е. Алемасов, В.А. Бабешко, Г.Г. Вахитов, Р.Ф. Ганиев, В.П. Дыбленко, О.Л. Кузнецов, А.В. Лебедев, М.В. Курленя, Р.И. Нигматуллин, В.Н. Николаевский, Муслимов Р.Х., Э.М. Симкин, М.Л. Сургучев, А.Я. Хавкин и др. За рубежом также проводились и выполняются в настоящее время исследования по обоснованию и разработке волновых и вибрационных методов воздействия на пористые среды Е. Анселом, И. Бересневым, В. Вуденым, Р. Робертсом, Х. Скоттом, П. Позсио, Дж. Чилингаром, Ж. Эльхоури и др.

Например, во многих работах известных ученых (Дыбленко В.П., Камалов Р.Н., Шарифуллин Р.Я. и др.) показано, что упругие колебания на два-три порядка ускоряют процессы релаксации механических напряжений, а в призабойной зоне пласта способствует уменьшению отрицательных последствий бурения и вскрытия пластов [3]. В работах Manga M., Beresnev I., Elkhoury J.E., Барабанова В.Л., Лаврова В.С., Кучумова Р.Я. экспериментально доказано, что под воздействием высокоамплитудных колебаний давления в жидкости происходит необратимое увеличение абсолютной проницаемости насыщенных пористых сред [4]. В области вибрационного воздействия на пласты широко известны работы крупных ученых Graham, D. R., Higdon J., Садовского М.А., Симонова Б.Ф., Кузнецова О.Л., Симкина Э.М., Вахитова Г.Г. и многих других.

Сейсмоакустическое воздействие основано на использовании упругих волн. Эффекты, возникающие при прохождении упругих волн через насыщенные пористые среды, сводятся к следующему [5]: увеличение относительных фазовых проницаемостей нефти в большей степени, чем воды; увеличение в 10 раз скорости и полноты капиллярного вытеснения нефти водой; изменение напряженного состояния пород коллектора и связанное с этим изменение структуры порового пространства.

Основным мотивом применения сейсмоакустического воздействия (САВ) является неоднородность продуктивных пластов по проницаемости. Объектом САВ следует считать также подвергнутые обработке объемы вышележающих или нижележающих пластов на расстоянии 20-50 метров. Предельное значение радиуса воздействия достигает 2000 метров от скважины.

Виброволновое воздействие на низких и средних частотах охватывает влиянием области призабойной зоны пласта (ПЗП) и более глубокие зоны пластов [5]. С существенно меньшей интенсивностью, замечено влияние упругих колебаний на фильтрационные процессы в насыщенных пористых средах; на структурно-механическое состояние матрицы скелета и насыщающие компоненты при напряжениях и градиентах внутрипорового давления. Важной особенностью является и то обстоятельство, что данные эффекты проявляются не в результате прямого «силового» воздействия упругими колебаниями, а в процессе существования в пластовой среде естественных метастабильных состояний, связанных как с ее внутренними свойствами, так и с наложением постоянно действующих внешних сил. Воздействие упругими колебаниями с относительно малой интенсивностью (относительно малой амплитудой) является неким пусковым механизмом получения существенного эффекта виброволнового воздействия на пласт. Приведенные эксперименты свидетельствуют, что под воздействием высокоамплитудных колебаний давления в жидкости (порядка 0,3 МПа) происходит необратимое увеличение проницаемости насыщенных пористых сред. Относительное из-

менение проницаемости искусственно цементированных кернов доходит до 30% и связано с образованием новых фильтрационных каналов в пористой среде, изменением пористости, раскрытием трещин, переупаковкой и изменением ориентации зерен, слагающих пористую среду. При глинистости вплоть до 35% эти явления усиливаются.

Влияние акустического поля на насыщенную пористую среду обусловлено особенностями воздействия на жидкость, газ и сплошное тело. Это вызвано, во-первых, наличием двух типов продольных волн и, во-вторых, присутствием развитой поверхности раздела твердой и жидкой фаз.

С увеличением интенсивности акустического поля относительный прирост температуры повышается. Полученные результаты свидетельствуют также об интенсивности внутривязкого тепло- и массопереноса между твердой фазой коллектора и фильтрующей жидкостью [6].

Анализ результатов применения технологии добычи битумов при помощи горизонтальных скважин (ГС) [7-8] показал, что наиболее эффективным является использование двух горизонтальных скважин, расположенных одна над другой. Верхняя служит для нагнетания теплоносителя, нижняя – для отбора битума – так называемая технология SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage).

При добыче высоковязких нефтей и природного битума с применением комбинированного воздействия на пласт целесообразно принять именно эту технологию, когда пар подается через излучатель колебаний давления в верхнюю горизонтальную скважину. При этом формируется волновое поле, воздействующее совместно с температурой на пласт, а из нижней горизонтальной скважины отбирается нефть или битум (рис. 1). Этот вариант тепловолнового воздействия является наиболее эффективным для условий на месторождениях Республики Татарстан и Западной Сибири.

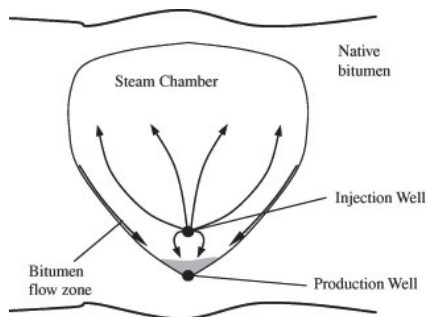


Рис. 1. Образование паровой зоны вокруг горизонтальной нагнетательной скважины

Реализация технологических параметров комбинированного воздействия на залежи нефти и природного битума происходит в объеме, который касается температурного и волнового полей колебаний и систем их обеспечения. При этом предполагается, что условия залегания и параметры ГС известны.

Из прогретой зоны нефть (битум) и конденсат стекают к нижней перфорированной горизонтальной трубе. В случае неперфорированной верхней горизонтальной скважины прогрев пласта происходит за счет теплопроводности длительное время. Поэтому верхняя труба перфорируется. Делается, это также для эффективного прохождения волнового поля из скважины в пласт. Благодаря этому осуществляется напорный режим добычи. При этом регулируется режим закачки пара, чтобы не допустить большое паро-нефтяное соотношение. Верхняя горизонтальная скважина используется для нагнетания пара в пласт и создания высокотемпературной зоны [8-9]. На основной стадии добычи в нагнетательную скважину закачивает-



ся пар, который из-за разницы плотностей пробивается к верхней части продуктивного пласта, создавая увеличивающуюся в размерах паровую камеру (рис. 1). На поверхности раздела паровой камеры и холодных нефтенасыщенных пространств постоянно происходит процесс теплообмена, в результате которого пар конденсируется в воду и вместе с разогретой нефтью под действием силы тяжести стекает к добывающей скважине. Увеличение паровой зоны (камеры) вверх продолжается до тех пор, пока она не достигнет кровли пласта: затем она начинает расширяться в стороны. При этом нефть всегда контактирует с высокотемпературной паровой камерой. Вследствие чего, потери тепла минимальны. Процесс может быть реализован на залежах практически любой вязкости углеводородов.

В связи с увеличением теплопроводности насыщенных горных пород в упругом поле повышается эффективность совместного применения термического и волнового воздействия. В этом случае, изменяя интенсивность и частоту акустического поля, можно увеличить или уменьшить радиус прогрева приствольного массива.

Практическое применение подобных систем нашли при широкомасштабной апробации в условиях разработки нефтебитумных месторождений: в условиях заводнения, а также при нагнетании воздуха в условиях внутрипластового горения [10].

Поскольку наблюдаемая в процессе добычи тенденция характеризуется снижением нефтеотдачи – основного показателя рационального использования сырьевой базы, то выходом из сложившейся ситуации является наращивание добычи нефти рассматриваемыми методами воздействия на месторождениях с трудноизвлекаемыми углеводородами, высоковязкими нефтями и природными битумами.

* Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № «18-08-01047».

Литература

1. Кузнецов О. Л., Симкин Э. М., Чилингар Дж. Физические основы вибрационного и акустического воздействия на нефтегазовые пласты. – М.: Мир, 2001, – 260 с.
2. Муслимов Р. Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее. – Казань: Фэн АН РТ, 2014. – 750 с.
3. Дыбленко В. П., Марчуков Е. Ю., Туфанов И. А., Шарифуллин Р. Я., Евченко В. С. Волновые технологии и их использование при разработке месторождений нефти с трудноизвлекаемыми запасами. (книга1) – М.: ПАЕН, 2012. – 344 с.
4. Manga, M., I. Beresnev, E. E. Brodsky and etc. (2012), Changes in permeability caused by transient stresses: Field observations, experiments, and mechanisms, Rev. Geophys., 50, RG2004.
5. Pant A. Johnson. Seismic stimulation of oil production in depleted reservoirs. Proposal summary./GeoEngineering Group Los Alamos National Laboratory. 1995, pp. 1-5.
6. Кузнецов О. Л., Ефимова С. А. Применение ультразвука в нефтяной промышленности. М.: Недра, 1983. – 192 с.
7. Гатауллин Р. Н., Марфин Е. А. Исследование волнового поля в обсадной колонне скважины./Технологии нефти и газа. – 2017. – № 1 (108). – С. 49-54.
8. Butler R. M. The potential for horizontal wells for petroleum production // JСPT. – № 3, 1989. – Р. 39-47.
9. Гатауллин Р. Н., Галимзянова А. Р. Определение протяженности горизонтального участка скважины для интегрированного воздействия на пласт./Технологии нефти и газа. – 2015. – № 4 (99). – С. 44-48.
10. Марфин Е. А., Кравцов Я. И., Абдрашитов А. А., Гатауллин Р. Н. Промысловые испытания волнового воздействия на процесс добычи нефти на Первомайском месторождении/Георесурсы, Казань: КГУ, № 2, 2014. – С. 14-16.

**ВОДОСТОЙКИЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ БЕСКЛИНКЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ**

Халиуллин М. И.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**WATER RESISTANCE CONCRETE ON THE BASIS WITHOUT CLINKER
COMPOSITE GYPSUM BINDERS**

Khaliullin M. I.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Разработаны водостойкие и морозостойкие тяжелые и мелкозернистые бетоны марок по прочности от М75 до М300 на основе бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих с применением промышленных отходов – молотого доменного шлака и керамзитовой пыли. Применение для получения низкомарочных бетонов композиционных гипсовых вяжущих, на основе местного минерального сырья и промышленных отходов, позволяет частично снизить цементоемкость строительной продукции.

Annotation

Expansion of production and application of gypsum building materials is one of the serious problems in securing a success of this task. Developed water-resistant and cold-resistant heavy and fine-grained concrete strength grades of M75 to M300 based on without clinker composite gypsum binders with the application of industrial waste – ground blast furnace slag and haydite dust. Particularly, production of gypsum concretes enables to decrease energy and consumption of fuel materials comparing with production of cement concretes.

Одной из актуальных проблем дальнейшего устойчивого развития отрасли производства строительных материалов является сокращение энергозатрат при производстве строительной продукции и уменьшение вредных выбросов.

Производство портландцемента, являющегося основным видом минерального вяжущего для производства строительных изделий и конструкций в нашей стране, является весьма энергоемким процессом. Так для получения 1 тонны портландцемента суммарные затраты топлива и электроэнергии при их переводе в условное топливо составляют в среднем 215 кг. Помимо этого, производство портландцемента связано со значительными объемами выбрасываемых в атмосферу различных газообразных продуктов, в частности, в результате работы цементных заводов всего мира в окружающую среду поступает свыше 7% от общего объема углекислого газа, образующегося при промышленной деятельности человечества и вызывающего парниковый эффект.

Для получения 1 тонны другого широко применяемого минерального вяжущего вещества – строительной извести, необходимо затратить около 204 кг условного топлива, при этом выделяется около 223 м³ углекислого газа.

В связи с этим производство основного вяжущего вещества для получения гипсовых строительных материалов и изделий – строительного гипса, отличается сравнительно низкой энергоемкостью и экологичностью. Для производства строительного гипса расход условного топлива в 4,6 раза меньше, чем для производства портландцемента. Химический процесс получения строительного гипса при обжиге гипсового камня связан с выделением только безвредного для окружающей среды водяного пара.



Производство гипсовых строительных материалов, в частности, гипсобетонов отличается более низкими по сравнению с цементными бетонами расходами топлива и энергии (соответственно в 4 и 5 раз), низкими удельными капиталовложениями и металлоемкостью оборудования (соответственно в 2 и 3 раза), в 10-15 раз ускоряется оборачиваемость форм при производстве изделий.

Вместе с тем, в настоящее время широта области применения гипсовых строительных материалов и изделий в связи с их небольшой прочностью и водостойкостью, существенно уступает аналогичным материалам на основе портландцемента. В основном гипсовые материалы и изделия применяются внутри помещений с сухим и нормальным влажностным режимами.

Одним из наиболее эффективных способов повышения водостойкости и прочности гипсовых строительных материалов являются предложенные в середине XX века В.А. Волженским и другими исследователями композиционные гипсоцементные, гипсошлаковые и гипсоизвестковые вяжущие с пуццолановыми добавками [1-4]. В качестве компонентов таких вяжущих широкое применение находят такие промышленные отходы, как молотый доменный шлак, золы-уноса, стекольный бой, микрокремнезём и др.

В работах, ранее выполненных авторами статьи, были разработаны бесклнкерные композиционные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости (БКГВ) с применением комплексной гидравлической добавки, компонентами которой являются известь и многотоннажные промышленные отходы – молотый доменный шлак и керамзитовая пыль [5].

Полученные вяжущие обладают следующими основными физико-техническими свойствами: образцы, испытанные по ТУ 21-0284757-1-90, обладают прочностью при сжатии в возрасте 28 суток (марками) от 10 до 30 МПа, коэффициентом размягчения от 0,8 до 0,96. Искусственный камень на основе разработанных бесклнкерных композиционных гипсовых вяжущих имеет прочность при сжатии в 1,5-2 выше и коэффициент размягчения в 3 раза выше по сравнению с бездобавочным строительным гипсом

На основе полученных бесклнкерных композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости разработаны мелкозернистые и тяжелые гипсобетоны, исследованы их основных физико-механические свойства.

В состав гипсобетонов вводилась добавка замедлителя схватывания – лимонная кислота в количестве 0,05% от массы вяжущего.

В качестве мелкого заполнителя для изготовления гипсобетонов применялся кварцевый песок со следующими характеристиками: насыпная плотность 1552 кг/м³; истинная плотность 2650 кг/м³, по гранулометрическому составу соответствует требованиям ГОСТ 8736-93, модуль крупности 2,6; содержание пылевидных и глинистых частиц 1,2%; пустотность 42%; максимальная крупность зерна 2,5 мм.

В качестве щебня для изготовления гипсобетонов применялся карбонатный щебень со следующими характеристиками: насыпная плотность – 1300 кг/м³, истинная плотность – 2500 кг/м³, средняя плотность – 2150 кг/м³, марка щебня по прочности 300, водопоглощение 7,5%, наибольшая крупность 20 мм, гранулометрический состав: мм 5-10-96%, 10-20 мм – 4%.

Расчет составов тяжелых и мелкозернистых гипсобетонов на основе бесклнкерных композиционных гипсовых вяжущих различных марок по прочности, осуществлялся в соответствии с методикой, приведенной в [3].

Для определения основных физико-механических свойств гипсобетонов изготавливались образцы – кубы размером 100х100х100 мм. Определение прочности бетонов осуществлялось по ГОСТ 10180. Определение морозостойкости бетонов осуществлялось базовым методом по ГОСТ 10060.0-10060.1. Определение коэффициента размягчения бетонов в части условий хранения образцов при проведении испытаний осуществлялось по ТУ 21-0284757.

Основные физико-механические свойства разработанных тяжелых и мелкозернистых гипсобетонов приведены, соответственно, в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Основные физико-механические свойства тяжелых гипсобетонов на основе бесклнкерных композиционных гипсовых вяжущих различных марок по прочности

Марка вяжущего	Марка бетона по прочности	Класс бетона по прочности	Коэффициент размягчения	Марка бетона по морозостойкости
БКГВ 10	M75	B7,5	0,70	F15
БКГВ 15	M100	B10	0,75	F25
БКГВ 20	M150	B10	0,80	F25
БКГВ 25	M200	B15	0,82	F50
БКГВ 30	M250	B20	0,88	F50

Таблица 2. Основные физико-механические свойства мелкозернистых гипсобетонов на основе бесклнкерных композиционных гипсовых вяжущих различных марок по прочности

Марка вяжущего	Марка бетона по прочности	Класс бетона по прочности	Коэффициент размягчения	Марка бетона по морозостойкости
БКГВ 10	M75	B5	0,75	F15
БКГВ 15	M100	B7,5	0,78	F25
БКГВ 20	M150	B10	0,81	F25
БКГВ 25	M200	B15	0,82	F50
БКГВ 30	M250	B20	0,88	F50

Анализ данных, представленных в табл. 1, 2 показывает возможность получения на основе бесклнкерных композиционных гипсовых вяжущих тяжелых и мелкозернистых бетонов марок по прочности от M75 до M300 и классов по прочности от B 7,5 до B 20.

Таким образом, на основе разработанных бесклнкерных композиционных гипсовых вяжущих могут быть получены тяжелые и мелкозернистые бетоны с коэффициентом размягчения более 0,8, то есть соответствующим водостойким материалам, марками по морозостойкости F50. Бетоны на основе бесклнкерных композиционных гипсовых вяжущих могут применяться при изготовлении наружных и внутренних конструкций зданий с сухим, нормальным и влажным режимами эксплуатации в соответствии со СНиП 23-02-2003, при условии принятия конструктивных мер защиты от длительного действия влаги.

Литература

1. Баженов Ю. М., Коровяков В. Ф., Денисов Г. А. Технология сухих строительных смесей. – М: Издательство АСВ, 2003. – 96 с.
2. Волженский А. В., Роговой М. И., Стамбулко В. И., Гипсоцементные и гипсошлаковые вяжущие материалы и изделия, М.: Госстройиздат, 1960. – 162 с.
3. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. Под общей ред. А. В. Ферронской. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 488 с.
4. Рахимов Р. З., Халиуллин М. И., Гайфуллин А. Р. Композиционные гипсовые вяжущие с использованием керамзитовой пыли и доменных шлаков // Строительные материалы, 2012, № 7. – С. 13-16.
5. Хазеев Д. Р., Гордина А. Ф., Маева И. С., Яковлев Г. И., Бурьянов А. Ф. Влияние техногенных дисперсных отходов на структуру и свойства композитов на основе сульфата кальция // Строительные материалы, 2011, № 6. – С. 6-7.



СИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ С МАГНИТНОЙ РЕДУКЦИЕЙ

Афанасьев А. Ю., Рыбушкин Н. А., Килиманов К. А.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

SYNCHRONOUS ELECTRICAL MOTOR WITH MAGNETIC REDUCTION

Afanasiev A. U., Rybushkin N. A., Kilimanov K. A.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

В этой статье рассматривается синхронный электродвигатель с магнитной редукцией. Целью работы является повышение энергоэффективности и упрощение конструкции с высокой надежностью работы. Упрощение конструкции осуществляется использованием только одного вала, на котором расположены ротор быстрого и медленного вращения. Энергоэффективность улучшается путем подбора оптимального соотношения между толщиной постоянных магнитов и толщиной и количеством рабочих зазоров.

Annotation

In this paper, a synchronous electrical motor with magnetic reduction is considered. The aim of the work is to improve the energy performance and to simplify the design with high reliability of operation. The simplification of the construction is realized by is achieved by using only one shaft with high-speed and slow speed rotors. The energy characteristics are improved due to the applying the optimum ratio between the thickness of permanent magnets and the thickness and number of working clearances.

Синхронный электродвигатель с магнитной редукцией – это устройство, которое увеличивает крутящий момент без использования механической редуктора. [1] Он может использоваться как компактный блок «мотор-редуктор» в механических системах с большим сроком службы при ударных нагрузках, например, в качестве моторного колеса для экологически чистых автомобилей. Преимущество этой конструкции заключается в отсутствии механических соединений между дисками ротора медленного вращения и статора, что повышает надежность этого двигателя.

В современном синхронном двигателе возникают проблемы обеспечения высокой надежности, упрощения конструкции, устранения механических контактов в редукторе.

Данные свойства обеспечиваются особой конструкцией синхронного электродвигателя с магнитной редукцией. Он содержит корпус, пакет статора с зубцами и с многофазной обмоткой, ротор быстрого вращения с постоянными магнитами с подшипником, ротор медленного вращения на валу с подшипниками и статор имеют чередующиеся диски, диски статора и ротора медленного вращения состоят из ферромагнитных и немагнитных элементов в виде секторов, постоянные магниты имеют вид секторов и намагничены аксиально с чередующейся полярностью, пакет статора выполнен в виде двух колец из ленты электротехнической стали путем навивки, расположенных по торцам электродвигателя, накладные зубцы с катушками и коронками установлены на торцевой поверхности кольца пакета статора, на поверхности другого кольца имеются клиновидные выступы, имеющие свои одинаковые угловые размеры и положения с ферромагнитными элементами дисков статора, причем количества ферромагнитных элементов на диске статора z_c и на диске ротора z_p связаны равенством $z_p = z_c \pm 2p$, а угловые размеры ферромагнитных элементов дисков статора и ротора медленного вращения различны. Подшипник ротора быстрого вращения установлен на валу ротора

медленного вращения, а толщина постоянных магнитов h_m на роторе быстрого вращения связана с толщиной и количеством рабочих зазоров соотношением $h_m = 2t\delta$, где δ – зазор между дисками, t – число дисков ротора медленного вращения.

На рис. 1 показан синхронный электродвигатель, где 1 – корпус; 2, 3 – подшипниковые щиты; 4, 5 – кольца пакета статора; 6 – зубец; 7 – катушка; 8 – постоянный магнит; 9 – втулка ротора быстрого вращения; 10 – диски статора; 11 – втулка статора; 12 – диски ротора медленного вращения; 13 – втулка ротора медленного вращения; 14 – вал; 15-17 – подшипники; 18 – выступ.

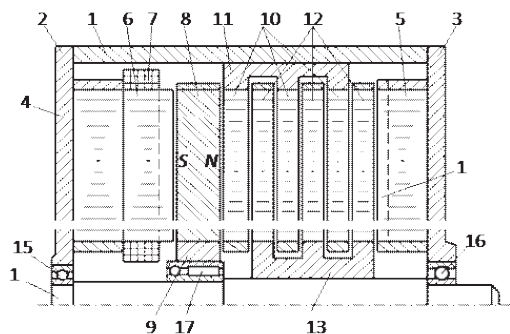


Рис. 1. Поперечный разрез синхронного электродвигателя

Корпус 1 жестко связан с подшипниковыми щитами 2, 3. На них установлены кольца 4, 5 пакета статора. На кольце 4 имеются шесть зубцов 6 с катушками 7.

Четыре постоянных магнита 8 установлены на втулке 9 ротора быстрого вращения. Диски 10 статора закреплены на втулке 11 статора, установленной на корпусе 1. Диски 12 ротора медленного вращения установлены на втулке 13 ротора медленного вращения, установленной на валу 14. Вал 14 опирается на подшипники 15, 16, установленные в подшипниковых щитах 2, 3. Ротор быстрого вращения установлен на подшипнике 17, установленном на валу 14. Подшипник 17 имеет большую ширину и является радиально-упорным для обеспечения требуемого положения ротора быстрого вращения.

Ротор быстрого вращения имеет четыре постоянных магнита 8 из высококоэрцитивного магнитотвердого материала, имеющие вид секторов (на рис. 2 показаны закрашенными), и немагнитные сектора (на рис. 2 не закрашены). Сектора намагничены по оси вращения и образуют на торцевых поверхностях чередующиеся полюса.

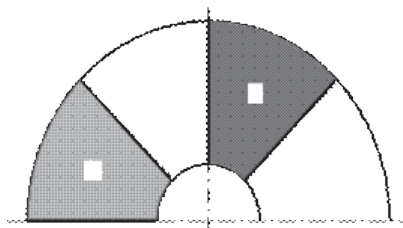


Рис. 2. Ротор быстрого вращения

Диски 10 статора и 12 ротора имеют чередующиеся секторы из магнитомягкого материала (на рис. 3 показаны темными) и немагнитного материала (на рис. 3 светлые). Магнитные элементы выполнены шихтованными из электротехнической стали.

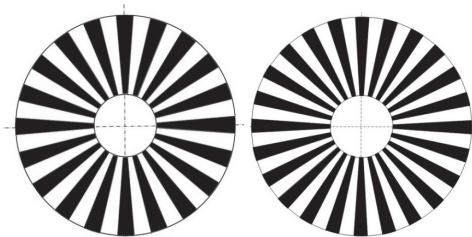


Рис. 3. Диск статора и ротора

Количество ферромагнитных элементов дисков статора z_c и ферромагнитных элементов дисков ротора медленного вращения z_p , приходящихся на одно полюсное деление, отличаются на единицу. На рис. 3 показан случай, когда число пар полюсов $p = 2$, $z_c = 20$, $z_p = 24$.

Кольца 4, 5 пакета статора и зубцы 6 выполнены лентой из электротехнической стали путем навивки. Зубцы 6 с коронками имеют вид секторов. Они установлены на кольце 4 пакета статора. Катушки, расположенные диаметрально, соединены последовательно встречно и образуют три фазы обмотки статора: А, В и С.

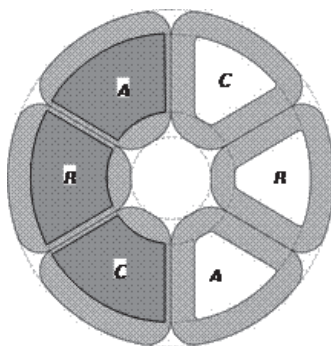


Рис. 4. Зубцы с коронками и катушками

Синхронный электродвигатель с магнитной редукцией работает следующим образом. При подаче на обмотку статора трехфазной системы напряжений возникает вращающееся магнитное поле с четырьмя полюсами. Оно увлекает за собой ротор быстрого вращения. Вместе с ним вращаются области большой магнитной индукции в дисках статора и ротора медленного вращения. В результате ротор медленного вращения поворачивается так, что места совпадения положений ферромагнитных элементов дисков статора и соответствующих ферромагнитных элементов дисков ротора медленного вращения находятся в зонах максимума модуля магнитной индукции.

За половину периода напряжения питания $T/2 = \pi/\omega$ ротор быстрого вращения повернется на угол $\pi/2$, а места максимума модуля магнитной индукции повторятся. При этом ротор медленного вращения должен повернуться на один сектор, т. е. на угол $2\pi/z_p$. Следовательно, магнитный редуктор имеет передаточное отношение $z_p/4$. Поэтому скорость вращения ротора медленного вращения будет $\omega_m = 2\omega/z_p$. Здесь ω – угловая частота напряжения питания. Момент на валу медленного вращения $M_m = z_p M_b/2$.

Наличие нескольких дисков статора и ротора вызывает многократную деформацию магнитного поля в зоне дисков, что увеличивает развиваемый момент и позволяет улучшить массогабаритные показатели.

Передача момента от ротора быстрого вращения к ротору медленного вращения является упругой – через магнитное поле. При увеличении момента нагрузки на валу медленного вращения он отстает на некоторый угол от положения, соответствующего холостому ходу.

Электродвигатель не имеет механических контактов между подвижными активными частями, бесшумен в работе, имеет большой срок службы, определяемый подшипниками, допускает ударные нагрузки, так как связь между роторами осуществляется через магнитное поле.

Удельная энергия магнитного поля определяется выражением

$$w = \frac{BH}{2}.$$

При линейной кривой размагничивания максимальная энергия постоянного магнита достигается при условии равенства магнитных сопротивлений постоянного магнита и нагрузки, которой являются зазоры между дисками статора и ротора медленного вращения. Это равенство выполняется, если толщина магнита равна сумме длин зазоров между дисками, т. е. при выполнении равенства

$$h_m = 2m\delta,$$

где δ – зазор между дисками, m – число дисков ротора медленного вращения. За счет этого заявленный электродвигатель имеет повышенные энергетические показатели.

Благодаря установке подшипника 17 ротора быстрого вращения на вал 14 увеличивается база для вала и упрощается конструкция, т.к. вал быстрого вращения отсутствует. Ротор быстрого вращения усиливает поле, созданное обмоткой двигателя, и передает момент транзитом от статора к магнитному редуктору.

Таким образом, в результате установки ротора быстрого вращения на валу основание вала увеличено, а конструкция упрощена, так как вал быстрого вращения отсутствует. Ротор быстрого вращения усиливает поле, создаваемое обмоткой двигателя, и передает момент, проходящий от статора к магнитному редуктору. Также предлагается использовать только один вал, на котором будут расположены оба ротора. В результате был получен более простая и надёжная конструкция.

Литература

1. Афанасьев А. Ю., Давыдов Н. В. Синхронный электродвигатель с магнитной редукцией. Патент РФ № 2375806, МРС H02K19/06, H02K19/10, H02K16/00, H02K21/12, 2009.12.10.



**ПРИМЕСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В МАСЛЕ – ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ВНУТРЕННЕЙ
ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО АППАРАТА**

Лютикова М.Н.,

Филиал ПАО «ФСК ЕЭС» – Ямало-Ненецкое ПМЭС, г. Ноябрьск

**IMPURITY COMPOUNDS IN THE OIL-INDICATORS OF THE STATE OF INNER INSULATION OF A
HIGH VOLTAGE DEVICE**

Lyutikova M.N.,

The branch of PSC «FGS UES» – Yamal-Nenets CEBG

Аннотация

В статье приведен краткий обзор по химическому составу изоляционных материалов, работающих внутри высоковольтного оборудования довольно продолжительное время. Обсуждена информационно-диагностическая роль компонентов, образующихся при эксплуатации жидкой и твердой изоляции аппарата.

Annotation

The article gives a brief overview of the chemical composition of insulating materials operating inside high-voltage equipment for quite some time. The information-diagnostic role of the components formed during the operation of the liquid and solid insulation of the apparatus is discussed.

Внутренняя изоляция маслонаполненного высоковольтного оборудования состоит из жидкого диэлектрика и твердой (целлюлозной) изоляции. На протяжении всего срока службы масло находится в контакте с целлюлозой, и в целом совокупность «масло-твердая изоляция» составляет единую изоляционную систему, эксплуатационные характеристики которой необходимо поддерживать в работоспособном состоянии для надежного и продолжительного функционирования электрооборудования.

Трансформаторное масло, кроме того, что является диэлектриком, служит в качестве теплоотводящей и информационно-диагностической среды.

Минеральные масла разных марок (ГК, ВГ, ТКп, Т-750, Nytro 11GX, Nytro 10X и др.) – очищенная нефтяная фракция, выкипающая при температурах около 300-400 °С.

Химический состав минеральных масел многообразен и зависит, прежде всего, от нефти, технологии получения и очистки масляного дистиллята.

Основную часть масла по массе (до 95%) составляют насыщенные углеводороды алканы (парафины) и нафтеновые УВ (циклопарафины). Обязательными составляющими масел являются ароматические углеводороды. В состав входят также соединения с гетероатомами: асфальто-смолистые вещества (1,0-2,5%), сернистые компоненты (0,6-0,7%), азотсодержащие органические соединения (до 0,8%), нафтеновые кислоты (до 0,02%), соединения, содержащие металлы (10-3-10-5 %) [1].

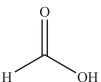
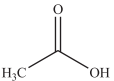
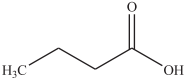
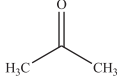
В процессе работы высоковольтного оборудования на изоляционное масло воздействует несколько факторов: повышенная температура, высокая напряженность электрического поля, металлические детали оборудования, кислород воздуха, световая энергия, механические примеси. В результате комплекса жестких условий запускается радикально-цепной механизм окисления углеводородов и других соединений масла. Доминирующим фактором старения масел является окислительные превращения УВ.

Без того не простой молекулярный состав жидкого диэлектрика сильно изменяется. В нем появляются перекиси, спирты, альдегиды, кетоны, кето- и оксикислоты, карбоновые кислоты, сложные эфиры, кислоты жирно-ароматического ряда, металлоорганические веще-

ства (органические соли Cu, Fe). При «глубоком старении» масел образуются вода, углекислый газ и летучие кислоты [1].

В подтверждении вышесказанного и определения конкретных соединений в нашей лаборатории были проведены эксперименты. На образцы масла (ГК, ТКп) воздействовали одновременно двумя факторами: нагревание пробы до 80°C с доступом кислорода воздуха. Провели качественную оценку состава проб масла до и после воздействия с помощью метода ГХ/МС (газовая хроматография с масс-селективным детектором). Из таблицы 1 видно, что после воздействия появляются полярные соединения: карбоновые кислоты и спирты. Такие же соединения сняты и с отработанного силикагеля из ТСФ силового трансформатора. При этом КЧ и ВКЩ не изменились.

Таблица 1. Примесные соединения в масле после нагревания с доступом воздуха

Название вещества	Структурная формула	Объект				
		ГК до	ГК после	ТКп до	ТКп после	Отработанный силикагель
Муравьиная кислота		-	+	-	+	+
Уксусная кислота		-	+	-	+	+
Масляная кислота		-	+	-	+	+
Ацетон		-	+	-	+	+
Этанол	C2H5OH	-	+	-	+	+
Бутанол	C4H9OH	-	+	-	+	+
КЧ, мг КОН/г масла		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	Не определяется
ВКЩ		Отс.	Отс.	Отс.	Отс.	Не определяется

Перечисленные вещества, образуя истинный раствор, сами по себе практически не снижают электрическую прочность масла. Однако, постепенно накапливаясь, взаимодействуя между собой, они способны образовывать опасные соединения (мыла, смолы, асфальтогеновые кислоты, карбены, карбоиды, эстолиды), находящиеся в масле в коллоидном состоянии или, еще хуже того, в виде осадков. Осадки ухудшают отвод тепла от деталей оборудования, а также могут спровоцировать пробой изоляции.

Многие полярные соединения способны взаимодействовать с элементами конструкции трансформатора, вызывая коррозию металлов (в частности НМ кислоты). Кроме того, вещества сорбируются целлюлозой и необратимо ускоряют ее старение.

Электротехнические сорта бумаг производят из технической целлюлозы, в основном состоящей из цепей остатков β – глюкозы, а длины этих цепей характеризуются показателем, названным степенью полимеризации. Чем выше СП, тем выше механическая прочность бу-



маги на излом, и тем выше стойкость бумаги при воздействии сквозных токов короткого замыкания (тем меньше риск возникновения витковых замыканий). Для новой бумаги значение СП, как правило, составляет 1000-1300.

На скорость снижения СП, а значит, потери ее механической прочности, прежде всего, влияют такие факторы, как повышенная влагосодержание, адсорбированные полярные соединения, температура. При воздействии данных факторов запускаются механизмы гидролитического, окислительного и термического разложения. В результате чего, появляются новые соединения: вода, оксид и диоксид углерода, фурановые соединения. Наиболее стабильным из фуранов является фурфурол.

В 90-х в результате многочисленных опытов, было выяснено, что фурановые соединения образуются только при старении бумажной изоляции. Рабочая группа 15.01 СИГРЭ в 1997 году подытожив исследования разных ученых и специалистов, приняла косвенный метод оценки ресурса целлюлозной изоляции по концентрации фурановых производных в масле (табл. 2).

Таблица 2. Оценка старения твердой изоляции по концентрации фуранов

Степень старения бумаги	Величина DP, отн. ед.	Средняя концентрация фуранов, мг/кг	Возможность эксплуатации	Контроль состояния
Практически новая	Более 1000	Менее 1,84	Возможна	–
Слегка состарившаяся	999-601	1,84	Возможна	Проба 1 раз в 2-3 года
Средняя степень старения	600-401	5,52	Пока еще возможна	Проба 2-3 раза в год
Сильное старение	400-251	7,1	При возможности отключить	Отключение с обследованием
Очень сильное старение	250-151	Более 7,1	Работа с риском повреждения	Отключение
Крайняя степень старения	Менее 150	Более 7,1	Начало потери механической прочности	Безусловное отключение

В Российском СТО [2], введенное в мае 2017 года, предельно-допустимое значение содержания фурановых производных в трансформаторном масле составляет не более 0,0006 % массы (6 мг/кг). Если использовать данную градацию, принятую РГ 15.01 СИГРЭ, применительно к нашим нормам, то предельный ресурс твердой изоляции отечественного оборудования по СП составляет между 400 и 250 отн. ед.

В отличие от прямого метода измерения СП, косвенный метод оценки остаточного ресурса твердой изоляции немного упрощал задачу, особенно в эксплуатации (отбор проб масла можно проводить гораздо чаще, чем образец картона).

Однако, к настоящему времени известно, что на скорость образования фурановых соединений влияет множество факторов, такие как температура, конструкция трансформатора, тип бумаги, уровень влагосодержания и др. При доступе кислорода воздуха, а также в кислой среде фураны разлагаются. Поэтому применение косвенного метода оценки состояния твердой изоляции по фурановым производным с высокой достоверной вероятностью на практике затруднено.

Канадскими специалистами [3] выявлен еще один маркер старения изоляции. Выяснено, что в результате разрыва одной 1,4-β-гликозидной связи целлюлозы образуется одна молекула метанола. При этом образование метанола не зависит от температуры и влагосодержания

изоляционной среды, а пропорционально числу разрывов 1,4-β-гликозидных связей. Исследователи вывели зависимость концентрации метанола в масле и степени полимеризации целлюлозы от времени ее старения, т. е. с понижением СП концентрация метанола возрастает.

Применение косвенного метода оценки ресурса твердой изоляции по метанолу в отношении отечественного оборудования может быть затруднено, т. к. на сегодняшний день накоплено мало данных. Следует понимать, что концентрация метанола будет зависеть от многих факторов: конструкции аппаратов, сорбции вещества различными материалами, распределение метанола между маслом и бумагой и т. д. Еще одна трудность заключается в том, что в зарубежных лабораториях анализ метанола в маслах проводят на хромато-масс-спектрометре, который позволяет определять концентрацию на уровне 10-9 г. Этот метод достаточно дорогой для массового внедрения его в наши электросетевые лаборатории. Поэтому необходимо разработка наиболее доступного метода определения.

Мы провели серию опытов. В качестве объектов испытания были взяты пробы масла из работающего силового трансформатора и пробы отработанного силикагеля из ТСФ трансформатора. На рис. 1а и 1б приведены хроматограммы, полученные соответственно с помощью хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) и традиционной газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором (ГХ/ПИД).

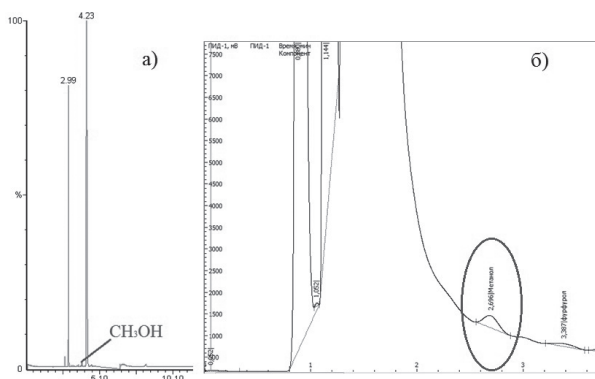


Рис. 1. Хроматограммы, полученные при анализа пробы масла методом ГХ/МС (а) и пробы отработанного силикагеля методом ГХ/ПИД (б)

В случае применения метода ГХ/МС чувствительности метода хватает для определения метанола непосредственно в пробе масла. Однако при анализе традиционной газовой хроматографией метанол в масле не был обнаружен. На рис. 1б приведена хроматограмма, где виден достаточно хороший пик метанола в отработанном силикагеле, что связано с концентрированием метанола в адсорбенте. Поэтому определению метанола в трансформаторном масле методом ГХ/ПИД должна предшествовать специальная пробоподготовка.

Таким образом, компоненты или группы веществ, идентифицируемые в изоляционных материалах, могут служить индикаторами состояния, как жидкой, так и твердой изоляции. Поскольку главная цель энергетики – бесперебойное электроснабжение, обеспечение высокой надежности работы и увеличение межремонтного периода ЭО, необходимо постоянно совершенствовать методы диагностики, в т. ч. химические, позволяющие определять вещества-маркеры.



Литература

1. Черножуков Н. И., Крейн С. Э., Лосиков Б. В. Химия минеральных масел. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 416 с.
2. СТО 34.01-23.1-001-2017. Объем и нормы испытания электрооборудования/Стандарт ПО «Россети» (введен Распоряжением ПАО «Россети» от 29.05.2017 № 280р). 2017. – 262 с.
3. Arroyo O., Fofana I. Relationships between Methanol Marker and Mechanical Performance of Electrical Insulation Papers for Power Transformers under Accelerated Thermal Aging // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 22, No. 6, 2015. – p. 3625-3632.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Танеева А. В., Кузнецова Т. И.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

ANALYSIS OF METHODS OF PROCESSING SEWAGE SLUDGE

Taneeva A. V., Kuznetsova T. I.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

На сегодняшний день проблема утилизации и переработки осадков сточных вод стоит наиболее остро. Актуальность проблемы в том, что в России, как правило, производят обезвоживание осадков на иловых площадках, складывают на полигонах вблизи очистных сооружений. Такие полигоны опасны для окружающей среды, в основном из-за выделения неприятного запаха и вероятности загрязнения грунтовых вод. Стоит отметить, что осадки городских сточных вод практически не используются вновь. Цель данной работы заключается в поиске оптимального метода переработки осадков сточных вод. Рассмотрены основные методы переработки осадков сточных вод. На основании полученных результатов можно сделать вывод о перспективности дальнейшего использования высушенных осадков сточных вод, например для дальнейшего получения биотоплива.

Annotation

The problem of utilization and recycling of sewage sludge is the most urgent today. The urgency of the problem is that in Russia, as a rule, dewatering of precipitation is carried out on silt sites, stored at landfills near treatment facilities. Such landfills are dangerous for the environment, mainly due to the release of odor and the likelihood of contamination of groundwater. It is worth noting that precipitation of municipal wastewater is virtually not used again. The aim of this work is to find the optimal method of wastewater sludge treatment. There are considered the main methods of wastewater sludge treatment. Based on the results, it can be concluded that the further use of dried sewage sludge is promising, for example, for the further production of biofuel.

Осадки сточных вод – сложная многокомпонентная система, состоящая из органической и минеральной частей. В осадках городских сточных вод содержится большое количество микроорганизмов, в том числе патогенных, токсичных соединений особенно ионов тяжелых металлов, в концентрациях значительно превышающих ПДК металлов в почве. Количество осадков постоянно растет, и на сегодняшний день они являются основным загрязнителем окружающей среды. При выборе методов и оборудования для переработки осадков сточных вод существенную роль играют их состав, количество, стоимость оборудования и реагентов, экологическая безопасность.

Образующийся в процессе очистки сточных вод осадок характеризуется различными составом и свойствами, которые зависят от условия образования, метода очистки и условия эксплуатации очистных сооружений. Основная часть сухого вещества осадка из первичных отстойников (в среднем 60-75%) и активного ила (в среднем 70-75%) составляют органические вещества. Органическая часть активного ила в основном состоит из веществ белкового происхождения (до 50%) при содержании жиров и углеводов, соответственно, до 30-10%. В сыром осадке из первичных отстойников белков примерно в 2 раза меньше, а углеводов в 2,5-3 раза больше, чем в активном иле [1]. Органическая часть осадков быстро гниет, выделяя неприятный запах, при этом увеличивается количество коллоидных и мелко-дисперсных частиц, вследствие чего снижается водоотдача осадков. Основной составной частью сырого



осадка, избыточного и уплотненного активного ила, а также сброженного осадка является вода, которая достаточно трудно отделяется от минеральных и органических частиц. Во всех видах осадка (кроме отбросов с решеток и осадки из песколовков) содержится 90-99% влаги, которая состоит из свободной, коллоидно-связанной и гигроскопической воды.

Химический состав осадков необходимо знать для определения наиболее рациональных путей их переработки и использования. В табл. 1 приведен общий химический состав осадков городских сточных вод.

Таблица 1. Общий химический состав осадков городских сточных вод, % к абсолютно сухому веществу.

Типы осадков	Зола	α -целлюлоза	Гемичеселлюлоза	Белки, гуматы	Жиры	Общий азот	фосфор
Первичные сырые	15-35	5,5-5	5-7	15-21	18-26	3,2-3,8	1,4-2,5
Первичные сброженные в метантенках:							
– мезофильный процесс	28-40	2,8-9	5,8-9	35	7,6-9	3-4,3	2,4-4,8
– термофильный процесс	40-42	1,6	6,0	28	9	3,8	4,9
Активный ил из вторичных отстойников после аэротенков	25-30	0,8-2	2,6-2,2	30-35	7,11-14	7,3-6,8	5,4

Отходы, образующиеся в виде илового осадка после очистки осадков сточных вод, являются на сегодняшний день достаточно актуальной проблемой. На сегодняшний день отсутствуют надежные технологии, которые позволили бы полностью обезвредить отходы и переработать их в полезные для человека продукты.

В России, как правило, производят обезвоживание осадков на иловых площадках, складывают на полигонах вблизи очистных сооружений. Такие полигоны опасны для окружающей среды, в основном из-за выделения неприятного запаха и вероятности загрязнения грунтовых вод. Стоит отметить, что осадки городских сточных вод практически не используются вновь.

В связи с тем, что в настоящее время территорий пригодных для организации иловых площадок и размещения осадков, образующихся на станциях очистки городских сточных вод, катастрофически недостаточно, Водоканалы вынуждены все же таки внедрять более современные технологии обезвоживания осадков для сокращения их объемов (центрифугирование, использование ленточных фильтр-прессов). Никаких других более или менее заметных тенденций к изменению ситуации не наблюдается, за исключением нескольких проектов, реализуемых в Москве и Санкт-Петербурге (в том числе, попытки реализации технологии геотубирования) [2-5].

Было показано, что доли различных технологий переработки твердых отходов биологического происхождения (biosolids), к которым относятся высушенные осадки сточных вод, распределяются следующим образом: сжигание – 47%, размещение на землях сельскохозяйственного значения – 43%, другие виды мелиорации земель – 6% и размещение на полигонах – 4% [6].

Все перечисленные методы утилизации либо захоронения осадков городских сточных вод имеют свои недостатки, и ни один не является идеальным и универсальным. Естественно, что каждому методу предшествует своя технологическая цепочка предобработки осадка.

Анализ литературы показал, что на сегодняшний день наиболее перспективным и экологичным методом утилизации осадков сточных вод является их анаэробное сбраживание. Тогда как в нашей стране традиционно используется термофильный режим сбраживания, за рубежом ведутся весьма успешные поиски наиболее оптимальных режимов с высоким выходом биогаза. Также показана высокая эффективность сбраживания с разделением фаз по температурам (TRAD-процесс) [7].

Еще одна перспективная технология переработки осадков сточных вод – это термическое разложение для получения биотоплива. Технология является долгосрочной и экологически безвредной альтернативой полигонам. В настоящее время низко-температурный пиролиз и прямое термохимическое сжижение являются самыми распространенными технологиями с эффективным восстановлением биотоплива. Низкотемпературный пиролиз осадка сточных вод применяется с 1939 года, процесс осуществляется при избыточном давлении в аноксидном состоянии, при температуре около 250-500° С. В качестве исходного сырья применяются осадки сточных вод, которые должны быть полностью высушены, процесс получения биотоплива аналогичен процессу пиролиза нефти [8].

Литература

1. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика/под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 629 с.
2. Кинебас А.К., Васильев Б.В., Григорьева Ж.Л. и др. Обезвоживание осадков сточных вод на очистных сооружениях Санкт-Петербурга // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. №9. С. 54-59.
3. Аверьянов В.Н., Борткевич В.С. Комплексное решение задач обработки и утилизации осадка сточных вод городских станций аэрации // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2011. Т. 43. №7. С. 30-35.
4. Пахненко Е.П., Гунина Е.А., Николаев Ю.А., Грачев В.А. Критерии безопасного использования осадков сточных вод на примере новой и традиционной технологий их переработки // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2012. №4. С. 36-41.
5. Матти И. Санкт-Петербург планирует производить электроэнергию из осадка, получаемого в процессе очистки городских сточных вод // Вода и экология: проблемы и решения. 2012. №2-3. С. 127-136.].
6. Apedaile E. A perspective on biosolids management // Can. J. Infect. Dis. 2001. V. 12. №. 4. P. 202-204.
7. Bolzonella A., Cavinato C. Fatone F. et al. High rate mesophilic, thermophilic, and temperature phased anaerobic digestion of waste activated sludge: A pilot scale study // Waste Management. 2012. V. 32. P. 1196-1201.
8. Wang Y., Chen G., Li Y., Yan Be., Pan D.. Experimental study of the bio – oil production from sewage sludge by supercritical conversion process //Waste Management. 2013. V. 33. P. 2408-2415.



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ В АСПЕКТЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Гусакова Н.В., Филюшина К.Э., Добрынина О.И., Ярлакабов А.А.,
ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск*

THE APPLICATION OF THE TECHNIQUE OF OPTIMAL CHOICE OF SPACE-PLANNING AND CONSTRUCTIVE DECISIONS IN LOW-RISE BUILDINGS IN TERMS OF ENERGY EFFICIENCY AND RESOURCE SAVING

*Gusakova N. V., Filushina K. E., Dobrinina O. I., Yarlakabov A. A.,
Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk*

Аннотация

Проведено исследование по разработке методики оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий. Целью является применение разработанной системы критериев, влияющих на оптимальность выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий и сооружений, направленных на повышение эффективности капиталовложений, энерго- и ресурсосбережение, создание комфортных условий для населения с учётом климатического районирования местности строительства. Данные разработки могут быть применены при реализации инвестиционно-строительных проектов малоэтажной застройки различного типа территорий на основе местной базы строительных материалов.

Annotation

A study was conducted to develop a methodology for the optimal selection of space-planning and structural solutions in low-rise buildings. The aim is to apply the developed system of criteria that influence the optimality of the choice of the space-planning and constructive solutions of low-rise buildings and structures aimed at improving the efficiency of investments, energy and resource saving, creating comfortable conditions for the population, taking into account the climatic zoning of the construction site. Developments of the project can be applied while implementing investment-construction projects of low-rise housing at different kinds of territories based on the local building materials.

Стратегической целью государственной жилищной политики является формирование рынка доступного жилья экономического класса с внедрением энергоресурсов, берегающих технологий, современных материалов, обеспечением комфортных условий проживания граждан.

Особое место в этом процессе должно занять малоэтажное многоквартирное строительство, как один из наиболее оптимальных форматов развития на вновь осваиваемых территориях, где отсутствует проблема наличия свободных земельных участков и наблюдается высокая обеспеченность природными энергоносителями (углеводороды, биотопливо и т. д.).

Для увеличения темпов роста комплексной малоэтажной застройки, развития социальной и транспортной инфраструктуры (стимулирование социально-экономических процессов) необходимо на стадии проектирования разрабатывать оптимальные объемно-планировочные и конструктивные решения зданий в зависимости от его географического местоположения.

Комплексный подход оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений будет способствовать увеличению объемов ввода жилья экономического класса,

снижению его стоимости, соответствии требованиям комфорта, безопасности и энергетической эффективности зданий, увеличению количества граждан, способных самостоятельно улучшить свои жилищные условия. Это позволит, с одной стороны, решить проблему дефицита энергетических мощностей при строительстве, а с другой – сэкономить значительные средства собственников жилья [3].

Таким образом, особо актуальным являлась разработка теоретических и методических основ оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий, направленных на повышение эффективности капиталовложений, энерго- и ресурсосбережение, создание комфортных условий для населения, обеспечивающие устойчивое развитие малоэтажного строительства в контексте социально-экономических приоритетов с учётом климатического районирования местности строительства.

Весь комплекс научных исследований по энергоэффективным зданиям и их конструкциям опирается на солидный фундамент знаний [4-7]. Однако, несмотря на многочисленные исследования в области энергоэффективности и энергосбережения в строительстве они отличаются разрозненностью и не в полной мере систематизированы в рамках имеющейся специфики региональных условий. Публикуемые нормативные документы по энергосбережению отчасти охватывают весь спектр полученных результатов исследований только конкретного региона.

Предлагаемая методика позволяет уйти от традиционных схем выбора объемно-планировочных и конструктивных решений для малоэтажных зданий и дает возможность совершить оптимальный выбор с помощью представленных критериев: энергоэффективность, безопасность, комфорт проживания, экономическая эффективность капитальных вложений [8].

Следующий раздел посвящен созданию энергоэффективного малоэтажного дома и его обоснованию, применительно к выбранному типу объемно-планировочных и конструктивных решений, способствующих повышению энергоэффективности, безопасности, комфорту проживания и экономической эффективности.

Область наших исследований представляет территория континентального климата умеренного пояса, в которой наиболее востребованы малоэтажные здания с точки зрения социально-экономического развития вновь осваиваемых территорий. На основе применяемой методики был принят вариант малоэтажного здания блокированного типа.

Малоэтажный многоквартирный жилой дом (блок) представляет собой двухэтажное здание с размерами в плане в крайних осях 9,6 м x 8,0 м, со встроенным гаражом. Количество блоков зависит от социальной необходимости и объемом выделяемых средств из бюджета. Планировка квартир обусловлена четким функциональным зонированием на активную и пассивную зоны. На первом этаже – кладовая, санузел, ванная комната, кухня, гараж. На втором этаже – жилые комнаты.

Планировочные решения обеспечивают нормативную инсоляцию всех помещений для длительного пребывания людей (рис. 1).

Теплотехнический расчет наружной ограждающей конструкции выполнен по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» и СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Наружное ограждение рассчитываем, как плоскую стенку, разделяющую воздушные среды с различной температурой и влажностью, ограниченную параллельными поверхностями и перпендикулярную тепловому потоку. Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям рассчитывается по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003». В качестве несущего слоя ограждающей стены приняты следующие варианты: керамический кирпич, газобетонные блоки, брус (сосна), стеновая панель из керамзитобетона.

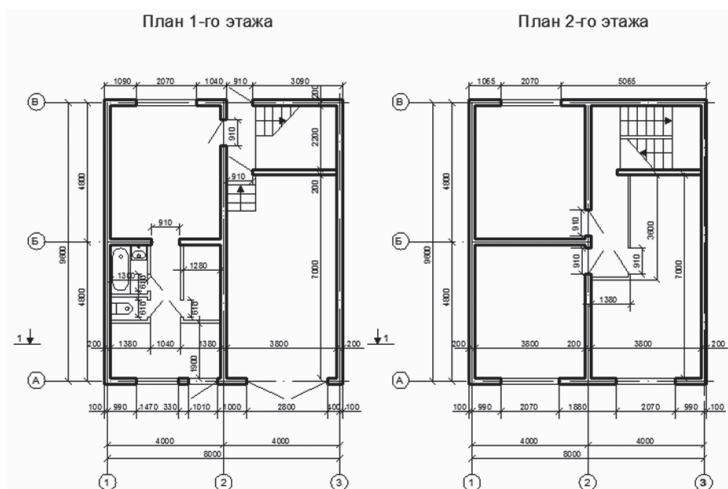


Рис. 1. Объемно-планировочные решения малоэтажного блокированного жилого дома

Примечание:

1. Толщину утеплителя принимаем 120 мм для всех вариантов ограждающей стены.

2. Для всех конструкций ограждающей стены принимаем $R_o^{норм} = 3,76 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$.

По результатам расчета принимаем толщину утеплителя 180 мм. Все рассматриваемые варианты соответствуют принятому нормируемому значению приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_o^{норм} = 3,76 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$, что в свою очередь, позволит возводить малоэтажные здания с наивысшим классом энергоэффективности А.

В проектируемом здании могут использоваться 2 типа кровель: скатная и плоская. Произведены соответствующие расчеты. Рассмотренные строительные материалы надежны и долговечны, соответствуют климатическим условиям. Вариативность выбора обуславливается минимальной стоимостью материала.

Расчетным путем составлен тепловой баланс здания, тепловые потери на нагрев infiltrирующего воздуха. Расчет тепловых потерь ограждающими конструкциями. Определены расходы горячей воды и теплоты. По результатам расчета принято решение об использовании комбинированной системы теплоснабжения. Основная система – тепловой насос, солнечные коллекторы обеспечивают необходимое покрытие расходов на ГВС.

Из условия максимального энергосбережения для малоэтажных зданий блокированного типа принята горизонтальная система отопления с размещением теплового насоса в техническом помещении. Для пиковых нагрузок в периоды стояния низких наружных температур условия комфорта в помещениях не снижаются за счет использования дизельного генератора, установленного в каждом гараже квартиры. Для покрытия нагрузки на ГВС на одну блок-секцию необходимо установить 13 солнечных коллекторов общей площадью 26 м^2 .

При проектировании объектов строительства особое внимание уделялось не только финансовой эффективности строительства, но и эксплуатационной. Таким образом, показатель эффективности является многокомпонентным, потому как в данном проекте рассматривается эффективность как при строительстве, так и при дальнейшей эксплуатации зданий. Экономия при строительстве достигается за счет внедрения оптимальных конструктивных решений, позволяющих увеличить теплозащиту ограждающих конструкций, а также за счет оборудования (при его отсутствии для отопления малоэтажного здания блокированного типа потребовалось бы строительство котельной, что привело бы к дополнительным затратам).

Эксплуатационный эффект получаем за счет экономии на коммунальных услугах, в частности на отоплении и горячем водоснабжении.

При расчете эффективности капитальных вложений малоэтажных зданий блокированного типа за расчетный период учитывается стоимость материалов, строительно-монтажных работ, стоимость замены или ремонта, срок службы, стоимость за 1 год эксплуатации. Произведены расчеты предстоящих результатов и затрат в пределах расчетного периода (горизонт расчета), в качестве которого принимаем период 30 лет. Шаг расчета принимался равный одному году.

За основу взяты результаты теплотехнического расчета ограждающей конструкции, остекление и двери, покрытие и пол. Энергетические системы: система отопления, система горячего водоснабжения для бытовых нужд, система водоотведения.

В результате расчета экономической эффективности малоэтажного здания блокированного типа, наименьшие затраты на строительство дома из бруса – 6256,77 руб./м². Экономический эффект достигается использованием тепловых насосов за счет сокращения коммунальных платежей (в частности за отопление и ГВС) по сравнению с использованием централизованной и локально-централизованным типе энергообеспечения. Стоимость инженерных систем составляет – 3766 руб/м². Стоимость коммунальных услуг (ГВС + теплоснабжение) при локальном типе энергообеспечения в год составляет – 43,58 руб./м² [9].

В результате проведенных исследований обоснована техническая возможность и экономическая целесообразность создания малоэтажных энергоэффективных зданий экономического класса. Максимальный эффект энергосбережения может быть достигнут при комплексном рассмотрении объемно-планировочных и конструктивных решений, а также применения возобновляемых источников энергии при строительстве инженерных систем. Повышение уровня применяемых технических решений приводит к увеличению капитальных затрат на строительство, однако, эффект достигается за счет экономии топливно-энергетических ресурсов и социальной защиты населения [10].

Методика оценки эффективности капитальных вложений малоэтажных зданий блокированного типа позволила определить стоимость эксплуатации на 1 м²/год. В результате расчетов предстоящих затрат и результатов в пределах расчетного периода самым экономичным принят вариант жилого дома блокированного типа в деревянном исполнении. Расчеты показывают, что за счет экономии тепла повышение единовременных затрат окупятся за 5 лет.

Статья выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации МК-2273.2018.6 «Разработка и технико-экономическое обоснование выбора объемно-планировочных и конструктивных решений в малоэтажном жилищном строительстве в аспекте повышения энергетической эффективности и ресурсосбережения».

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 323 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации».
2. Васильев Г. П. Одна из главных проблем энергоэффективности – отсутствие контроля качества строительства – Энергосбережение. 2014. № 6. С. 10-12.
3. Корниенко С. В. Комплексная оценка энергоэффективности и тепловой защиты зданий. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 11 (26). С. 33-48.
4. Горшков А. С., Ливчак В. И. История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям – Строительство уникальных зданий и сооружений. № 3 (30). С. 7-37.



5. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Системный анализ проектирования энергоэффективных зданий – Architecture and Modern Information Technologies. 2015. № Special. С. 14.
6. А. Н. Асаул, Ю. Н. Казаков, Н. И. Пасяда, И. В. Денисова. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России Под ред. д. э. н., проф. А. Н. Асаула. – СПб.: «Гуманистика», 2005. – 563с.
7. Козачун Г.У., Смык О.Г. Принципы формирования объемно-планировочных решений жилых усадебных домов с обслуживанием Жилищное строительство. 2008. № 7. С. 35-37.
8. Филюшина К.Э., Гусакова Н.В., Гусаков А.М., Минаев Н.Н., Добрынина О.И. Разработка подходов к оптимальному выбору объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий. Экономика и предпринимательство. 2016. № 10-3 (75-3). С. 423-426.
9. Natalya Gusakova, Nikolay Minaev, Kristina Filushina, and Alexander Gusakov. Approaches to optimum selection of space-planning and structural solutions of low-rise buildings AIP Conference Proceeding 1800, 050008 (2017).
10. В.С. Казейкин, С.А. Баронин, А.Г. Черных, А.Н. Андросов Проблемные аспекты развития малоэтажного жилищного строительства России: Монография/Под общей редакцией Академика МАИН В.С. Казейкина и проф. С.А. Баронина. – М: ИНФРА-М, 2011. – 278 с.

**ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТОКАМИ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ
С ВОЗБУЖДЕНИЕМ ОТ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ С УЧЁТОМ ПОТЕРЬ В СТАЛИ**

Макаров А. В., Афанасьев А. Ю., Берёзов Н. А., Газизов И. Ф.,
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева (KNITU-KAI)», г. Казань

**OPTIMAL CURRENT CONTROL OF PERMANENT-MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR
WITH CORE LOSSESS**

Makarov A. V., Afanasev A. Yu., Berezov N. A., Gazizov I. F.,
Kazan national research technical university n. a. A. N. Tupolev (KNRTU-KAI), Kazan

Аннотация

Разработка оптимальных законов управления токами синхронных электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов с учетом нелинейности магнитопровода.

Annotation

Formulation of optimal current control strategy for synchronous electric motors with excitation from permanent magnets taking into account the nonlinearity of the core.

При синтезе оптимальной программы управления токами электродвигателей используется система уравнений, имеющая большое число переменных. Это напряжения и токи фаз обмотки ЭД, электромагнитный момент, угол поворота и частота вращения.

Задача оптимальное управление токами электродвигателя предполагает квазистационарный режим работы электродвигателя, при котором скорость вращения принимается постоянной, и требуется найти токи обмотки электродвигателя, создающие требуемый электромагнитный момент при минимальной мощности потерь.

Потери в стали статора синхронного двигателя можно учесть с помощью эквивалентной короткозамкнутой обмотки. Положим, что эта обмотка имеет то же число витков, что и обмотка статора, и расположена в тех же пазах. Однако активное сопротивление фазы эквивалентной обмотки во много раз превышает активное сопротивление фазы статора.

С учетом формул:

$$P_c = B_m^2 (\eta \omega + \xi \omega^2); (1)$$

$$P_c = \frac{E^2}{\bar{r}} = \frac{(4,44 w f \Phi)^2}{\bar{r}} = \frac{c_0 \omega^2 B_m^2}{\bar{r}}; (2)$$

$$\bar{r} = \frac{c_0 \omega^2}{\eta \omega + \xi \omega^2} (3)$$

приходим к окончательной формуле

$$\bar{r} = \frac{r_\infty \omega}{\omega_0 + \omega}. (4)$$

Здесь r_∞ – активное сопротивление фазы эквивалентной обмотки потерь при бесконечной частоте вращения ω .

Согласно теории обобщенной электрической машины, электромагнитный момент синхронного двигателя определяется формулой:

$$M = p(i_q \Psi_d - i_d \Psi_q). (5)$$



В установившемся режиме уравнения баланса напряжений имеют вид:

$$u_d = r i_d - \omega L_q (i_q + \bar{i}_q); (6)$$

$$u_q = r i_q + \omega L_d (i_d + \bar{i}_d) + \omega \Psi_0; (7)$$

$$0 = \bar{r} \bar{i}_d - \omega L_q (i_q + \bar{i}_q); (8)$$

$$0 = \bar{r} \bar{i}_q - \omega L_q (i_q + \bar{i}_q); (9)$$

Как видно, различие между фазами обмотки статора и эквивалентной обмотки заключается в том, что вторая обмотка короткозамкнутая и слева стоят нули, и в разных активных сопротивлениях их фаз r и $\bar{r}$.

Выражение для электромагнитного момента принимает вид:

$$M = p(i_q + \bar{i}_q)[\Psi_0 + (L_d - L_q)(i_d + \bar{i}_d)]. (10)$$

Из уравнений (3.66) и (3.67) следуют формулы:

$$\bar{i}_d = \frac{\omega L_q (i_q + \bar{i}_q)}{\bar{r}}; (11)$$

$$\bar{i}_q = - \frac{\omega [\bar{r} (L_d i_d + \Psi_0) + \omega L_d L_q i_q]}{\bar{r}^2 + \omega^2 L_d L_q}. (12)$$

Задача заключается в отыскании таких значений i_d , i_q , при которых создается требуемый электромагнитный момент при минимальной мощности потерь, определяемой выражением:

$$P = r(i_d^2 + i_q^2) + \bar{r}(\bar{i}_d^2 + \bar{i}_q^2) \Rightarrow \min. (13)$$

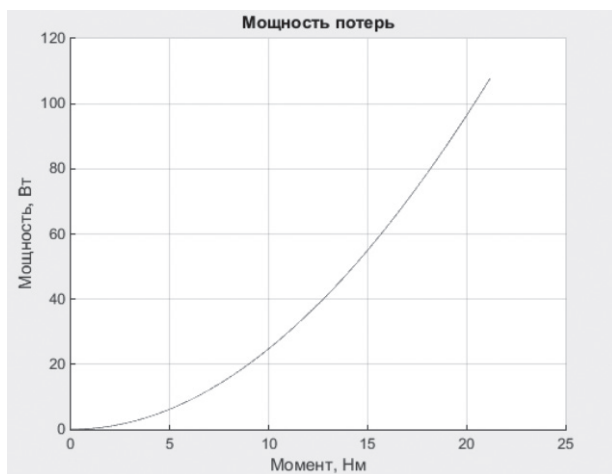


Рис. 1. Зависимость мощности потерь от момента

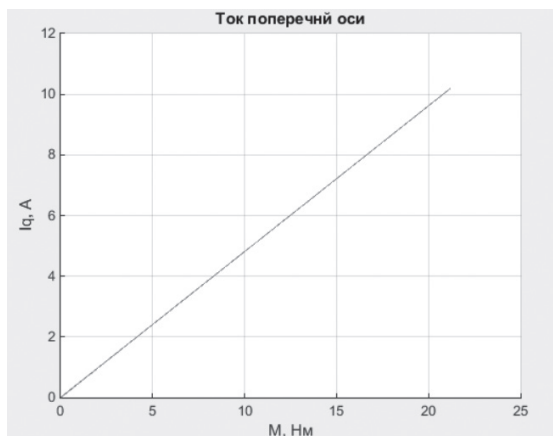


Рис. 2. – Зависимость поперечной оси от момента

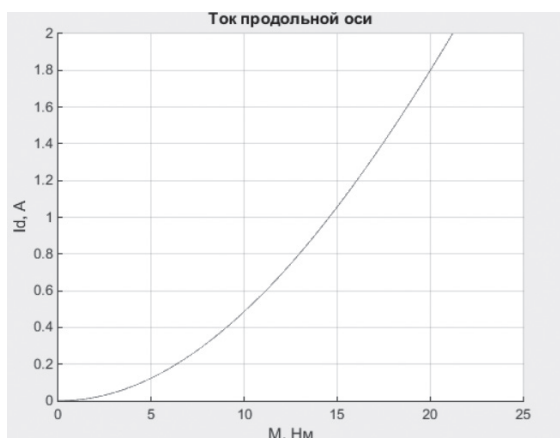


Рис. 3. – Зависимость тока продольной оси от момента

На рисунках 1-3 показаны зависимости токов и мощности потерь от момента при постоянной частоте вращения 200 с^{-1} . Параметры имеют следующие значения: $r = 0,2 \text{ Ом}$; $\bar{r} = 200 \text{ Ом}$; $L_d = 0,02 \text{ Гн}$; $L_q = 0,012 \text{ Гн}$; $\Psi_0 = 1 \text{ Вб}$; $p = 2$; $\omega_0 = 300 \text{ с}^{-1}$; $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$.

Как видно из приведенных в работе задач и путей их решения, важной проблемой является оптимальное управление токами двигателя для создания требуемого электромагнитного момента при минимальной потребляемой мощности.

Литература

1. Афанасьев А. Ю. Моделирование электроприводов на ПЭВМ в системе Turbo-Pascal 5.5: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 1999. 60 с.
2. Макаров А. В. Афанасьев А. Ю. Оптимальное управление гибридной силовой установкой транспортного средства с переключением передач: Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы докладов II Поволжской научно-практической конференции/под общ. ред. Э. Ю. Абдуллазянова. – В 3 т. Т. 2. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – 355 с.



КАУЧУК – КАК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ

Хаеретдинова А. Д., Барышева О. Б.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

RUBBER AS ENERGY EFFICIENT MATERIAL

Haeretdinova A. D, Barysheva O. B.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Статья посвящена такому современному энергоэффективному материалу как каучук. Выявлены факторы, оказывающие влияние на коэффициент теплопроводности. Рассматриваются и сравниваются его основные свойства. Особое внимание обращается на следующие характеристики: долговечность, экологичность универсальность, пожарную безопасность.

Annotation

This article is devoted to the modern energy efficient material like rubber. Factors effecting thermal conductivity coefficient are identified. Main properties of coefficient are considered and compared. Special attention is paid to the following characters: longevity, environmental friendliness, university, fire safety.

В настоящее время в основе каждого технологического процесса лежит экономия ресурсов. Затраты на энергию растут и вопрос трубной изоляции также становится все актуальней. Изоляция трубопроводов значительно сокращает тепловые потери, защищает от явлений окружающей среды, тем самым увеличивает эффективность и эксплуатационный срок магистралей.

На сегодняшний день наиболее универсальным материалом для решения задач тепловой изоляции инженерных коммуникаций является каучуковая теплоизоляция труб. Температурный диапазон применения (от -200оС до +150оС) определяет широкое использование материала: горячее и холодное водоснабжение, газопроводы и нефтепроводы, различные охлаждающие установки (рис. 1).

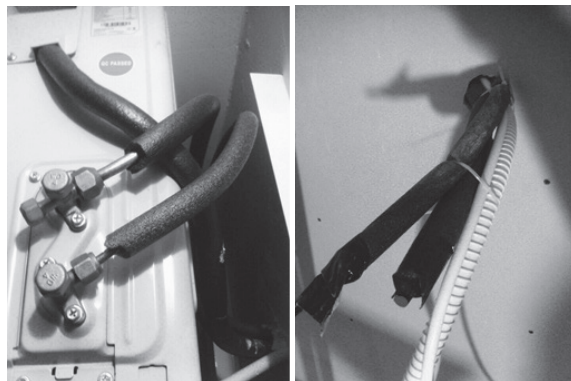


Рис. 1 Пример использования вспененного каучука в системе кондиционирования

Коэффициент теплопроводности сырья, из которого изготавливается изоляция, определяет эффективность всего сооружения. Коэффициент теплопроводности вспененного каучука колеблется от 0,03 до 0,04 Вт/м·К, чем меньше теплопроводность материала, тем медленнее

сквозь него передается более высокая или более низкая температура. Поэтому коммуникации, транспортирующую горячую воду, требуют применение изоляции, которая отличается низким коэффициентом теплопроводности, так как без правильной теплоизоляции трубопровод будет отдавать тепло в окружающую среду, показывая низкую эффективность.

В. Ф. Шведов показал [1], что коэффициент теплопроводности изоляционных материалов является сложной функцией, которая зависит от многих факторов: температуры, химического состава, объемной массы и размера пор, влажности и т. д. В этой же статье отмечается, что при снижении температуры теплопроводность ячеистых материалов уменьшается. Кроме того, за счет высокого сопротивления увлажнению снижение их теплозащитных свойств гораздо меньше, чем у материалов волокнистой структуры. Наиболее эффективны по теплопроводности материалы с наименьшей способностью к увлажнению, наименее паропроницаемые. Теплоизоляция из вспененного каучука (с закрытой ячеистой структурой) имеет чрезвычайно высокое сопротивление влагопоглощению.

Всего лишь около 15% применяемой в промышленности изоляции работает при широком диапазоне отрицательных температур. Одной из основных областей применения каучуковой теплоизоляции являются низкотемпературные объекты. В последние годы рассматриваемый материал показал себя как хороший изолятор в системах умеренного холода. Однако, с ростом тенденции потребления сжиженного природного газа, возникла необходимость применения каучукового изолятора при криогенных температурах. Во избежание больших потерь холода и сжиженных газов от испарения при транспортировке и хранении, материалы подвергаются испытаниям. Они заключаются в имитации реальных условий работы. Такие испытания проводились как в России, так и в Европе [2]. Методики испытаний заключались в циклическом охлаждении и нагревании испытываемого объекта при помощи заполнения трубы жидким азотом и опорожнения ее сжатым воздухом. По окончании испытаний никаких разрушений, образования конденсата и льда обнаружено не было, что подтвердило эффективность применения вспененного каучука даже в областях криогенных температур.

По сравнению с минераловатными изделиями, материал из вспененного каучука не подвержен уплотнению, а также отсутствует опасность выделения пыли, которая, по мнению многих авторов, является онкогенной. Поэтому она не подлежит обязательному покрытию и не имеет ограничений по применению на объектах с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями. [3]

Цена на каучуковые изоляторы выше, в отличие, например, от полиэтилена. Однако, здесь возникает вопрос соотношения цены и качества. Потребитель платит за такие качества материала, как долговечность, экологичность, безопасность, простота монтажа. При возгорании такого материала, как полиэтилен, выделяется окись углерода – невидимый газ без запаха, что представляет большую опасность для жизни человека. Когда в свою очередь вспененный каучук имеет дымообразующую способность, тем самым позволяет найти очаг возгорания. [4]

Действительно, стоимость не всегда играет большую роль при приобретении материала. Особенно в различных холодильных установках, где цена изоляции составляет малую часть от стоимости всей системы (холодильных машин, компрессоров и т. д.).

Многие энергоэффективные теплоизоляционные материалы не доказывают свою состоятельность в вопросе обеспечения долговечности, экологичности и пожаробезопасности. Применение теплоизоляционных материалов с невысокой долговечностью приведет к необходимости частого ремонта или замены оборудования. Практика показывает, что изделия из вспененного каучука эффективны не только с точки зрения теплофизики, они обладают хорошими эксплуатационными и технологическими свойствами.



Литература

1. Шведов В. Ф. Теплопроводность низкотемпературной теплоизоляции/Журнал «Холодильная техника» № 1/2006. – с. 2-4.
2. Применение каучуковой изоляции в низкотемпературных системах [Электронный ресурс]; // URL: <http://www.coldstore.ru/info/paper/paper=61> (дата обращения 02.01.2018)
3. Преимуществавспененногокаучука[Электронныйресурс];//URL:http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=863 (дата обращения 02.01.2018).
4. Ухов Б.С. Каучук и полиэтилен – в чем разница [Электронный ресурс]; // URL: <http://www.stroitelnyj.ru/thread/6349.html> (дата обращения 03.01.2018).

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАБИЛИЗАТОРА РАСХОДА
ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА**

Сафиуллин Ф. Ф., Бройда В. А.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**EXPERIMENTAL INSTALLATION FOR RESEARCH
VENTILATION AIRFLOW STABILIZER**

Safiullin F. F., Broyda V. A.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Энергоэффективная работа систем естественной вентиляции при изменяющихся погодных условиях в большей степени зависит от их способности поддерживать постоянным заданный расход воздуха. Использование простых и недорогих стабилизирующих устройств прямого действия, поддерживающих заданный расход воздуха за счет энергии регулируемого потока воздуха, позволяют снизить затраты тепловой энергии. В работе представлена экспериментальная установка для изучения свойств стабилизирующего устройства, моделирования изменения гравитационного давления и проверки работоспособности стабилизирующего устройства.

Annotation

Energy-efficient operation of natural ventilation systems under changing weather conditions depends to a large extent on their ability to maintain a constant set air flow at a constant rate. The use of simple and inexpensive stabilizing devices of direct action, which support a given air flow due to the energy of the regulated air flow, allows to reduce the cost of thermal energy. The paper presents an experimental setup for studying the properties of the stabilizing device, modeling the change in gravity pressure and testing the stability of the stabilizing device.

Предмет исследования

Понижение температуры наружного воздуха сопровождается возрастанием гравитационного давления, которое ведет к увеличению расхода воздуха в вентиляционной системе и повышению затрат тепла на его нагревание в зимний период. Поэтому предусматривают установку стабилизирующего устройства.

Стабилизирующее устройство расхода вентиляционного воздуха [1] представляет собой конструкцию, в которой имеется подвижный регулирующий орган цилиндрического типа, перемещающийся по направляющим. Давление регулируемого потока воздуха, действуя на подвижный регулирующий орган, уменьшает длину сечения для прохода воздуха, за счет чего и поддерживается расчетный расход. Для обеспечения контролируемого перемещения регулирующего органа используется упругий элемент. Контролируемое перемещение регулирующего органа обеспечивается использованием упругого элемента.

Цель исследования

Целью данного исследования является конструирование и подготовка экспериментальной установки для изучения свойств стабилизирующего устройства, моделирования изменения гравитационного давления и проверки способности стабилизирующего устройства, содержащий упругий элемент, поддерживать постоянный расчетный расход.



Метод исследования

Был разработан и сконструирован экспериментальный стенд (рис. 1) для изучения свойств стабилизирующего устройства, моделирования изменения гравитационного давления и проверки работоспособности стабилизирующего устройства.

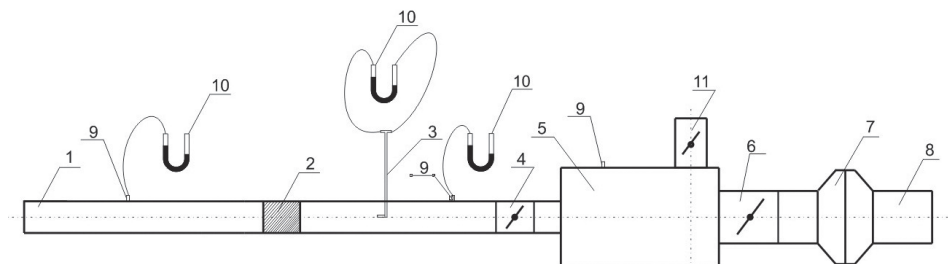


Рис. 1. Схема экспериментального стенда:

1 – воздуховод $d=160\text{ мм}$; 2 – модель стабилизирующего устройства; 3 – двухканальная пневмометрическая трубка; 4 – дроссель-клапан $d=160\text{ мм}$; 5 – камера статического давления; 6 – дроссель-клапан $d=315\text{ мм}$; 7 – вентилятор; 8 – воздуховод $d=315\text{ мм}$; 9 – штуцер; 10 – дифференциальный манометр TESTO 510; 11 – дроссель-клапан камеры статического давления.

При помощи двухканальной пневмометрической трубки, установленной на оси воздуховода, производится измерение динамических давлений, которые фиксируются дифференциальным манометром. Штуцера позволяют измерить статические давления до и после модели стабилизирующего устройства. Регулирование расхода воздуха в канале производится с помощью дроссель-клапанов, установленных на воздуховодах. Дроссель-клапан, размещенный над камерой статического давления, позволяет моделировать изменение гравитационного давления.

В качестве контрольно-измерительного прибора используется дифференциальный манометр TESTO 510, который отображает данные измерений на дисплее в Па. Измерение дифференциального давления осуществляется с температурной компенсацией для обеспечения более точных результатов.

Результаты исследования

Разработан и построен экспериментальный стенд, проведена его апробация, получены предварительные результаты по изучению свойств элементов стабилизирующего устройства. Полученные результаты неплохо согласуются с данными численного исследования [2]. В дальнейшем результаты экспериментов могут быть использованы при конструировании стабилизирующих устройств и проверки его работоспособности.

Литература

1. Пат. SU № 2547602 Российская федерация, МПК F24F13/00. Устройство стабилизации расхода воздуха/В.А. Бройда; Заявитель и патентообладатель КГАСУ. – Заявка 2013151943/12; заявл. 21.11.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10. – 4 с.
2. Бройда В.А., Сафиуллин Ф.Ф. Численное исследование аэродинамики цилиндрического тела в канале с диафрагмой. Известия КГАСУ № 3 (33). – Казань: Издательство КГАСУ, 2015. – с. 93-97.

**ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ
С ГОЛОНОМНЫМИ СВЯЗЯМИ**

*Афанасьев А. Ю., Рыбушкин Н. А., Килиманов К. А.,
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

**OPTIMUM CONTROL OF THE HYBRID POWER PLANT
WITH GOLONOMNY COMMUNICATIONS**

*Afanasyev A. U., Rybushkin N. A., Kilimanov K. A.,
Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAIZKazan*

Аннотация

Объект исследования – гибридная силовая установка автобуса с дизельным двигателем и синхронным электродвигателем. Цель работы – разработка оптимальных по общему энергопотреблению законов движения автобуса с гибридной силовой установкой. В процессе работы использовались модели синхронного электропривода и двигателя внутреннего сгорания, аналитические и численные методы параметрической оптимизации и оптимального управления. Получены значения параметров и законы движения транспортного средства с энергосбережением.

Annotation

Research object – the hybrid power plant of the bus with the diesel engine and the synchronous electric motor. The work purpose – development of laws of the movement of the bus, optimum on the general energy consumption, with the hybrid power plant. In the course of work models of the synchronous electric drive and the internal combustion engine, analytical and numerical methods of parametrical optimization and optimum control were used. Values of parameters and laws of the movement of the vehicle with energy saving are received.

Гидромеханическая передача (ГМП), входящая в состав гибридной силовой установки (ГСУ), может работать в двух режимах. При трогании и разгоне транспортного средства (ТС) механическая мощность передается через гидротрансформатор (ГТ), у которого частоты вращения входного и выходного валов могут быть произвольными в определенных пределах, а момент передается через рабочую жидкость. Такая механическая связь в теоретической механике называется неголономной (нежесткой) [1].

После набора достаточной скорости ТС происходит переключение ГМП на режим жесткой связи между скоростями входного и выходного валов. Такая механическая связь называется голономной (геометрической, жесткой).

На рис. 1. показана функциональная схема ГСУ с голономной связью.

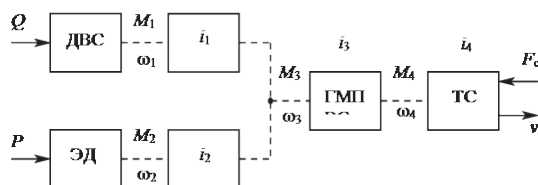


Рис. 1. Функциональная схема ГСУ с голономной связью



Движение ТС описывается уравнениями

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2; (1)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = [i_1 M_1(u_1, x_2) + i_2 M_2(u_2) - M_{3c}(x_1, x_2)] / J_3. (2)$$

Здесь $x_1 = \alpha_3$, $x_2 = \omega_3$ – угол поворота и частота вращения входного вала ГМП; u_1 – степень использования дизеля по мощности и моменту; $u_2 = I$ – ток ЭД; J_3 – суммарный момент инерции, приведенный ко входному валу ГМП; M_{3c} – приведенный статический момент сопротивления.

Величины x_1 и x_2 играют роль фазовых координат, а величины u_1 и u_2 – роль управляющих воздействий.

Предполагается, что функции $M_1(u_1, x_2)$, $M_2(u_2)$, $G(u_1, x_1)$, $P(u_2, x_2)$ известны. Задан интервал времени $[t_0, t_f]$, начальные и конечные условия:

$$x_1(t_0) = x_{10}; \quad x_2(t_0) = x_{20}; \quad x_1(t_f) = x_{1f}; \quad x_2(t_f) = x_{2f}. (3)$$

Требуется найти законы изменения управляющих воздействий $u_1(t)$ и $u_2(t)$, при которых функционал

$$V = \int_{t_0}^{t_f} (a_D G(u_1, x_2) + a_E P(u_2, x_2)) dt. (4)$$

имеет минимальное значение. Здесь a_D , a_E – весовые коэффициенты, определяющие ценность дизельного топлива и электрической энергии.

Решение задачи производится по принципу максимума Л. С. Понтрягина [2]. Запишем гамильтониан и уравнения относительно сопряженных переменных:

$$H = -a_D G(u_1, x_2) - a_E P(u_2, x_2) + \psi_1 x_2 + \psi_2 [i_1 M_1(u_1, x_2) + i_2 M_2(u_2) - M_{3c}(x_1, x_2)] / J_3; (5)$$

$$\frac{d\psi_1}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_1} = \frac{\psi_2}{J_3} \frac{\partial M_{3c}}{\partial x_1}; (6)$$

$$\frac{d\psi_2}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_2} = a_D \frac{\partial G}{\partial x_2} + a_E \frac{\partial P}{\partial x_2} - \psi_1 - \frac{\psi_2}{J_3} \left(i_1 \frac{\partial M_1}{\partial x_2} - \frac{\partial M_{3c}}{\partial x_2} \right). (7)$$

В ходе решения уравнений, получаем:

$$u_1 = \frac{d_1 + \sqrt{d_1^2 - 3d_2 \cdot d_3}}{3d_2}, (8)$$

$$\text{где; } d_3 = d_0 - \frac{i_1 \psi_2 f_M M_P}{a_D f_P f_\omega G_P J_3} (9)$$

$$u_2 = \frac{i_2 c_\psi (\psi_2 / J_3 - a_E x_2)}{6ra_E}. (10)$$

Для установления точки глобального максимума гамильтониана H по управлению u_1 запишем слагаемые, входящие в H и зависящие от u_1 :

$$H_{u1} = -a_D G(u_1, x_2) + \psi_2 i_1 M_1(u_1, x_2) / J_3. (11)$$

Поиск максимума этой функции эквивалентен поиску максимума по моменту M_1 функции

$$Q = aM_1 - G(M_1, x_2). \quad (12)$$

На рис. 2. представлены графики функции $Q(M_1)$ при $x_2 = 180$ и нескольких значениях коэффициента a . Графики обозначены цифрами от 1 до 9. Коэффициент a имеет значения:

1-0.0; 2-0.0085; 3-0.0175; 4-0.0282;

5-0.0402; 6-0.0521; 7-0.0640; 8-0.0760; 9-0.0880.

При значениях коэффициента a меньше 0,0175 максимум функции $Q(M_1)$ достигается при $M_1 = 0$. Производная dM_1/dx_2 нигде в ноль не обращается. При $a = 0,0175$ (кривая 3) появляется одна стационарная точка (a) – точка перегиба. При значениях коэффициента $a < 0,0282$ глобальный максимум функции $Q(M_1)$ по прежнему достигается в точке $M_1 = 0$.

При $a = 0,0282$ (кривая 4) глобальный максимум достигается сразу в двух точках – 0 и точка b . Если коэффициент a лежит в пределах от 0,0282 до 0,0760, то максимум функции $Q(M_1)$ достигается в точках дуги $b - c$. При $a = 0,0760$ (кривая 8) максимум достигается при максимальном моменте (точка c , $u_1 = 1$).

При значениях $a > 0,0760$ максимум достигается при максимальном моменте (точка d , $u_1 = 1$). Кривые, разделяющие области с различными свойствами, имеют номера 3, 4 и 8.

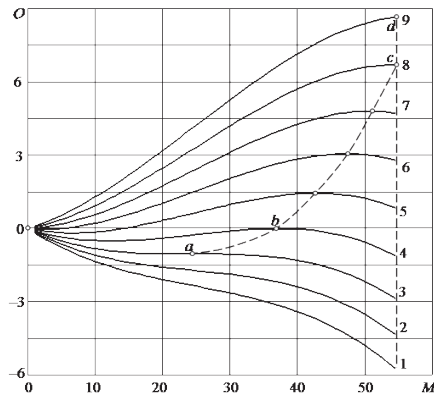


Рис. 2. Зависимости функции Q от M_1 при $x_2 = \text{const}$

Для исследования процессов в гибридной силовой установке при оптимальном управлении была составлена программа, которая выполняет вычисления относительной частоты вращения $\bar{\omega}$, оптимальные значения управляющих воздействий u_1 , u_2 , моменты M_1 , M_2 , M_{3c} , расход топлива G и мощность P , потребляемую электродвигателем, а также частные производные, необходимые для вычисления величины $d\psi_2/dt$, и гамильтониан H , а также содержит цикл, который выполняется 25000 раз и решает систему дифференциальных уравнений при изменении времени на 50 сек. с шагом 2 мсек. Здесь же содержатся операторы, выполняющие графику на дисплее и запись результатов расчета в текстовый файл через 0,5 сек [3].

Начальные условия имеют вид:

$$\alpha(0) = 0; \omega(0) = 100; \psi_1(0) = 0,00346724; \psi_2(0) = 0,02.$$

Запас крутящего момента $m_3 = 0,2$.



Коэффициенты, определяющие статический момент сопротивления:

$$k_0 = 378; k_1 = 0,3; k_2 = 0,001.$$

Активное сопротивление фазы электродвигателя $r = 1$ Ом. Коэффициент момента ЭД $c_\alpha = 3$. Момент инерции подвижных частей ДВС и ЭД $J_d = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Момент инерции, эквивалентный массе автомобиля, $J_a = 20 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Угловая частота 150 с^{-1} . Максимальная мощность $P_m = 6000$ (480 Вт. Вращающий момент при этом $M_p = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Весовые коэффициенты: $a_d = 80$; $a_e = 4 \cdot 10^{-6}$. На рис. 3. приведены графики угла, частоты вращения, сопряженных переменных, показателя качества и моментов. Масштабы графики: $\alpha - 0,008$; $\omega - 0,5$; $\psi_1 - 8000$; $\psi_2 - 2000$; $V - 5$; $M_1, M_2, M_\Sigma - 0,1$.

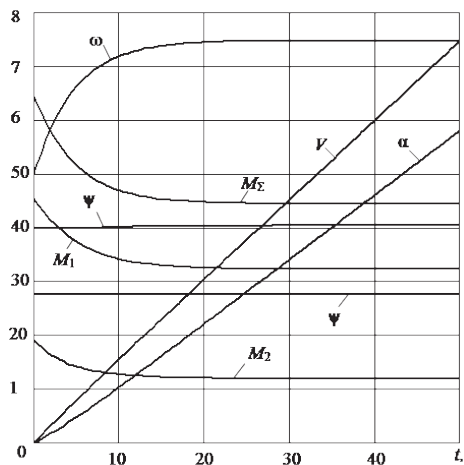


Рис. 3. Графики угла, частоты вращения, сопряженных переменных, показателя качества и моментов

Таким образом, в ходе выполнения работы удалось решить задачу оптимального управления движением транспортного средства с гибридной силовой установкой с жесткой связью в передаче. Данные результаты помогут достичь оптимального использования ЭД и ДВС по выдаваемой суммарной мощности при экономии электрической энергии и дизельного топлива.

Литература

1. Петров Ю. П. Оптимальное управление электроприводом. М., Л.: Гос-энергоиздат, 1961. 187 с.;
2. Понтрягин Л. С. Математическая теория оптимальных процессов/Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. М.: Наука, 1976. 392 с.
3. Герман-Галкин С. Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: Издательство «Корона. Век», 2011. – 368 с.;

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУРАНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ

Ву Нгок Дан, Новиков В. Ф.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

DETERMINATION OF FURAN COMPOUNDS IN TRANSFORMER OIL

Vu Ngoc Dan, Novikov V. F.,

Kazan state power engineering university, Kazan

Аннотация

В работе рассмотрена возможность диагностики маслonaполненного электрооборудования по анализу фурановых соединений в трансформаторном масле с использованием тонкослойной хроматографии. Определены основные характеристики элюентов, применяемых в тонкослойной хроматографии из них выявлены наиболее эффективные.

Annotation

The paper considers the possibility of diagnosing oil-filled electrical equipment by analyzing furan compounds in transformer oil using thin-layer chromatography. Determination of the main characteristics of the eluents used in thin-layer chromatography from them to identify the most effective.

Для оценки эксплуатационного состояния маслonaполненного электрооборудования достаточно успешно применяются инструментальные методы контроля как жидкой, так и твердой изоляции. Такие методы контроля позволяют определить небольшие изменения в техническом состоянии маслonaполненного электрооборудования, что позволяет оценивать развитие электрических и тепловых эффектов. Трансформаторное масло является интересным объектом исследования, так как оно концентрирует в себя информацию о негативных процессах, протекающих в трансформаторном оборудовании в результате ухудшения технического состояния теплоотводящей и изоляционной части. Поэтому инструментальные методы анализа трансформаторного оборудования включены в основные нормативные документы, определяющие основные положения контроля [1-2].

В процессе эксплуатации маслonaполненного электрооборудования в нём накапливаются газообразные вещества, являющиеся продуктами деструкции трансформаторного масла. Поэтому диагностику медленно развивающихся в трансформаторном оборудовании повреждений проводят путём газохроматографического анализа газов, растворенных в трансформаторном масле [3-4]. При деструкции твердой изоляции образуются фурановые производные, которые попадают в трансформаторное масло и по определению их концентрации газожидкостной и высокоэффективной жидкостной – жидкостной хроматографии осуществляют также диагностику маслonaполненного электрооборудования [5-6].

Для экспрессного определения фурановых производных в трансформаторном масле используют тонкослойную хроматографию, которая отличается простотой проведения эксперимента и не требует высокой квалификации обслуживающего персонала [7-8].

В настоящей работе методом восходящей тонкослойной хроматографии на пластинках «Sorbfil» проведено исследование различных образцов трансформаторного масла ГК-1. В качестве элюентов использовали различные органические растворители, отличающиеся полярными свойствами. Найдены зависимости, связывающие время удерживания как растворителей, так и фурановых производных, от длины сорбционного слоя силикагеля. Проведена статистическая обработка экспериментальных данных и найдены коэффициенты корреляции.



Литература

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования. РД 34.45-51.300-97. – М.: изд-во НЦ «ЭНАС», 2000, 256 С.
2. Ванин Б.В., Львов Ю.Н., Львов М.Ю. и др. О повреждениях силовых трансформаторов напряжением 110-500 кВ в эксплуатации// Электрические станции. 2001, 9, С. 53-58.
3. Методические указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудования по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле. РД 153-34.0-46.302-00. – М.: ОАО «ВНИИЭ», 2001, 41 С.
4. Методические указания по определению содержания газов, растворенных в трансформаторном масле. Стандарт организации СТО 56947007-29.180.010.094-2011.
5. Методика количественного химического анализа. Определение содержания производных фурана в электроизоляционных маслах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. РД 34.43.206-94. – М.: СПО «СРР РЭС», 1995, 12 С.
6. Карташова А.А., Новиков В.Ф. Определение фурановых соединений в трансформаторном масле газохроматографическим методом с использованием новых сорбентов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2016.-№ 1/2. – С. 46-52.
7. Карташова А.А., Новиков В.Ф. Тонкослойная хроматография как метод контроля фурановых соединений в трансформаторном масле // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2016. – № 1/2. – С. 122-128.
8. Методические рекомендации по применению в энергосистемах тонкослойной хроматографии (ТСХ) при оценке остаточного ресурса твердой изоляции по наличию фурановых соединений в трансформаторном масле. РД 34.51.304-94 АО ВНИИЭ, Москва, 1997 г.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ И КОНВЕКТИВНОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩУЮ КОНСТРУКЦИЮ**

Ключников О. Р., Астраханов М. В.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.

**THE PILOT STUDY OF THE RADIATION AND CONVECTIVE COMPONENT OF LOSSES OF
WARMTH THROUGH THE PROTECTING CONSTRUCTION**

Klyuchnikov O. R., Astrakhanov M. V.,

Kazan state power engineering university», Kazan.

Аннотация

Проведены измерения конвективных и радиационных тепловых потерь материалов. Установлены доли лучистых теплопотерь. Произведены замеры ИК-отражающей способности образцов тонкопленочных покрытий на мобильной установке.

Annotation

Measurements of convective and radiation thermal losses of materials are taken. Shares of radiation heatlosses are established. Measurements IR-reflecting of ability of exemplars of thin-film coverings on mobile installation are made.

На сегодняшний день актуальной является проблема уменьшения тепловых потерь через ограждающую конструкцию или теплоизоляцию. Следует отметить, что в литературе периодически появляются публикации о высокой эффективности тонких покрытий для снижения тепловых потерь зданий, теплотрасс и т.п. Однако последние публикации по жидко-керамическим покрытиям рассеяли миф об их перспективах [1-3].

Известны публикации [4-6] о применении тонкой резиновой пленки, нанесенной на поверхность пористой теплоизоляции трубопровода типа РСТ-140, дающей эффект снижения плотности теплового потока на 15%, однако, реальные теплотрассы используют плотный, не пористый стеклопластик типа РСТ-240. В связи с этим было проведено дополнительное исследование при использовании теплоизоляции с закрытыми порами (пенополиэтилена), где было показано, что эффекта снижения потерь тепла (плотности теплового потока или энергосбережения) от дополнительного нанесения тонкой пленки на стеклопластик РСТ-140 практически не обнаружено [7].

На основании новых литературных и экспериментальных данных, и в целях предотвращения спекуляций на тему снижения потерь тепла через теплоизоляцию в промышленных теплотрассах от дополнительного нанесения тонкой пленки [6], следует проводить комплексные экспериментальные исследования, учитывающие как реальные условия эксплуатации объектов, так и многофакторность проблемы учета потерь тепла, включая ее конвективную и лучистую составляющие.

В продолжение исследований [8-10] по определению долей лучистой и конвективной составляющей теплопотерь нами была разработана установка, показанная на рис. 1, где источником теплового излучения является лампа накаливания мощностью 40 Вт, помещенная в металлический коробку $V=1000\text{ см}^3$. Конвективные теплопотери регистрировались контактным методом на приборах ИТП-МГ4.03/Х (II) «Поток» или «Теплограф». Лучистые составляющие теплопотерь измерялись неселективным радиометром Аргус-03.

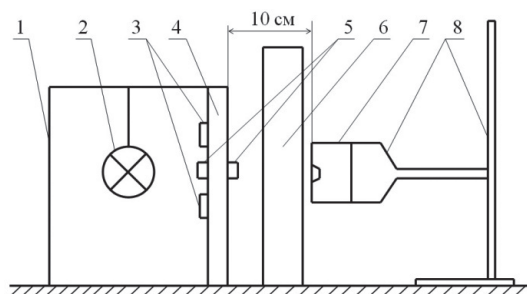


Рис. 1. Схема лабораторной установки для измерения плотности тепловых потоков.

Где 1 – металлическая коробка, 2 – лампа накаливания, 3 – датчики прибора «ИТП – МГ4.03» или «Теплографа», 4 – исследуемый материал, 5 – датчики температуры, 6 – теплоизолирующая ширма, 7 – датчик теплового потока радиометра «Аргус-03», 8 – штатив.

Методика проведения экспериментов заключается в следующем. На образец материала (поз. 4) крепятся датчики температуры и регистрации тепловых потоков прибора. Далее материал крепится на одной из сторон данной металлической коробки и включается источник теплоты. В течение 30-50 минут температура внутри коробки повышается до установления постоянного значения. Данные 3-х датчиков прибора ИТП-МГ4.03/Х (II) «Поток» или «Теплограф» каждые 3-5 мин. регистрируют величины плотности теплового потока в течение часа. Для измерения лучистых составляющих теплопотерь включается неселективный радиометр «Аргус-03», чувствительный к ИК спектральному диапазону 1,1...10 мкм, и предварительно выдерживается 10-15 минут до приобретения датчиком (поз. 7) температуры окружающей среды, далее измеряется фоновое излучение окружающей среды. Для оценки лучистой составляющей тепловых потерь открывается теплоизолирующая ширма (поз. 6) и через 2-3 секунды записывается показание радиометра. Из показаний радиометра вычитается значение фонового ИК-излучения. По окончании каждого измерения ширма устанавливается перед датчиком радиометра в исходное положение. Измерения проводятся серией по 5 замеров. Усредненные данные ($\pm 10\%$) представлены в таблицах.

Было интересно провести сравнение конвективных и радиационных теплопотерь разных материалов и конструкций. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Тепловые потери материалов

Название образца материала	Конвективные теплопотери, Вт/м ²	Радиационные теплопотери, Вт/м ²	Доля лучистых теплопотерь, %
1	2	3	4
Металлический лист 1 мм. С покрытием каучуком СКЭПТ+Al	693	92	13
Лист гипсокартона с фольгой	456	78	17
Металлический лист с гипсом	560	88	15
1 камерный стеклопакет с ИК-отражающим покрытием (2 стекла)	659	149	22

1 камерный стеклопакет (2 стекла)	685	427	62
Фольгоизол, производитель 1	353	132	37
Фольгоизол, производитель 2	512	70	13
2 камерный стеклопакет с ИК-отражающим покрытием (3 стекла)	678	160	23
2 камерный стеклопакет (3 стекла)	664	369	55
Сотовый поликарбонат толщиной 8 мм	555	485	87
Сотовый поликарбонат толщиной 20 мм	433	326	75

Таким образом, по результатам измерений можно установить, что коэффициент лучистых теплопотерь в зависимости от испытуемых материалов колеблется от 13,3 до 87,3%. Как и следовало ожидать, стеклопакеты с ИК-отражающим покрытием значительно энергоэффективнее стандартных, а сотовые поликарбонаты обладают сравнительно большими лучистыми составляющими теплопотерь, легко пропускают тепловые лучи, в отличие от других испытуемых материалов. Следовательно, для уменьшения тепловых потерь необходимо использовать в качестве одного из слоев утеплителя ИК-отражающий материал или покрытие. Также можно отметить, что данным методом можно тестировать ИК-отражающую эффективность внешне одинаковых фольгоизолов разных производителей.

Использование теплоотражающих материалов или пленок является перспективным направлением для повышения энергоэффективности энергосбережения и разработанный экспресс-анализ ИК-отражающей способности материалов и покрытий может быть одним из аргументов в выборе энергоэффективной технологии.

Далее было проведено исследование эффекта энергосбережения от дополнительного нанесения тонкой резиновой пленки каучука СКЭПТ с ИК-отражающим наполнителем на внутреннюю поверхность стеклопластика при использовании разработанного нами стенда и методики [10]. В данном случае, по нашему предположению, наполненная резиновая пленка может переотражать часть ИК-лучей, снижая, таким образом, общие тепловые потери.

В качестве образцов материалов использовались атмосферостойкий синтетический каучук СКЭПТ с наполнителями из алюминиевой пудры в массовых долях 40, 50, 60, 80 %, также применялись вулканизированные хиноловым эфиром ЭХ-1 каучуки СКЭПТ с такими же содержанием алюминиевой пудры. В качестве эталона ИК-отражающей способности принималась алюминиевая фольга.

Результаты измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2. Отражение теплового излучения

Образцы материалов	Отражение теплового излучения, Вт/м ²	Доля теплового отражения по отношению к эталону
СКЭПТ + Al 40 %	2,9	0,47
СКЭПТ + Al 50 %	3,6	0,58
СКЭПТ + Al 60 %	4,0	0,65
СКЭПТ + Al 80 %	4,4	0,71



Вулканизированный СКЭПТ + Al 40%	2,6	0,42
Вулканизированный СКЭПТ + Al 50%	3,0	0,48
Вулканизированный СКЭПТ + Al 60%	3,5	0,56
Вулканизированный СКЭПТ + Al 80%	3,8	0,61
Алюминиевая фольга – эталон	6,2	1

Таким образом, по результатам измерений можно установить, что отражение теплового излучения возрастает с ростом массовой доли алюминиевой пудры. Образцы с вулканизованным каучуком показали несколько меньшую отражающую способность.

Литература

1. Ильин Р.А. Оценка тепловых потерь в тепловых сетях при применении жидкокристаллической теплоизоляции // Теплоэнергетика. 2015. № 7. С. 76-80.
2. Ключников О.Р., Игонина М.А., Седлова П.П. Исследование теплоизолирующих свойств ряда жидкокерамических покрытий // Труды XIV Междунар. симп. «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан». Казань, 18-20 марта 2014 г./-Казань: Издательство: 2014. С. 729-730.
3. Ключников О.Р., Игонина М.А. Сравнение методов исследования и эффективности теплоизолирующих свойств жидкокерамических и резиновых покрытий на основе каучука СКЭПТ // Труды XIV Междунар. симп. «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан». Казань, 18-20 марта 2014 г./ – Казань: Издательство: 2014. С. 679-680.
4. Ключников О.Р., Закирова И.А. О влиянии тонкого резинового покрытия наружной изоляции трубопроводов тепловых сетей на изменение плотности тепловых потоков // Энергетика Татарстана. 2011. -№3. -С. 61-62.
5. Закирова И.А., Ключников О.Р., Энергосберегающие свойства и термостабильность наружного тонкопленочного покрытия теплоизоляции на основе каучука СКЭПТ-ЭНБ холодной вулканизации // Известия вузов. Проблемы энергетики. –Казань: КГЭУ, 2013. № 1-2. С. 73-76.
6. Закирова И.А., Чичирова Н.Д. Совершенствование тепловой изоляции тепловых сетей с применением тонкопленочных покрытий // Труды Академэнерго, 2016, №3. С. 43-57.
7. Ключников О.Р. Исследования теплофизических и эксплуатационных свойства, условий переработки исходного сырья в эластомерные композиционные материалы холодной вулканизации для промышленности, художественного творчества и быта // Отчет по контракту с фондом содействия предприятий в научно-технической сфере по программе СТАРТ-1. Рег. № ИКРБС АААА-Б16-216052070038-0 от 20.05.2016. 80 стр.
8. Ключников О.Р., Седлова П.П., Усманов Ф.Р. Разработка стенда и исследование ИК-отражающих свойств покрытий и материалов/Труды XIV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение, 18-20 марта 2014 г.» – Казань, 2014. –С. 731-732.
9. Ключников О.Р., Усманов Ф.Р. Исследование ИК-отражающих свойств тонкопленочных резиновых покрытий/Материалы Междунар. науч.-технич. конф. «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2014». Ч 1. –Казань, 2014. –С. 256-258.
10. Ключников О.Р., Астраханов М.В. Разработка мобильной установки для определения ИК-отражающей способности материалов/Труды XVII Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение, 14-16 марта 2017 г.» – Казань, 2017. –С. 317-318.

УСТАНОВКА ТЕПЛОХЛАДОСНАБЖЕНИЯ

Хабибуллин Ю. Х., Барышева О. Б.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

HEAT AND COLD SUPPLY INSTALLATION

Khabibullin Iu. Kh., Barysheva O. B.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Вопросы сохранения окружающей среды и бережного расходования энергоресурсов становятся актуальными во всем мире. Во многих сферах люди уже пришли к использованию энергосберегающих технологий.

Системы аккумулирования тепловой энергии для получения как холода, так и тепла при использовании низкопотенциальных источников энергии находят все большее применение в развитых странах. Вместе с тем можно констатировать, что в Российской Федерации подобные системы используются в крайне ограниченных масштабах.

В работе предлагается система утилизации тепла поверхностных грунтовых вод, сети канализации и вентиляционных выбросов.

Annotation

Issues of preservation of the environment and careful use of energy resources are becoming relevant all over the world. In many spheres people came to the use of energy-saving technologies.

The systems of accumulation of thermal energy for obtaining both cold and heat with the use of low-potential energy sources are increasingly used in developed countries. At the same time, it can be stated that in the Russian Federation such systems are used on a very limited scale.

The systems of heat utilization of surface groundwater, sewerage network and ventilation emissions of proposed.

Теплоснабжение в РФ с её суровыми и продолжительными климатическими условиями требует значительных затрат топлива, превосходящими в 2 раза затраты на электроснабжение [1]. Основными недостатками традиционных источников теплоснабжения являются низкая энергетическая и экономическая эффективность. Кроме того, традиционное теплоснабжение является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Немалую роль играют и высокие транспортные расходы на доставку топлива. Серьезным недостатком традиционного теплоснабжения является весьма низкий КПД использования химической энергии, составляющий $\approx 10\%$. Велики затраты на обслуживание и ремонт тепловых сетей, которые являются самым ненадежным звеном в системе централизованного теплоснабжения. Удельная аварийность для трубопроводов d 1400 мм составляет 1 аварию в год на 1 км длины, а для труб меньшего диаметра около 6 аварий [2].

В настоящее время протяженность тепловых сетей в РФ составляет примерно 650 тыс. км и из них 70% требует немедленной замены, что является совершенно неподъемным для бюджета, т.е. в ближайшее время количество аварий в тепловых сетях будет только возрастать.

Все вышеперечисленные негативные факторы традиционного теплоснабжения требуют скорейшего использования нетрадиционных методов.



Как известно [3], температура поверхностного слоя грунта составляет 0 до 10 °С, глубинного (более 20 м) грунта –10 °С, температуре поверхностных грунтовых вод 6-12 °С, сточных вод 15-20 °С, температура отводимого из помещений воздуха 15-25 °С.

Низкотемпературное тепло в больших количествах содержащее в воздухе, земле, подземных водах и других источниках, может быть использовано для получения тепла и холода для жилых зданий и отдельных сооружений различного типа.

Применение теплонасосных установок в системах теплоснабжения можно рассматривать в качестве реальной альтернативы традиционным источникам тепловой энергии – газовым, жидко- и твердотопливным котлам и прямому электрическому отношению, а также дополнительного источника энергии для обогрева и охлаждения помещений и приготовления горячей воды.

В настоящее время, в реальных российских условиях по экономичности работы теплонасосные установки уступают только газовым котлам, а по эксплуатационным затратам, долговечности, безопасности и экологической чистоте превосходят все другие генераторы тепловой энергии.

Однако из важнейших достоинств применения тепловых установок – резкое сокращение выбросов CO₂ и NO_x в атмосферу, что, возможно, позволит избежать катастрофического изменения климата планеты.

Известны различные способы утилизации низкопотенциального тепла. Например в [4] описана установка, обеспечивающая как получение холода, так и получение тепла, использующая в качестве низкопотенциального источника теплоты сетевую воду.

Установка содержит компрессор, испарительный и конденсаторный блоки, нагнетательные и всасывающие магистрали, причем испарительный и конденсаторный блоки выполнены из ряда воздухоохладителей и конденсаторов, первые из которых смонтированы на ответвленных всасывающих магистралях, а другие присоединены к ответвлениям нагнетательной магистрали, подающей рабочую среду к потребителям. Недостаток установки низкий КПД, а использование сетевой воды в качестве низкопотенциального источника тепла экономически нецелесообразно.

До недавнего времени содержащее в сточных водах низкопотенциальное тепло, как правило, не утилизировалось. Между тем существует постоянная потребность в воде, нагретой до температур 50-70°С, что вполне можно обеспечить с помощью тепловых насосов, позволяющих эффективно трансформировать низкопотенциальное тепло до более высоких температур. Однако их непосредственное взаимодействие с неочищенной сточной водой недопустимо, что требует использования промежуточных теплообменников, например выносных теплообменных модулей, в которых нагреваемой средой является чистая вода, циркулирующая в контуре испарителя теплового насоса. Другой специфической особенностью утилизации низкопотенциального тепла сточных вод является то фактическое состояние, в котором находятся теплоноситель как в части величины его температуры, так и в части скорости его движения, если он не находится вообще в состоянии покоя, присущего, например, отстойникам, аэротенкам и другими подобными им очистным сооружениям, также обладающими значительными, но пока невостребованными запасами низкопотенциального тепла.

Известна также теплонасосная система теплоснабжения, использующая тепло грунта в комбинации со сбросным теплом вентиляционных выбросов здания [4]. Теплонасосная система включает систему сбора низкопотенциального тепла грунта, систему утилизации вторичного тепла вентиляционных выбросов и систему аккумулирования горячей воды. Система обеспечивает здание горячей водой. Недостаток данной теплонасосной системы – низкое энергетическое соотношение.

Нами была разработана установка теплоснабжения утилизации низкотемпературного тепла поверхностных грунтовых вод, канализационных стоков и вентиляционных выбросов (рис. 1).

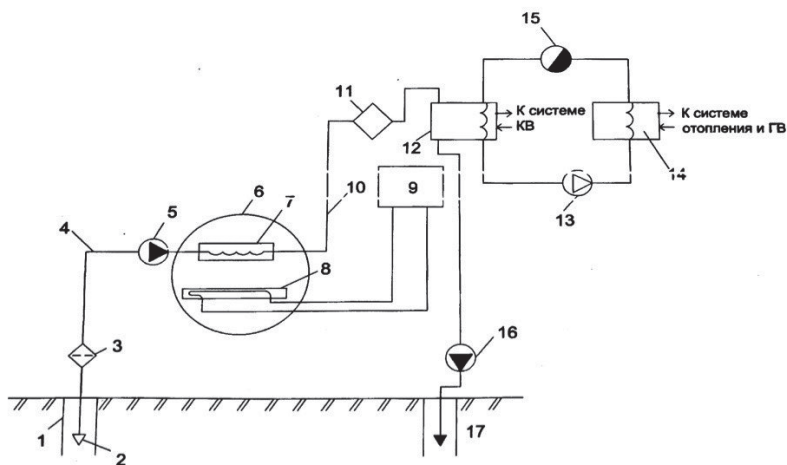


Рис. 1 Установка теплоснабжения

Установка содержит подающую скважину 1 с глубинным насосом 2, фильтром очистки 3, трубопроводом 4 и насосом 5. В приемном колодце сточных вод 6 размещен теплообменник 7 с излучателем ультразвуковых колебаний 8, который подключен к генератору ультразвука 9. Трубопровод 10 подведен к утилизатору тепла вентиляционных выбросов 11. Тепловой насос включает в себя испаритель 12, компрессор 13, конденсатор 14, дроссель 15. Компрессор 13 имеет электропривод с реверсным исполнением, т.е. система может работать в режиме холодильной машины. Сбросная скважина 17 снабжена насосом 16 для слива грунтовой воды.

Установка работает следующим образом. Низкопотенциальная грунтовая вода из подающей скважины 1с помощью глубинного насоса 2 через фильтр очистки 3 по трубопроводу 4 подается насосом 5 в расположенный в колодце сточных вод 6 теплообменник 7. При этом температура грунтовых вод повышается, а температура сточных вод понижается. Вода из теплообменника 7 по трубопроводу 10 поступает в утилизатор тепла вентиляционных выбросов 11, где нагревается еще до более высокой температуры. Нагретая вода поступает в испаритель 12, где отдает тепло хладагенту, который кипит и превращается в пар, а температура воды падает до температуры кипения хладагента. Пары хладагента поступают в компрессор 13, где сжимаются до повышенного давления, определяемого температурой конденсации и направляются в конденсатор 14, через который циркулирует вода. Тепло, выделенное при конденсации передается сетевой воде, которая поступает в систему отопления и горячего водоснабжения. Жидкий хладагент из конденсатора 14 проходит через дроссель 15, частично испаряется и в охлажденном виде поступает в испаритель 12. Излучатель ультразвука 8 предназначен для предотвращения оседания загрязнений, присутствующих в сточных водах на поверхности теплообменника 7. Охлажденная в испарителе вода с помощью насоса 16 подается в сбросную скважину 17. В теплое время года охлажденная вода из испарителя 12 может подаваться в систему холодоснабжения или кондиционирования.

Таким образом, установка теплоснабжения позволяет повысить эффективность утилизации низкопотенциальной энергии.



Литература

1. Матросов Ю. А. Энергосбережение в зданиях. – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с.
2. Полякова В. Ю. и др. Анализ энергоэффективности тепловых насосов в системах теплоснабжения. – Молодой ученый. – 2016.-№27. – с. 142-146.
3. Янтовский Е. И., Левин Л. А. Промышленные тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.
4. Строймен И. Холодильные установки, кондиционеры и тепловые насосы для 21 века. – Холодильный бизнес, 2000. – № 5. – с. 14-23.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ ТЭС КАК ЭЛЕМЕНТ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Сенин С. В., Найман М. О., Петрухин О. М., Найман С. М.,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань*

**SURFACE WASTE WATER THERMAL POWER STATION
AS A ELEMENT OF RESOURCE SAVING**

Senin S. V., Nayman M. O., Petruchin O. M., Nayman S. M.,

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev, Kazan

Аннотация

Поверхностный сток – один из источников загрязнения водоемов различными химическими веществами. В данной работе рассматривается воздействие ливневых и талых сточных вод электростанций на окружающую среду и способы снижения негативного воздействия стоков на окружающую среду. Обосновывается экономическая необходимость строительства ливневой канализации и очистных сооружений на предприятии.

Annotation

Surface runoff is one of the sources of water pollution by various chemical substances. In this paper, the impact of storm and melt sewage of power plants on the environment and ways of reducing the negative impact of runoff on the environment are considered. The economic necessity of construction of storm sewerage and treatment facilities at the enterprise is grounded.

Одним из источников загрязнения водоемов сточными водами ТЭС и ГРЭС является поверхностный сток с территории промплощадки электростанции, включающий в себя талые, дождевые и поливомоечные воды [1]. Содержание загрязнителей в поверхностном стоке зависит от многих причин [2-4], основными из которых являются: благоустройство территории и содержание складского хозяйства, степень очистки дымовых газов и вид применяемого топлива [5], а также климатические и гидрологические условия района расположения электростанции.

Наиболее эффективным решением проблемы предотвращения загрязнения водоемов поверхностным стоком является повторное его использование в системах технического водоснабжения промышленных предприятий [6]. Такое решение часто бывает и экономически более выгодным, так как сокращается потребление природной воды и, как правило, требуется менее глубокая его очистка по сравнению с вариантом сброса в водоем. При необходимости эти воды подвергаются предварительной очистке до требуемой степени [5, 7].

Целью данной работы было установление возможности использования поверхностного стока в оборотном водоснабжении теплоэлектростанций.

Ввиду значительной загрязненности поверхностных сточных вод нефтепродуктами и взвешенными веществами, концентрации которых многократно превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов, а также больших их объемов (согласно расчетам, объем ливне-стоков варьирует от 100 до 500 тыс. м³/год в зависимости от площади, занимаемой электростанцией, и покрытия водосборной поверхности), недопустимости нарушения водоохранного законодательства, запрещающего осуществлять сброс в водные объекты неочищенных в соответствии с установленными нормативами сточных вод, и высоких платежей за сброс загрязняющих веществ, на станциях необходимы установки по очистке поверхностных сточных вод.

Учитывая, что ПДК нефтепродуктов для рыбохозяйственных водоемов составляет 0,05 мг/дм³, очистка стоков до установленных норм экономически невыгодна. Более целе-



сообразно очищать нефтесодержащие стоки до концентраций, позволяющих не сбрасывать их в водоёмы, а использовать в технологическом цикле электростанции.

Эффективность работы локальных очистных сооружений во многом зависит от технического уровня устройств, с помощью которых происходит извлечение нефтепродуктов, в частности, флотатора и фильтров доочистки [8, 9]. Установка по очистке поверхностного стока может включать в себя накопительную емкость для обеспечения сбора ливневого стока при предельной интенсивности дождя, промежуточную емкость, песколовку, флотатор, фильтры доочистки. Из приемных резервуаров исходная вода подается насосами на песколовку, где освобождается от тяжелых взвешенных частиц. Из песколовки вода подается во флотационную установку. Во флотационной машине происходит извлечение тонкодисперсных капель нефтепродуктов при всплывании их вместе с пузырьками воздуха, образующимися при диспергировании воздуха путем подачи его под давлением через пористые аэраторы, выполненные из специальной резины. Аэраторы в количестве 12 штук устанавливаются по 3 штуки в каждой из четырех камер указанной флотационной машины. В дополнительной пятой камере флотационной машины устанавливается блок тонкослойного осветления для доизвлечения тонкодисперсных капель нефтепродуктов.

Очищаемая сточная вода последовательно проходит все указанные камеры, при этом улавливаемые нефтепродукты в виде пенного продукта собираются в верхней части слоя очищаемой воды. Всплывающие нефтепродукты вместе с пузырьками воздуха создают пенный слой, который самотеком удаляется в сборник пенного продукта. После отстоя пенного продукта, представляющего собой смесь воды и уловленных нефтепродуктов, декантированная вода сливается в промежуточную емкость. При движении воды через четыре первые камеры происходит её аэрация (барботирование) пузырьками воздуха, подаваемого под давлением через пористые аэраторы. При этом пузырьки воздуха слипаются с гидрофобными загрязнениями и всплывают в виде флотокомплексов «капельки нефтепродуктов – пузырьки воздуха». Уловленные загрязнения в виде пенного продукта (эмульсии с концентрацией нефтепродуктов 10-20%) самотеком удаляются через желоб и выходной патрубок.

Очищенная таким образом жидкость выводится из флотационной машины путем последовательного прохождения через блок тонкослойного осветления и устройство поддержания заданного уровня очищаемой жидкости во флотационной машине и самотеком поступает в промежуточный резервуар. Далее с помощью насоса предварительно очищенная вода подается на доочистку в сорбционные фильтры. Первый по ходу движения фильтр имеет комбинированную загрузку, включающую в себя слой керамзита (нижний слой) и слой активированного угля, а второй фильтр полностью загружен активированным углем. В этих фильтрах напорного типа используется уголь, близкий по своим свойствам к марке угля АГ-3. Это позволяет проводить глубокую доочистку поверхностных сточных вод.

Степень очистки поверхностного стока при использовании его в системах технического водоснабжения промышленного предприятия определяется требованиями к качеству технической воды [10]. Качество воды, используемой на производственные цели, устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от назначения воды и требований технологического процесса. Подготовка поверхностного стока для использования в системах технического водоснабжения должна обеспечивать не только определенные требования к технологическим свойствам воды, но и полную санитарную безопасность для работающего персонала. Санитарно-гигиенические требования заключаются в обеспечении безопасных эпидемиологических и токсикологических условий для персонала.

Современные электрические станции являются одними из крупнейших водопотребителей. Основной водопотребляющей системой на станциях является система, предназначенная

для конденсации пара и охлаждения теплообменного оборудования, для чего и может использоваться добавочная вода в виде очищенного поверхностного стока. Кроме того, очищенная вода может использоваться либо в цикле химводоочистки в качестве добавки к исходной воде, либо для промывки фильтров, охлаждения подшипников различных вращающихся механизмов и т. д. [7]. Очисткой поверхностного стока и последующим его использованием достигается:

- снижение забора воды на нужды химводоочистки и, следовательно, снижение платежей за него, которые на сегодняшний день включают плату за пользование водным объектом и собственно за забор воды, не считая платы на возмещение ущерба рыбным ресурсам;
- снижение сброса сточной воды и, следовательно, платежей за сброс;
- снижение сброса загрязняющих веществ в водоем и, соответственно, платежей предприятия за загрязнение.

В итоге после строительства на всей территории предприятия ливневой канализации и ввода в эксплуатацию очистных сооружений существенно сократится водопотребление и снизится нагрузка на водные объекты как за счет ресурсосбережения, так и за счет уменьшения количества сбрасываемых загрязняющих веществ. При этом также значительно сократятся ежегодные платежи электростанции в различные организации (за водозабор, за водопотребление, за водоотведение, за ущерб рыбному хозяйству, за негативное воздействие на окружающую среду).

Литература

1. Найман С. М. Некоторые экономические аспекты оценки поверхностного стока с территории предприятий // Экология промышленного производства, 2004, № 3, с. 39-44.
2. Найман С. М. Формирование ресурсосберегающей технологии на основе балансового метода // Экология промышленного производства, 2014, № 1 (85), с. 55-59.
3. Найман С. М. Применение балансового метода для ресурсосбережения на предприятии // Вестник Казанского государственного технического университета им. А. Н. Туполева, 2014, т. 70, N 2, с. 231-236.
4. Косач П., Алексеев Е. Формирование и очистка поверхностных и мочных сточных вод // Водоочистка, апрель 2005 г. – С. 66-69.
5. Экология энергетики // Очистка поверхностных сточных вод предприятий энергетики и транспорта/Под общей редакцией В. Я Путилова: Изд-во МЭИ, 2003 г. – С. 301.
6. Найман С. М. Биоэнергетические технологии и рациональное природопользование. // Экология и промышленность России, 2014, N 9, с. 56-61.
7. Кострикин Ю. М. и др. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: Справочник/Ю. М. Кострикин, Н. А. Мещерский, О. В. Коровина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 254 с.
8. Поворов А. и др. Использование ультрафильтрации для очистки нефтесодержащих сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника, № 3 2003 г. – С. 35-39.
9. Лепеш Г., Хлыстиков С. Техника и технология очистки сточных вод от механических загрязнений // Водоочистка, декабрь 2005 г.-С. 42-47.
10. Найман С. М., Медведева Ч. Б. Количественная оценка шлама от химводоподготовки // Вестник Казанского технологического университета, 2015, т. 18., N 17, с. 98-103.



КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ У ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Рыжов Б. А., Муфаздалов И. Р., Ахмадеев Р. Д.,

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им.
А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань

COMPENSATION OF REACTIVE POWER AT CONSUMERS

Ryzhov B. A., Mufazdalov I. R., Akhmadeev R. D.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan

Аннотация

Ниже рассматриваются причины, по которым компенсация реактивной мощности у потребителей является актуальной проблемой, решение которой позволит уменьшить затраты на электроэнергию.

Annotation

Below we consider the reasons why reactive power compensation for consumers is an actual problem. The solution of this question will reduce the cost of electricity.

Причина компенсации реактивной мощности у абонента:

В трансформаторе, когда $\cos\phi$ уменьшается, активная мощность падает из-за увеличения реактивной мощности.

По мере уменьшения $\cos\phi$ суммарная мощность увеличивается и увеличивается ток, что приводит к потере мощности, пропорциональной квадрату тока.

Увеличение тока требует увеличения площади поперечного сечения проводов и кабелей и увеличение капиталовложений.

Увеличение тока увеличивает потери напряжения во всех частях энергосистемы и вызывает падение напряжения между потребителями.

В промышленных установках падение напряжения может прерывать нормальную работу электроприемника. Уменьшается частота вращения электродвигателя, следовательно, снижается качество сварки, производительность рабочих машин, ухудшаются характеристики электрических печей, снижается пропускная способность электрической сети, что приводит к ухудшению качества продукции.

Устройства для решения проблемы компенсации реактивной мощности у потребителей.

Синхронный компенсатор, косинусный конденсатор (конденсаторная установка), шунтирующий реактор, фильтр высших гармоник, статический тиристорный компенсатор способны компенсировать реактивную мощность. Использование оборудования компенсации реактивной мощности полностью зависит от местоположения и назначения установки.

В распределенной сети внутреннего потребителя, которая в основном содержит однофазную нагрузку, которая зависит от конкретной системы, устройства КРМ редко используются. С учетом трехкратного увеличения потребления энергии на один квадратный метр жилого городского сектора за последнее десятилетие, средняя статистическая мощность силовых трансформаторов сетей городской инфраструктуры достигает 325 кВА, а зона используемой мощности трансформатора сдвинута в сторону увеличения и находится в пределах 250-400 кВА, поэтому использование КРМ становится необходимым.

Следует отметить, что во многих сетях от 0,4 до 6 (10) кВ специального оборудования компенсации реактивной мощности не разработано во время проектирования и до сих пор отсутствует. В то же время необходимость применения компенсации реактивной мощно-

сти подтверждается мониторингом результатов режимов работы некоторых специальных комплексов. Наиболее широко используемые устройства КРМ на 0,4-6 (10) кВ – батареи статических конденсаторов, обладающие следующими преимуществами: низкие внутренние активные потери, высокая надежность, низкая стоимость оборудования и обслуживания. Расположение таких устройств КРМ в РЭС 0,4-6 (10) кВ может быть:

- централизованная компенсация реактивной мощности со стороны высокого напряжения
- централизованная компенсация со стороны низкого напряжения.
- групповая компенсация реактивной мощности на стороне низкого напряжения.
- индивидуальная компенсация на стороне низкого напряжения.

Основные характеристики распределительной электрической сети без компенсации реактивной мощности (в числителе) и после размещения устройств КРМ (в знаменателе)

Участок распределительной электрической сети	$\cos\phi_{\text{ср}}$	ΔU , %	ΔP , кВт	$\Sigma (\Delta P)$, руб. в год	$\Sigma (Q_{\text{УКРМ}})$, руб. в год
ЛЭП от ТП-35/6 кВ до ТП-6/0,4 кВ	0,78/0,99	6/5,4	87,2/54,1	3819954/2368232	0/119000
ЛЭП от ТП-6/0,4 кВ до ГРЩ-1	0,8/0,944	5,8/4	22,1/15,8	965571/690124	0/344000
ЛЭП от ТП-6/0,4 кВ до ГРЩ-2	0,77/0,95	7,5/5	24,8/16,1	1085693/712875	0/347200
Общие затраты на передачу электроэнергии с учетом УКРМ (за год)				5871218	
				4581431	

Выводы

При реализации энергосберегающих мер по компенсации реактивной мощности необходимо учитывать механизм компенсации непосредственно в индукционных приемниках энергии, поскольку реактивная мощность, а также активная складываются в тарифе, и за увеличение потребления электроэнергии расплачивается абонент.

Распределенная сеть потребителей содержит в основном однофазные устройства, очень редко применяют устройства компенсации реактивной мощности, но увеличение потребления энергии в жилом районе заставляет рассмотреть установку устройств КРМ у абонентов.

Литература

1. Журнал Энергосвет № 3 (8) за 2010 г.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАСАДОЧНЫХ ДЕКАРБЕНИЗАТОРОВ

Лаптева Е. А., Фатхуллин Р. И.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

THE EFFICIENCY OF THE PACKED DECARBONISATION

Lapteva E. A., Fatkhullin R. I.,

Kazan state power engineering University, Kazan

Аннотация

На основе применения моделей структуры потоков (диффузионной и ячейочной) получено выражение для вычисления эффективности декарбонизации воды в насадочном слое. Наблюдается удовлетворительное согласование результатов расчетов по эффективности декарбонизации с известными данными.

Annotation

Based on the application of flow structure models (diffusion and cellular), an expression is obtained to calculate the efficiency of decarbonization of water in the packing layer. There is a satisfactory agreement between the results of calculations on the effectiveness of decarbonization with the known data.

Введение

Вода, используемая на тепловых электростанциях, в котельных установках, в тепловых сетях, проходит ряд стадий водоподготовки. Одной из основных является удаление из воды растворенных газов (коррозионно-активных кислорода O_2 и диоксида углерода CO_2). В настоящее время на ТЭС для этих целей широко применяют термические деаэраторы и декарбонизаторы, действие которых основано на десорбции труднорастворимых газов в условиях, когда за счет нагревания воды до температуры насыщения их растворимость практически равна нулю. Декарбонизация может быть вакуумной, атмосферной и повышенного давления.

Диффузионная модель

Теоретическое описание процессов переноса в двухфазных средах связано с тем или иным упрощением реальной гидродинамической обстановки и свойств среды. Наибольшее применение находит модель многоскоростного континуума с локальным осреднением явлений переноса за счет второй фазы по элементарному объему среды [1].

Для практических расчетов тепло- и массообменных аппаратов широкое применение находят различные модели структуры потоков [2]. Наибольшее применение получили диффузионная и ячейочная модели, между которыми существует эквивалентная связь. При использовании моделей структуры потоков необходимы экспериментальные исследования коэффициентов перемешивания для каждой конструкции аппарата в заданном интервале режима работы. Таких данных, обобщенных в виде расчетных выражений, в литературе достаточно много. Применяются двух и однопараметрические модели. Уравнения однопараметрической диффузионной модели с объемным источником массы имеют вид:

$$\begin{aligned} & \text{– для жидкой фазы (воды)} \quad w_{\text{ж}} \frac{dx}{dz} = D_{\text{пж}} \frac{d^2 x}{dz^2} + k_{0x} a(x - x^*), \quad (1) \\ & \text{– для газовой фазы (воздуха)} \quad w_{\text{г}} \frac{dy}{dz} = D_{\text{пг}} \frac{d^2 y}{dz^2} - k_{0x} a(x - x^*), \quad (2) \end{aligned}$$

где $w_{ж}, w_{г}$ – средние скорости жидкости и газа на полное сечение аппарата, м/с; x, y – концентрация компонента (CO_2) в жидкой и газовой фазах, мг/кг; $D_{пж}, D_{пг}$ – коэффициенты обратного перемешивания в жидкой и газовой фазах, м²/с; z – координата по высоте насадочного слоя, м; $k_{0x}a$ – объемный коэффициент массопередачи, с⁻¹; x^* – равновесная концентрация, мг/кг.

Система уравнений (1), (2) решается с граничными условиями Данквертса. В результате решения получаются профили концентрации CO_2 в жидкой и газовой фазах и при заданной начальной концентрации, выбираются такие режимные и конструктивные характеристики насадочного декарбонизатора, которые обеспечивают требуемую концентрацию CO_2 в воде на выходе. Обычно это значение находится в пределах $x_K = 3-5$ мг/кг (миллиграмм на килограмм воды). Значение концентрации CO_2 в исходной воде чаще всего находится в пределах $x_H = 20-100$ мг/кг [3,4]. При понижении накипеобразующей способности воды методами подкисления и водород-катионирования содержание CO_2 в воде возрастает до 50-500 мг/кг. Значение равновесной концентрации CO_2 в воде зависит от температуры и давления и находится в пределах $x^* = 0,3-1,4$ мг/кг.

Ячеечная модель

От диффузионной модели (1), (2) можно перейти к ячейечной, а концентрацию CO_2 в воздухе определить из уравнения материального баланса. Уравнения идеального вытеснения и ячейечной модели следуют из уравнений (1), (2). При $D_{пж} = D_{пг} = 0$ получаем модель идеального вытеснения

$$L \frac{dx}{dz} = \rho_{ж} S k_{0x} a (x - x^*), \quad (3)$$

$$G \frac{dy}{dz} = -\rho_{ж} S k_{0x} a (x - x^*), \quad (4)$$

где L, G – массовые расходы воды и воздуха, кг/с; $\rho_{ж}$ – плотность воды; S – площадь поперечного сечения канала, м².

Отсюда, переходя к конечным разностям, запишем уравнения ячейечной модели

$$w_{ж} \frac{x_{i-1} - x_i}{\Delta z_i} = k_{0x} a (x - x^*)_i, \quad (5)$$

$$w_{г} \frac{y_i - y_{i-1}}{\Delta z_i} = -k_{0x} a (x - x^*)_i, \quad (6)$$

где $i=1,2,...,n$ – число ячеек полного перемешивания по высоте насадочного слоя; Δz_i – размер ячейки, м.

Из выражения (5) найдем концентрацию в i -й ячейке

$$x_i = \frac{x_{i-1} + x^* k_{0x} a \Delta z_i / w_{ж}}{1 + \frac{k_{0x} a \Delta z_i}{w_{ж}}}, \quad (7)$$

а из уравнения баланса массы имеем

$$y_i = y_{i-1} + \frac{L}{G} (x_{i-1} - x_i). \quad (8)$$

Отсюда находится равновесная концентрация $x_i^* = y_i / m$, где m – константа фазового равновесия. Значение m зависит от температуры воды и составляет значения $m = 1500-3200$.



Число ячеек полного перемешивания связано с числом Пекле, характеризующим перемешивание потока, зависимостью [5]

$$n = \frac{Pe^2}{2[Pe - 1 + \exp(-Pe)]}, \quad (9)$$

где для жидкости $Pe_{ж} = w_{ж}H / D_{пж}$; для газа $Pe_{г} = w_{г}H / D_{пг}$; H – высота слоя насадки, м.

Число ячеек для жидкости и газа неодинаково из-за различных значений Pe . В этом случае расчетное число ячеек принимается меньшим из n (9). Число Пекле (коэффициенты перемешивания) для жидкой и газовой фаз находятся экспериментально для каждой конструкции насадок. Анализ экспериментальных данных [5] показывает, что по результатам различных исследователей наблюдается значительное расхождение по числам Pe для однотипных насадок. Например, для колец Рашига можно примерно принять $n \sim H/(10)$.

Определение эффективности извлечения CO_2

Эффективности извлечения CO_2 из воды в ячейке и во всем насадочном слое имеют вид

$$E_i = \frac{x_{i-1} - x_i^*}{x_{i-1} - x_i^*} \quad E = \frac{x_H - x_K^*}{x_H - x^*}. \quad (12)$$

Учитывая, что $x_i \gg x_i^*$ и используя уравнение аддитивности эффективности по ячейкам $E = 1 - (1 - E_1)(1 - E_2) \dots (1 - E_n)$ из выражений (7) и (12) получим

$$E = 1 - \left(1 + \frac{k_{0ж} a H}{n w_{ж}} \right)^{-n}, \quad (13)$$

где $a = a_v \Psi_w$ – удельная поверхность контакта газа и жидкости, m^2/m^3 ; a_v – удельная поверхность насадки, m^2/m^3 ; Ψ_w – коэффициент смачиваемости поверхности. При больших плотностях орошения $\Psi_w \sim 0,8-0,9$.

Рассмотрим пример расчета насадочного декарбонизатора с кольцами Рашига, приведенный в работе [3]. Расход воды $163,4 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\chi_H = 61,6 \text{ мг/кг}$; $\chi_K = 4,0 \text{ мг/кг}$. Диаметр декарбонизатора $1,86 \text{ м}$; $w_{г} = 0,67 \text{ м/с}$; $w_{ж} = 0,017 \text{ м/с}$; кольца Рашига 25×25 ; $a_v = 200 \text{ м}^2/\text{м}^3$. В результате расчетов получено $k_{0ж} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$; $H = 1,88 \text{ м}$. Эффективность процесса (12) $E = 0,95$ (95%).

Расчет по уравнению (13) дает $E = 0,92$ (92%). Как видно, наблюдается удовлетворительное согласование результатов по эффективности декарбонизации.

Преимуществом приведенного в данной статье подхода, и полученного выражения (13), является возможность выполнять расчеты новых насадок для которых нет экспериментальных данных по эффективности декарбонизации.

На рис. 1 приведены расчетные данные с использованием вышеприведенного примера [3] для колец Рашига и насадки «Инжехим-2002» ($a_v = 200 \text{ м}^2/\text{м}^3$; $d_3 = 0,017 \text{ м}$) [9]. Из рисунка видно значительное преимущество насадки «Инжехим», т.е. заданная концентрация χ_K достигается не при $H = 1,86 \text{ м}$, как с кольцами Рашига, а при $H = 1,0 \text{ м}$. Это обеспечивает снижение металлоемкости аппарата и уменьшение мощности на подачу воздуха на декарбонизацию почти в 2 раза.

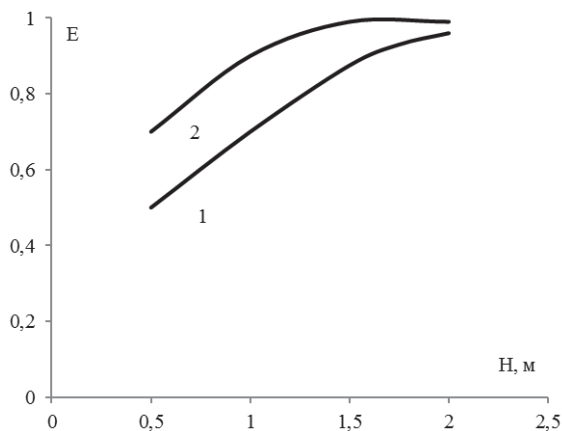


Рис1. Зависимость эффективности декарбонизации воды от высоты слоя насадки. 1 – кольца Рашига, 25х25 мм; 2 – насадка «Инжехим-2002» 25 мм. Расчеты по выражению (13).

Литература

1. Нигматулин Р. И. Динамика многофазных сред/Р. И. Нигматулин – М.: Наука, 1987. – 464 с.
2. Копылов А. С. Водоподготовка в энергетике: учеб. пособие для ВУЗов/А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 309 с.
3. Шарапов В. И., Сивухина М. А. Декарбонизаторы/Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 204 с.
4. Рамм В. М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1976.
5. Лаптев А. Г. Математическая модель теплоотдачи в каналах с насадочными и зернистыми слоями/А. Г. Лаптев, Т. М. Фарахов// Теплоэнергетика. – 2015. – № 1 с. 77-80.
6. Лаптев А. Г. Модели явлений переноса в неупорядоченных насадочных и зернистых слоях/А. Г. Лаптев, Т. М. Фарахов, Е. А. Лаптева // Теоретические основы химической технологии. – 2015. – № 4. – С. 407-414.



КОЭФФИЦИЕНТ МАССООТДАЧИ В СТРУЙНО-ПЛЕНОЧНОМ КОНТАКТНОМ УСТРОЙСТВЕ

Хафизова А. И.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

THE COEFFICIENT OF MASS TRANSFER IN JET-FILM CONTACT DEVICE

Khafizova A. I.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В статье рассмотрено струйно-плёночное контактное устройство. Аналитическим методом выведены формулы для расчета коэффициента массоотдачи, проверена ее зависимость от реометрических параметров устройства.

Annotation

The article considers the jet-film contact device. The formulas for calculating the mass transfer coefficient are derived by analytical method, its dependence on the rheometric parameters of the device is checked.

На сегодняшний день все больше внимания уделяется проблеме очистки газовых выбросов химических, нефтехимических промышленных предприятий от вредных химических примесей, в том числе — парниковых газов (диоксид углерода, метан, и др.). Особое внимание уделяется очистке газовых выбросов от диоксида углерода, влияющего на глобальное потепление [1].

Существует огромное количество методов по улавливанию диоксида углерода (CO_2). Большое внимание уделяется абсорбции жидкостями, адсорбция твердыми поглотителями и каталитическая очистка [2]. Наиболее оптимальным является плёночная абсорбция. В плёночных абсорберах происходит контакт газа с пленкой жидкости, стекающей по поверхности. Главным достоинством таких аппаратов является низкое гидравлическое сопротивление, недостатком — малая удельная поверхность контакта фаз, приходящаяся на единицу объема абсорбционного аппарата.

Для повышения эффективности плёночной абсорбции при улавливании диоксида углерода (CO_2) необходимо рассчитать коэффициент массоотдачи и провести зависимость от различных параметров, что в последствии позволит выбрать конструкцию.

Для этой цели мы использовали конструкцию струйно-плёночного контактного устройства (патент № 165690 РФ) и вывели формулы для расчета коэффициента массоотдачи.

Усредненный по времени коэффициент массоотдачи в жидкости, м/с, в этом случае определяется как

$$\beta_L = \sqrt{\frac{D}{\tau}}, (1)$$

где D — коэффициент молекулярной диффузии в жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$; τ — время обновления поверхности, с.

При расчете времени обновления поверхности учитывалось, что на единицу площади поверхности потока, погружающейся в жидкость в контактном элементе, приходится единица площади поверхности жидкости в нем.

Время обновления поверхности можно определить по выражению

$$\tau = \frac{b}{4U}, (2)$$

где U — скорость потока в момент соприкосновения с жидкостью в контактном элементе, м/с; b — сторона основания сливного стакана, м.

Изменение скорости струи жидкости, м/с, описывается уравнением

$$U = \sqrt{2g(2h_2 + z)}, (3)$$

где g — ускорение свободного падения, м/с²; h_2 — уровень жидкости в сливном стакане, м; z — расстояние от нижней точки контактного элемента до места расчета скорости, м.

При расчете скорости струи на подлете к поверхности жидкости в нижнем стакане имеется в виду, что

$$z = 2(h + h_1) - h_2, (4)$$

где h — расстояние между тарелками, м; h_1 — высота вертикальной стенки сливного стакана, м.

Тогда скорость струи в момент соприкосновения с жидкостью в контактном элементе определится как

$$U = \sqrt{2g(2(h + h_1) + h_2)}, (5)$$

После некоторых преобразований формула (2) принимает следующий вид:

$$\tau = \frac{b}{4\sqrt{2g(2(h + h_1) + h_2)}}, (6)$$

Конечная формула для определения коэффициента массоотдачи в жидкой фазе в струйно-пленочном контактном устройстве имеет вид

$$\beta_L = \sqrt{\frac{4D}{b}} \cdot (2g(2(h + h_1) + h_2))^{\frac{1}{4}}, (7)$$

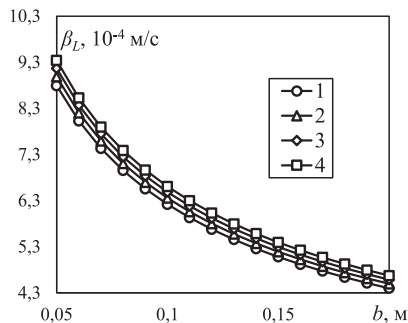


Рис. 1 Зависимость коэффициента массоотдачи в жидкой фазе от размера стороны основания сливного стакана при различном расстоянии между тарелками

На рисунке 1 в графическом виде представлены результаты расчета β_L по выражению (7), как видно из графика, расстояние между тарелками не оказывает существенного влияния на коэффициент массоотдачи.



Литература

1. Гумерова Г.Х., Дебердеева С.Ф. Проблема очистки промышленных газовых выбросов и пути ее решения // Вестник Казанского технологического университета — 2011. — № 16. — С. 320-322.
2. Вострикова М.А., Шкода В.В., Кашин Я.М. Обзор методов очистки газовых выбросов энергетических установок от оксидов серы и азота // Инновационная наука — 2015. — № 8-2 (8). — С. 31-33.

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ
ОТХОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ
ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Фахреев Н. Н., Тухватуллин И. Л., Галимов И. Ф.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**PROGRAM COMPLEX FOR CALCULATING THE QUANTITY OF EDUCATION OF ORGANIC WASTE
FOR ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL SITUATION IN THE ZONE OF INFLUENCE OF POULTRY
COMPLEXES**

Fakhreev N. N., Galimov I. F., Tukhvatullin I. L.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Авторами рассмотрены вопросы моделирования с применением программных комплексов количества образующихся органических отходов на птицеводческих предприятиях. Разработан алгоритм расчета с применением рекомендательных документов. Программа разработана на языке программирования C# и представляет консольную программу.

Annotation

The authors consider modeling with the use of software complexes the amount of formed organic waste at poultry enterprises. The algorithm of calculation with application of recommendatory documents is developed. The program is developed in C # programming language and represents the console program.

Для изучения и количественной оценки экологической обстановки в зоне влияния птицеводческих комплексов применяются расчетные методы по рекомендательным документам принятым Министерством сельского хозяйства Российской Федерации под номером: РД-АПК 1.10.15.02-08 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета»

При проектировании птицеводческих комплексов обязательным является вопрос проектирования помехохарнилиц под поступающий суточно или периодически из птичников достигающий для типового предприятия с поголовьем 2млн. голов до 300-350 тонн в сутки.

С целью сокращения времени расчета количества образования органических отходов на стадии проектирования авторами разработан программный комплекс с помощью среды разработки VisualStudio 2015 на языке программирования C#.

Расчет проводится по следующему алгоритму:

По полученным исходным данным: периода выращивания птицы, производительности птицефабрики по поголовью в данный момент времени, количества выхода помета от 1 птицы рассчитывается количество образования нативного помета по формуле:

$$V = C A G, \quad (1)$$

где V — количество образования помета, тонн за один повтор (период выращивания птицы); C — период выращивания птицы, суток; A- заданная производительность предприятия за один повтор, голов; G — выход помета от одной птицы принимается по (табл. 1).



Таблица 1. Расчетное среднесуточное количество, влажность и объемная масса отходов для птицеводческого предприятия с подстилочным содержанием птицы (извлечение из табл. 4 РД-АПК 1.10.15.02-08)

Виды и возрастная группа птиц	Выход помета, грамм на голову в сутки.	Расчетная влажность помета, %
Молодняк на мясо		
Цыплята-бройлеры (возраст, недель): 1-9 (на полу)	158	66-74
Примечание: Усушка помета кур (взрослых и молодняка при напольном содержании) составляет 50%. При содержании кур на подстилке в птичниках с пометными коробами следует считать: в коробах — на подстилке — 40% помета.		

Далее выводится количество подстилки и рассчитывается итоговый объем образования подстилочного помета учитывающий способ содержания птицы, а именно наличие подстилки из хвойных пород деревьев. Общее количество образования помета с подстилкой после завершения одного периода рассчитывается по формуле:

$$M = A P / 1000 + VK, \quad (2)$$

где, M — общий объем выхода подстилочного помета, тонн; A — заданная производительность предприятия за один повтор, голов; P — количество опилок на 1 птицу, кг; V — объем образования помета, тонн за один повтор; K — коэффициент усушки.

Алгоритм работы программного обеспечения в виде блок схемы представлен на рисунке 1.

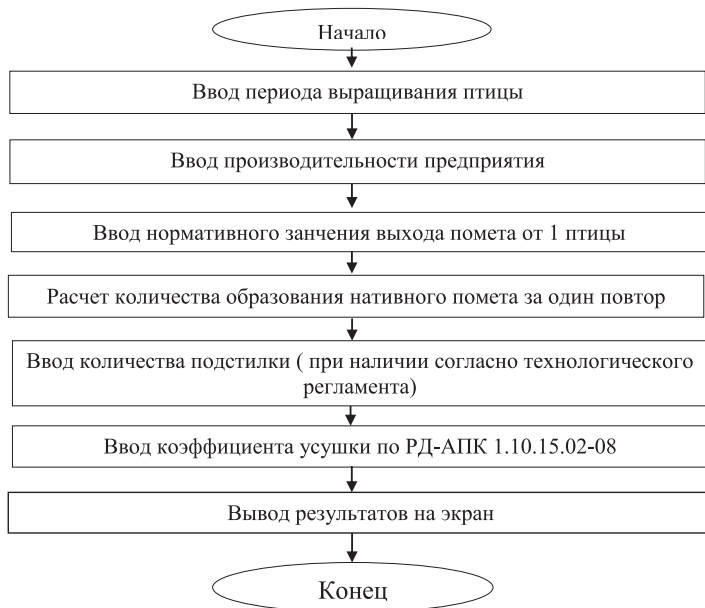


Рис. 1. Алгоритм работы программы

Основным преимуществом данной программы является уникальность и удобный для пользователя интерфейс. Расчет образования органических отходов с использованием данной программы позволит оценить экологическую обстановку в зоне влияния птицефабрики и принятия решений по снижению негативного воздействия на ОС.

Литература

1. Фахреев Н.Н., Дыганова Р.Я., Тухватуллин И.Л. СВИДЕТЕЛЬСТВО о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017618319 «Автоматизированный расчет образования органических отходов в птицеводстве» Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 27 июля 2017 г.



**ВОЗМОЖНОСТИ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СЪЕМКИ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Енюшин В. Н., Кабанова Т. В.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

**POSSIBILITIES OF THERMAL SURVEING IN THE EXAMINATION
OF FENCING CONSTRUCTIONS**

Enyushin V. N., Kabanova T. V.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

В статье рассмотрены возможности и основы принципа работы современной тепловизионной техники.

Разобраны факторы, влияющие на точность измерения температурных полей с помощью тепловизионной техники. К этим факторам относятся: структура и состояние поверхности исследуемого объекта; угол наблюдения поверхности; отражательная способность. Оценивается точность результатов в различных погодных условиях. Показаны зависимости отражающей и излучающей способности от угла падения. Приведены конкретные практические примеры тепловизионных исследований реальных объектов.

Ключевые слова: тепловизионная съемка, тепловизор, ИК-лучи, детектор, MSX технология.

Annotation

In the article, the possibilities and foundations of the principle of operation of modern thermal imaging technology are considered.

The factors influencing the accuracy of measuring temperature fields by means of thermal imaging technology are disassembled. These factors include: the structure and state of the surface of the object under study; Surface observation angle; reflectivity. The accuracy of the results is estimated in different weather conditions. Dependences of the reflecting and radiating ability on the angle of incidence are shown. Specific practical examples of thermal imaging studies of real objects are given.

Keywords: thermal imaging, thermal imager, IR-rays, detector, MSX technology.

Повышение энергоэффективности и тепловой защиты зданий является актуальной проблемой строительства и архитектуры. Решение этой проблемы необходимо на всех этапах жизненного цикла здания — проектирование, эксплуатация, решение о сносе. В последнее время для оценки состояния ограждающих конструкций всё чаще используют тепловизионное обследование.

Теплоаудит помогает за довольно короткое время и с наименьшими затратами выявить места возможных утечек тепла. Однако достоверность результатов измерений зависит от своевременного выявления и устранения систематических и случайных погрешностей.

Систематические погрешности заключены в конструкции измерительного прибора и его возможностей (оптическая разрешающая способность, угловое поле зрения и размер матрицы).

Детекторы, установленные в плоскости объектива тепловизора, состоят из множества чувствительных элементов, которые расположены по рядам и столбцам прямоугольной матрицы. Отсюда каждый пиксель — это измеренное значение температуры в данной точке. Например, тепловизор с размерами матрицы 160×120 пикселей дает нам изображение, состоящее из 19200 значений температуры. Таким образом, любой тепловизор обладает приборным

ограничением чувствительности по температурным измерениям, а количество элементов матрицы определяет качество получаемого инфракрасного изображения. Соответственно, чем выше разрешающая способность матрицы, тем точнее результат.

На сегодняшний день размер детектора тепловизора достигает 1280x1024 пикселей. Кроме того, некоторые модели тепловизионных камер оснащают технологией MSX, которая позволяет более наглядно представить результаты обследования (рис. 1). Эта технология производит наложение контуров объектов на тепловизионный снимок в режиме реального времени. За счет MSX изображения становятся резче и контрастнее.

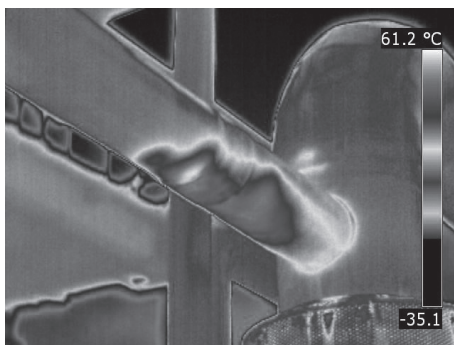


Рис. 1 Картина разрыва в трубе, снятая тепловизором с матрицей 1300x480

Случайные погрешности зависят от погодных условий при тепловизионной съемке (ветер, осадки, солнечная радиация), излучательной способности, дальности и др.

При исследовании внешних ограждающих конструкций (ВОК) или других объектов, расположенных на открытом воздухе, необходимо учитывать возможность охлаждения ветром. Например, значение температуры ВОК, полученное при скорости ветра 5 м/с, будет примерно в два раза ниже значения при скорости ветра 1 м/с.

Для диапазона скоростей 1-7 м/с справедлива формула [1]:

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \left| \frac{V_1}{V_2} \right|^{0.448},$$

где ΔT_1 — превышение температуры при скорости ветра V_1 ;

ΔT_2 — то же при скорости ветра V_2 .

Если скорость ветра превышает 8 м/с, то измерения проводить не желательно.

Осадки. Измерения тепловизором в таких погодных условиях, как дождь, туман, снег, имеют сильную погрешность, т. к. инфракрасные лучи могут отражаться от взвешенных частиц или капель.

Солнечная радиация нагревает исследуемый объект, особенно в местах с высокой излучательной способностью. Во избежание её влияния рекомендуется проводить тепловизионную съемку в облачную погоду или в ночное время (предпочтительно после полуночи), но не ранее 2 часов после захода солнца.

При тепловизионной диагностике объектов, расположенных в сравнительно небольшом пространстве, нередко получают ошибочные результаты из-за *теплового отражения* от нагревательных элементов, искусственного освещения и др. (рис. 2). Например, при съемке тепловизор может показывать горячую точку (пятно), хотя в действительности это просто тепловое отражение от лампы. В особенности это явление характерно для тепловизоров с коротковолновым спектральным диапазоном (длины волн в интервале 2-5 мкм). В этих случаях



рекомендуется проводить тепловизионную съемку объекта под различными углами наблюдения и сменой местоположения тепловизора [2].

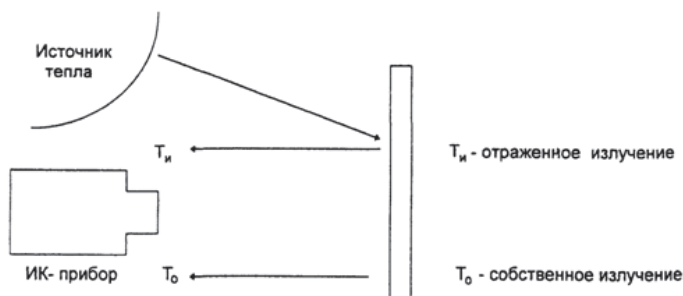


Рис. 2 Влияние теплового отражения

Коэффициент излучения материала в общем виде зависит от следующих факторов: длины волны, угла наблюдения поверхности контролируемого объекта и температуры.

Для неметаллов, жидкостей и газов коэффициент излучения высокий, т.к. они практически не изменяют своих излучательных свойств относительно времени и температуры. Металлы являются хорошими отражателями длинноволнового инфракрасного излучения, отсюда и довольно низкая степень черноты.

Немаловажную роль играет в этом вопросе угол наблюдения. Для металлов значение коэффициента излучения постоянно в диапазоне угла падения от 0 до 40°, для диэлектриков — в диапазоне от 0 до 60°. За границами этих значений коэффициент излучения быстро уменьшается до нуля при наблюдении в направлении по касательной [3].

Так, при длине волны излучения 10 мкм при наблюдении по нормали поверхность воды близка к абсолютно черному телу, а при наблюдении по касательной становится зеркальной.

Рассмотрим возможности тепловизора на примере обследования, проделанного авторами статьи.

Тепловизионный контроль выполнялся с целью обнаружения скрытых дефектов в ограждающих конструкциях квартиры жилого многоэтажного дома г. Казани. Из рисунка 3 видно, что стена обследуемого объекта, имеет явно выраженные «мостики холода», образовавшиеся вследствие некачественного монтажа. Отсюда следует, что тепловая защита здания не соответствует требованиям [4].

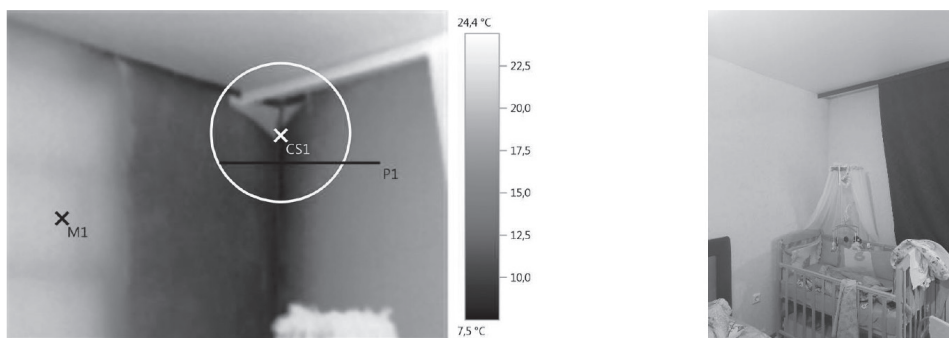


Рис. 3 Термограмма западной и северной сторон 703 помещения

Обработка, полученных в результате исследования, термограмм дает массив данных о параметрах температуры поверхностей ограждающих конструкций в помещении. Ниже в таблице 1 представлена расшифровка термограммы рис. 3.

Таблица 1. Расшифровка термограммы

Измеряемые объекты	Температура объекта, °C	Коэффициент излучения	Отраженная температура, °C	Температура наружного воздуха, °C
Точка измерения M1	19,6	0,93	21,0	–12
Самая холодная точка CS1	7,5	0,93	21,0	–12

Кроме выявления утечек тепла, тепловизор дает возможность увидеть различие теплопроводности строительных материалов даже через внутреннюю отделку помещения. На рисунке 4 показана термограмма стены из пеноблоков.

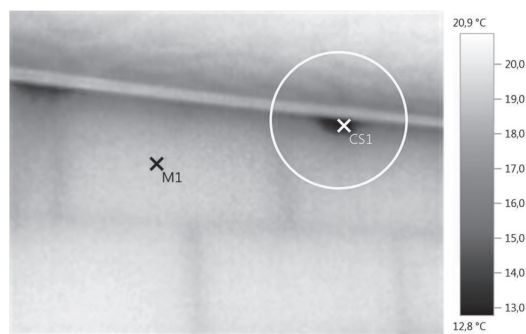


Рис. 4 Термограмма западной стороны 703 помещения

Таким образом, современные тепловизоры могут быстро обнаружить недостатки или повреждения в ограждающих конструкциях, что в дальнейшем позволяет значительно сократить неоправданные расходы энергии.

Литература

1. Сапунова О. В. Влияние излучательной способности исследуемой поверхности на точность определения температур при термографии объекта // Магистерская диссертация, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. С. 82.
2. Енюшин В. Н., Крайнов Д. В. О влиянии излучательной способности поверхности исследуемого объекта на точность измерения температур при тепловизионном обследовании // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 1 (23). С. 99-103.
3. Прошкин С. С. К вопросу о точности измерения температуры с помощью тепловизора // Вестник Международной академии холода. 2014. № 1. С. 51-54.
4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий // Москва, Госстрой России, 2012.



**СОРБЦИЯ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРИСАДКИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА
НА СИЛИКАГЕЛЕ В СРЕДЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ**

Никонова А. О., Ланду А. Н., Нигматуллин Р. Р., Новиков В. Ф.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

**SORPTION OF ANTIOXIDATING ADDITIVE OF TRANSFORMER OIL ON SILICAGEL IN THE
MEDIUM OF ORGANIC SOLVENTS**

Nikonova A. O., Landu A. N., Nigmatullin R. R., Novikov V. F.,

Kazan state power engineering University, Kazan

Аннотация

В работе рассмотрена специфика сорбции антиокислительной присадки — ионола, добавляемой в трансформаторное масло для продления срока эксплуатации маслonaполненного электрооборудования, в условиях восходящей тонкослойной хроматографии на пластинках «Sorbfil», с нанесением тонким слоем силикагеля. Определены времена удерживания органических растворителей и ионола на тонкослойной пластине.

Annotation

The specification of sorption of the antioxidant additive-ionol, added to the transformer oil for prolongation of the life of the oil-filled electrical equipment, is considered in the conditions of ascending thin-layer chromatography on «Sorbfil» plates, with a thin layer of silica gel. The retention time of organic solvents and ionol on a thin-layered plate was determined.

Для продления срока эксплуатации маслonaполненного электрооборудования в трансформаторное масло обычно добавляют различные антиоксиданты, которые направлены на связывание или разрушение возникающих в ходе окисления различных промежуточных радикалов. В этом случае на смену этим частицам приходят малоактивные радикалы ингибиторы, которые не способны к дальнейшему развитию радикально-цепного механизма окисления трансформаторного масла.

Важнейшее место среди антиоксидантов занимают фенольные стабилизаторы, которые эффективно замедляют процесс старения трансформаторного масла различных производителей. Эффективность действия фенольных стабилизаторов объясняется способностью гидроксильной группы фенолов взаимодействовать с пероксидными радикалами, а также высокой устойчивостью образующихся при этом свободных радикалов.

Кроме того, поведение этих соединений обусловлено пространственными экранированием гидроксильной группы объемными заместителями, находящимися в орто-положениях. При этом наибольшее стерическое влияние оказывает третичные аллильные радикалы [1].

Из всех антиоксидантов фенольного типа в электротехническом маслonaполненном электрооборудовании наиболее широко применяется 4-метил-2,6-ди-трет. — бутилфенол под торговым названием ионол, который выпускается в промышленных условиях по достаточно простой технологической схеме.

Ионол — это бесцветное кристаллическое вещество с температурой плавления 70°C, температурой кипения 266°C. Хорошо растворяется в углеводородах, спиртах, кетонах, сложных эфирах, жирах. Он нерастворим в воде и водных растворах щелочей, обладает хорошей летучестью. Применяется ионол также для стабилизации синтетических каучуков различного вида, защищает резинотехнические изделия от термоокислительного старения. Кроме того, ионол используется также в качестве термостабилизатора полиэтилена, полипропилена, полиэфиров, полистирола, поливинилхлорида, а также различных сополимеров [2-3].

В энергетических предприятиях ионола широко применяется в качестве антиокислительной добавки в трансформаторное масло, которое добавляется в него в концентрации до 0,4%. В процессе эксплуатации маслonaполненного электрооборудования ионол вырабатывается, поэтому его концентрацию в трансформаторном масле необходимо постоянно контролировать.

Из всех известных методов контроля содержания ионола в трансформаторном масле наиболее простой является тонкослойная хроматография. В этом случае при анализе ионола большое внимание уделяется органическим растворителям, которые используются в качестве элюэнтон и оказывает определенное влияние на время удерживания исследуемых компонентов.

На рис. 1 приведена зависимость времени удерживания органических растворителей от длины сорбционного слоя тонкослойной пластины с силикагелем. Как видно из рис. 1 время удерживания растворителей зависят от их природы. Наиболее низкие значения времени удерживания характерны для углеродов, н.-Гексан и и.-Октан, которые являются неполярными и их сорбция протекает по дисперсионному механизму. Экстремально высокое время удерживания имеет бутанол, который способен вступать в межмолекулярное взаимодействие с силикагелем за счет образование межмолекулярной водородной связи.

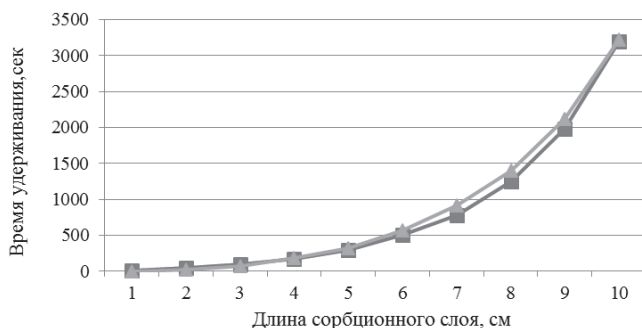


Рис. 1. График зависимости время удерживания н.-Гексана и Бутанола от длины сорбционного слоя.

Литература

1. Ерилов В.В., Никифоров Г.А., Володькин А.А. Пространственно-затруднение фенола. -М.: Химия, 1972, — 351 с.
2. Гурович Я.А., Кумок С.Г. Химия и технология промежуточных продуктов органических красителей и химикатов для полимерных материалов.-М.: Высш. Школа, 1974, — 327 с.
3. Kharash M.S. Josh B.S. Reaction of Hindered Phenols II Base-Catalysed Oxidation of Hindered Phenols//J. Org. Chem. 1957, vol22, №22; p. 1435-1438.



СЖИГАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ

Зинуров В. Э.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань

COMBUSTION OF NATURAL GAS IN THE COMBUSTOR

Zinurov V. E.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Анализ работы газовых котлов и совершенствование процессов сгорания углеводородного топлива в топках для повышения их эффективности является актуальным и представляет большой. Основным направлением деятельности в области повышения эффективности процесса сгорания углеводородного топлива в топке является оптимизация геометрии камеры сгорания. Разработана конструкция цилиндрической камеры сгорания котла. Описан принцип работы устройства. Изложены результаты численных исследований процессов сгорания природного газа.

Annotation

Operational analysis of gas coppers and perfecting of processes of combustion of hydrocarbonic fuel in fire chambers for increase in their effectiveness is relevant and represents big. The main activity in the field of increase in effectiveness of process of combustion of hydrocarbonic fuel in fire chambers is optimization of geometry of a combustor. The design of a cylindrical combustor of a copper is developed. The principle of operation of the device is described. Results of numerical researches of processes of combustion of natural gas are explained.

Одной из главных проблем налаживания выпуска газовых котлов на внутреннем рынке является отсутствие современных технологических систем. Поэтому актуальность разработки собственных технологических устройств, в рассматриваемой статье газовых котлов, является крайне высокой и необходимой.

В данной работе исследовалось влияние геометрических размеров камеры сгорания при процессе сгорания природного газа. Объемный состав газа задавался по справочным данным: CH_4 – 95,5%, C_2H_6 – 0,8%, C_3H_8 – 0,4%, C_4H_{10} – 0,08%, CO_2 – 0,22%, N_2 – 3,0% [1]. Расчет производился в программном комплексе ANSYS Fluent. Для численного расчета в программном комплексе ANSYS Fluent была построена 3D модель камеры сгорания (рис. 1). Камера сгорания включает следующие конструктивные элементы: сверху и снизу 2 прямоугольных патрубка, через верхний патрубок в камеру сгорания поступает теплоноситель, который омывает цилиндрическую стенку и движется к выходу — к нижнему патрубку, в центральной области расположена горелка мощностью 50 кВт, тепловой поток, исходящий от горелки поступает к цилиндрической стенке и через нее происходит нагрев, движущегося с другой стороны стенки теплоносителя.

В ходе численного расчета принимались следующие геометрические размеры камеры сгорания: длина — 600 мм, диаметр в ходе исследований варьировался. Внутри камеры сгорания использовалось газогорелочное устройство фирмы Polidoro Premix диаметром 60 мм и длиной 600 мм.

В качестве граничных условий задавался массовый расход природного газа из газогорелочного устройства $G_1 = 0,00313$ кг/с, который был определен из расчета использования котла мощностью 50 кВт. Было произведено 2 численных расчета, в ходе которых изменялся материал камеры сгорания: чугун и листовая сталь.

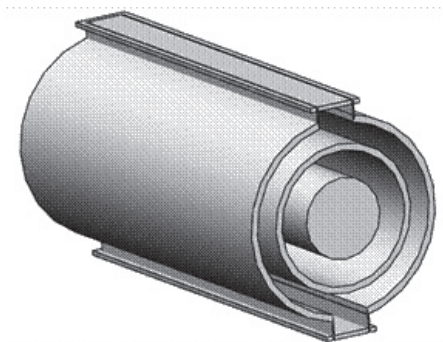


Рис. 1. 3D модель камеры сгорания

Результаты численного моделирования показали, что для создания наиболее эффективной камеры сгорания для котла необходимо конструктивно оформлять камеру сгорания таким образом, чтобы расстояние между горелкой и внутренним контуром камеры сгорания было минимальным (рис. 2).

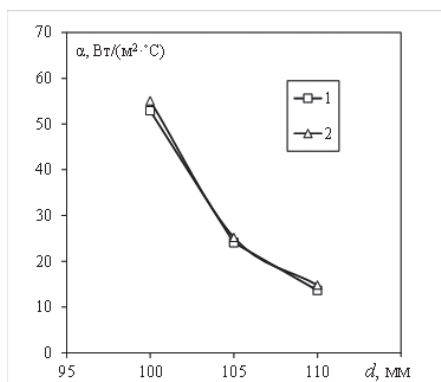


Рис. 2. Зависимость показателя α от внутреннего диаметра камеры сгорания d , 1 — чугун, 2 — сталь

Увеличение диаметра внешнего контура камеры сгорания котла отрицательно сказывается на эффективности работы котла, снижая его КПД. В проведенном исследовании было продемонстрировано, что вследствие увеличения диаметра внешнего контура камеры сгорания уменьшается коэффициент теплоотдачи, что свидетельствует об уменьшении теплового потока в камере сгорания и вследствие этого большое количество теплоты покидает камеру сгорания без контакта с цилиндрической стенкой камеры сгорания, что влечет снижением эффективности работы газового котла.

Литература

1. Михайловский В. П., Мартемьянова Э. Н., Ушаков В. В. Расчеты горения топлива, температурных полей и тепловых установок технологии бетонных и железобетонных изделий. Омск: СибАДИ, 2011.



**ПРОБЛЕМА КОНТРОЛЯ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРИСАДКИ
В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ**

Нгуен Зуи Хынг, Новиков В. Ф.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

PROBLEM OF CONTROL OF ANTIOXIDATING ADDITIVES IN TRANSFORMER OIL

Nguyen Duy Hung, Novikov V. F.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Цель настоящей работы заключается в рассмотрении экспресс метода контроля трансформаторного масла с использованием тонкослойной хроматографии. Рассмотрены методы подбора растворителей в качестве элюентов и выявлены наиболее селективные при анализе антиокислительной присадки.

Annotation

The purpose of this paper is to consider an express method for monitoring transformer oil using thin layer chromatography. In addition, in considering the methods for selecting solvents as eluents and identifying them, they are most selective when analyzing the antioxidant additive

Как известно трансформаторное масло, которым заполняются силовые трансформаторы, является диэлектриком, изолирующим находящиеся под на напряжением технологические узлы, активной части, охлаждает систему и предохраняет твердую изоляцию обмоток от воздействия влаги. При продолжительной эксплуатации силового маслонаполненного электрооборудования трансформаторное масло, в результате деструкционных процессов, изменяет свои эксплуатационные и физико-химические характеристики. В этом случае достигаются предельные значения характеристик по нормам, регламентирующим срок службы трансформаторного масла [1]. В Российскую Федерацию поставляется как отечественное так и импортное трансформаторное масло в которое добавляют антиокислительную присадку, в качестве которой наиболее часто используют антиоксидант фенольного типа ионол (2,6-ди-трет-бутил — 4-метилфенол). Добавление антиокислительной присадки в небольших количествах повышает стойкость трансформаторного масла к окислению при эксплуатации и хранении. С течением времени при эксплуатации маслонаполненного электрооборудования антиокислительная присадка вырабатывается и при её низкой концентрации, наоборот, скорость старения трансформаторного масла возрастает.

Поэтому трансформаторное масло подлежит регулярной проверке на наличие антиокислительной присадки в соответствии с ГОСТом. Для контроля за содержанием антиокислительной присадки используют инструментальные методы анализа. В частности применяют кинетический и ИК-спектроскопический метод [2], а также используют хроматографические методы анализа [3]. Из хроматографических методов анализа ионола наиболее часто применяют метод газо-жидкостной хроматографии и высокоэффективный жидкость-жидкостной хроматографии, которые требуют наличия прецизионного оборудования и достаточно высокой квалификации обслуживающего персонала. В последнее время для контроля за содержанием ионола в трансформаторном масле стали использовать тонкослойную хроматографию, которая выполняется достаточно просто и не требует высокой квалификации обслуживающего персонала [4].

Экспериментальная часть работы проводилась с использованием тонкослойных пластинок «Sorbfil», с подложкой из алюминия и полимера. Определялись селективные свойства

различных по природе органических растворителей. Обнаружению, что время удерживания органических растворителей существенно зависит от их физико-химической природы. На основании проведенных экспериментов выявлены наиболее элективные растворители при анализе антиокислительной присадки, используемой в трансформаторном масле.

Литература

1. Львов М. Ю., Кутлер П. П. Физико-химические методы в практике оценки состояния силовых трансформаторов в условиях эксплуатации: Учебно-методическое пособие. М.: ИУЭ ГУУ, ВИПК энерго, ИПК госслужбы, 2003; — 20 С.
2. Писарева С. И., Пынченков В. И., Рябова Н. В., Русских И. В., Юдина Н. И. Определение антиоксидантов ионола (2,6-дитретбутил — 4 — метил-метилфенол) в трансформаторных маслах кинетическим методом и методом ИК-спектроскопии // Журнал аналитической химии 2001, Т. 56, № 10, С. 1106-1109.
3. Рудаков О. Б., Фан Винь Тхинь, Подолина Е. А., Харитонов Л. А. Применение микроколоночной ВЭЖХ для контроля ионола в трансформаторном масле// Сорбционные и хроматографические процессы. 2008, Т. 8., вып. 1. С. 141-146.
4. Типовая инструкция по контролю качества и применению импортных трансформаторных масел РД 34.43.201-88.



ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Енюшин В. Н., Кашапов И. Ф.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

PROSPECTS OF APPLICATION OF BLOCK-MODULAR BOILERS

Enyushin V. N., Kashapov I. F.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Статья посвящена применению блочно-модульных котельных в качестве децентрализованных источников тепла. Раскрываются основные достоинства применения блочно-модульных котельных. Также рассматривается сравнение между блочно-модульной котельной и централизованными источниками.

Ключевые слова: блочно-модульные котельные, централизованное и децентрализованное теплоснабжение, многокотловое регулирование, система частотного регулирования.

Annotation

The article is devoted to the use of block-modular boilers as decentralized heat sources. The main advantages of block-modular boiler houses application are revealed. The comparison between block-modular boiler house and centralized sources is also considered.

Keywords: block-modular boiler houses, centralized and decentralized heat supply, multi-boiler control, frequency regulation system.

В последнее время приоритетом в энергетической стратегии России является снижение затрат на производство энергоресурсов и повышение эффективности их использования. В крупных городах значительная доля тепла на жилищно-коммунальные нужды вырабатывается ТЭЦ или крупными котельными. В малых населенных пунктах и на производствах до 100% тепла производится на автономных источниках. Зачастую собственники жилья предпочитают индивидуальные системы теплоснабжения. Баланс между централизованным теплоснабжением (от ТЭЦ или крупных котельных) и децентрализованным (от индивидуальных котлов) позволяет установить использование блочно-модульных котельных [1,2].

Развитие нефтегазодобычи в отдаленных районах вызвало необходимость не просто в децентрализованных, но и мобильных источниках теплоснабжения, т. е. блочно-модульных котельных. По нормативно-технической документации блочно-модульная котельная представляет собой котельную, состоящую из двух или более блоков-модулей с полностью смонтированным технологическим оборудованием, конструкция которых позволяет транспортировать эти котельные [3,4]. Отличительная способность блочно-модульной котельной от традиционной в том, что автономные котельные не нуждаются в постоянном присутствии и контроле оператора, а также она оборудована сигнализацией, на случай внештатных ситуаций. Модульные котельные имеют ряд преимуществ над централизованными, а именно: повышение энергоэффективности за счёт сокращения расстояния или отсутствия теплотрасс, потери которых составляют до 25% от передаваемого тепла [5]. Из-за своих оптимальных габаритных размеров модульная система позволяет сооружать котельные не только в готовых помещениях, но и на любой ровной площадке небольшого размера. За счёт этого отсутствует необходимость возведения специального здания — достаточно возвести типовой металлический каркас и прикрепить к нему трёхслойные сэндвич-панели. По назначению модульные котельные, как и стационарные, делятся на отопительные (жилые, административные

здания, промышленные и коммерческие объекты для обеспечения отоплением и горячим водоснабжением), производственные (тепло- и пароснабжение различных технологических процессов) и отопительно-производственные. Теплоносителем в таких котельных выступают вода, пар или незамерзающие жидкости. Также встречается комбинированное использование блочно-модульных котельных, а именно применение одновременно водогрейных и паровых котлов. Как правило, мощность водогрейных котельных находится в диапазоне от 100 кВт до 30 МВт. Основной температурный режим — 90/70°C. Производительность паровых БМК — от 0,2 до 30 т/ч пара. Температура пара — до 440°C, а давление до 6 МПа [6].

В каких же случаях предпочтительно использование блочно-модульных котельных? Модульные котельные используют, если в здании, для отопления которого предназначена котельная, отсутствуют встроенные или пристроенные помещения, отвечающие требованиям строительных норм для проектирования котельных в этих помещениях, а также при необходимости строительства котельной в кратчайшие сроки. Особенно это актуально, когда снабжать теплом или паром блочная котельная должна строящийся объект (жилой комплекс, производственный цех) в зимний период.

Таким образом, разработка новых методов проектирования и рекомендаций, позволяющих повысить энергоэффективность децентрализованных источников тепла, является актуальной задачей теоретических и практических исследований в области теплоснабжения.

Рассмотрим пример перехода с традиционной котельной на децентрализованную. На рис. 1 показана традиционная котельная, где здание котельной находится в неудовлетворительном состоянии, оборудование сильно изношено, КПД этих котлов менее 80 %, некоторые находятся в аварийном состоянии. На рис. 2 представлена новая автоматизированная блочно-модульная котельная: помещения каркасного типа, без присутствия персонала, сокращены затраты на электро- и газоснабжение, исключены затраты на персонал и ремонт здания.



Рис. 1 Традиционная котельная

Характеристика котельной:

- Эксплуатационный персонал котельной и тепловых сетей;
- Высокий износ оборудования;
- Частые аварии, высокие теплопотери;
- Перерасход газа;
- Высокий расход электроэнергии;
- Низкий КПД.



Рис. 2 Новая блочно-модульная котельная

Характеристика котельной:

- Отсутствие персонала, автоматизированный режим работы;
- Снижение затрат на газ на 10 %;
- Снижение затрат на электроэнергию на 35 %;
- Минимизация теплопотерь [7].

Таким образом, блочно-модульные котельные более экономичны, мобильны, отвечают высоким экологическим требованиям, а главное достоинство заключается в том, что они обладают достаточно высоким КПД.

Высокая энергоэффективность модульных котельных определяется из следующих технологических решений:

- закрытая двухконтурная система теплоснабжения, где сетевой и котловой контур разделены теплообменником, что в итоге позволяет обезопасить котельное оборудование от негативного воздействия теплоносителя;
- автоматическая система многокотлового регулирования, с помощью которого отслеживается изменение температуры наружного воздуха, оптимальный режим сжигания топлива и гидравлические потоки через тепловые контуры;
- система частотного регулирования — установка частотно-регулируемых приводов на насосы, дымососы и вентиляторы дает существенную экономию электроэнергии.

Использование блочно-модульных котельных особенно целесообразно в отдаленных новостройках, где отсутствует теплоснабжение от централизованных источников. Примером такого жилого комплекса может служить ЖК «Царёво», расположенный за пределами г. Казани в Пестречинском районе.

Литература

1. Яновский Ф.Б., Михайлова С.А. Энергетическая стратегия и развитие теплоснабжения в России/Энергосбережение. — 2003. — № 6. — С. 26-32.
2. Князев А.В. Модульная газовая котельная/Энергоэффективность: опыт, проблемы, решения. — 2000. — Вып. 3. — С. 30-33.
3. Полонский В.М., Титов Г.И., Полонский А.В. Автономное теплоснабжение: Учебное пособие. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 152, с.
4. СП 89.13330.2016 Котельные установки. — М.: Госстрой России, 2016. — 99, с.
5. <http://www.apriori-journal.ru/seria2/6-2017/Dubodel.pdf> (дата обращения 15.01.2018).
6. https://aqua-therm.ru/articles/articles_303.html (дата обращения 13.01.2018).
7. <http://www.scienceforum.ru/2017/pdf/38123.pdf> (дата обращения 13.01.2018).

ЗАМКНУТЫЕ ВОДООБОРОТНЫЕ СИСТЕМЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Шарафиева Н. С.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

CLOSED WATER SYSTEMS ENGINEERING INDUSTRY

Sharafieva N. S.,

Kazan state power engineering university, Kazan

Аннотация

Наилучшим путем решения проблемы охраны водного бассейна является создание замкнутых водооборотных систем. В этом случае полностью отсутствует сброс сточных вод в водоемы. Важную роль в решении рой проблемы играет химия, так как с помощью химических реакций и физико-химических процессов удается удалить до необходимых пределов примеси из сточных вод, которые после обработки снова поступают на производство. При создании замкнутых водооборотных систем проводят регенерацию отработанных растворов с извлечением солей, чтобы сократить до минимума расход воды.

Annotation

The best way to solve the problem of protecting the water basin is to create closed water circulation systems. In this case, there is no discharge of wastewater into the reservoirs. An important role in solving the problem is played by chemistry, since chemical reactions and physicochemical processes can remove impurities from the wastewater to the necessary limits, which, after treatment, are returned to production. When creating closed water circulation systems, waste solutions are regenerated with the extraction of salts in order to minimize the water flow.

Вода является ценнейшим природным ресурсом, которая играет немаловажную роль в промышленном производстве. Для этого изымается достаточно огромное количество воды, которая после использования в промышленных целях возвращается в водоемы в виде сточных вод, что нарушает естественные процессы самоочистки и качество пресной воды. Ежегодно возрастает потребность в воде, что заставляет задуматься специалистов в поисках разнообразных средств для решения проблемы снижения применения пресной воды в промышленных целях, такие как повторное использование технической воды и промышленных стоков, использование очищенных сточных вод в замкнутом водооборотном цикле.

Выбор наилучших технологических схем очистки воды — достаточно сложная задача, что обусловлено разнообразием находящихся в воде примесей и высокими требованиями, предъявленными к качеству очистки воды. При выборе способа очистки непосредственно нужно учитывать не только состав сточных вод, но и требования, которым должны удовлетворять очищенные воды: при сбросе в водоем — предельно допустимые сбросы (ПДС) и предельно допустимые концентрации веществ (ПДК). А также использование очищенных сточных вод в производстве — те требования, которые необходимы для осуществления определенных технологических процессов. Экономический приоритет имеет, как правило, замкнутые системы водопользования. Для предотвращения загрязнения окружающей среды и водных объектов сточными водами промышленных предприятий необходимо не только применять современные технологии очистки воды, но и использовать современные возможности обработки осадков, образующих на различных стадиях очистки сточных вод.

Устойчивое потребление и производство направлены на повышение ресурсо- и энергоэффективности, устойчивую инфраструктуру и обеспечение доступа к основным товарам и услугам. Внедрение устойчивого потребления и производства в качестве интегрированно-



го подхода помогает достигать общих планов развития, сокращать будущие экономические, экологические и социальные издержки, укреплять экономическую конкурентоспособность. Достижение более устойчивого потребления и производства и переход к «зеленой экономике» исторически были обусловлены необходимостью соблюдения правил, обусловленных все большим числом несчастных случаев. Тем не менее, предприятия все чаще осознают преимущества, которые они получают от повышения эффективности использования ресурсов, более чистого и безопасного производства, и ответственности в целом. Чтобы стимулировать ориентации к созданию более устойчивых предприятий, необходимо, чтобы общественные и частные организации были задействованы и поддерживались, чтобы действовать на тех возможностях, которые предлагают ресурсосберегающие общества и рынки [2].

Оптимальным решением предотвращения загрязнения водоемов сточными водами является создание малоотходных и безотходных технологических процессов. При разработке новых технологий надо исходить из сокращения водопотребления, что позволит подойти к исключению сброса сточных вод, перейти на замкнутые водооборотные системы. Многие предприятия работают с оборотным водоснабжением [1].

Существенное влияние на повышение водооборота может оказать ввод высокоэффективных методов очистки сточных вод, в частности физико-химических, из которых более эффективным является применение реагентов. Использование реагентного метода очистки производственных сточных вод не зависит от токсичности присутствующих примесей, что по сравнению со способом биохимической очистки имеет существенное значение. Более широкое применение этого метода как в сочетании с биохимической очисткой, так и отдельно, может в определенной степени решить ряд задач, связанных с очисткой производственных сточных вод.

Так в одном из предприятия машиностроительной отрасли установлена установка, предназначенная для очистки сточных вод с целью возврата очищенной воды в систему оборотного водоснабжения предприятия. Очищенная вода используется для вспомогательных и технологических процессов. Исходным сырьем для установки биологической очистки являются сточные воды, образующиеся на гальваническом участке (хромсодержащие и кислотно-щелочные стоки) и в цехах сборочно-сварочном, механосборочном, ремонта и заточки инструмента (маслосодержащие растворы и отработанные СОЖ).

Промышленные сточные воды предприятия содержат широкий спектр сложных химических соединений и растворенных солей тяжелых металлов и часто в течение суток меняются как по количеству, так и по концентрациям загрязняющих веществ. На очистные сооружения сточные воды поступают с производства отдельными потоками, различающимися по своему составу.

Дополнительная сложность поставленной задачи очистки сточных вод заключена в высоких требованиях к качеству очищенной воды, предназначенной для возврата в производство.

Этими особенностями объясняется широкий набор методов обработки сточных вод, лежащих в основе технологии очистки стоков автозавода.

Комплекс применяемых методов включает в себя:

- биохимическая обработка сточных вод культурой сульфатвосстанавливающих бактерий;
- озонирование;
- отстаивание сточных вод в отстойниках;
- фильтрование;
- термическая обработка отработанных растворов СОЖ.

Сбор промывных сточных вод гальванического производства осуществляется отдельно от более концентрированных вод. Отработанные смазочно-охлаждающие жидкости под-

вергаются предварительной очистке. Часть промывных стоков поступает в усреднитель, где в определенной пропорции смешивается с концентратами и СОЖ.

Из усреднителя сточные воды поступают в биотенк, в котором на загрузке иммобилизована специализированная культура сульфатвосстанавливающих бактерий (СВБ). СВБ обладают способностью в анаэробных условиях восстанавливать сульфаты до сероводорода с одновременным окислением органических веществ и разрушением фосфатов, нитратов, ионов аммония. Насыщенные сероводородом сточные воды из биотенка подаются вместе с частью промывных стоков в реактор биохимической очистки, где сероводород реагирует с растворенными ионами металлов с образованием нерастворимых сульфидов. Поскольку растворимость большинства сульфидов металлов намного ниже по сравнению с гидроксидами металлов, в очищенной сточной воде достижимы очень низкие концентрации металлов).

Для дезодорации и дополнительного окисления органических веществ сточные воды подвергаются озонированию. Удаление осадка, содержащего сульфиды металлов, осуществляется в тонкослойных отстойниках. В случае оборотного водоснабжения в комплекс дополнительно включен блок тонкой фильтрации.

Очищенная вода поступает в водопроводную станцию теплосилового цеха, предназначенный для снабжения завода теплом, паром, холодной и горячей воды, сжатым воздухом, также для обслуживания и ремонта отопительных и вентиляционных систем, систем водоснабжения.

Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и их рационального использования для нужд народного хозяйства — одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. В России широко осуществляются мероприятия по охране окружающей среды, в частности по очистке производственных сточных вод.

Внедрение новых технологических процессов производства является одним из основных направлений работы по охране водных ресурсов. Переход на замкнутые циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах. Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дадут возможность полностью ликвидировать сбрасываемые сточных вод в поверхностные водоемы, а воду использовать для пополнения безвозвратных потерь.

Рассмотрение существующих решений и проектных материалов представляет, что создание экономически рациональных замкнутых систем водного хозяйства на предприятиях является достаточно трудной, но вполне разрешимой задачей. Создание таких систем на предприятиях зависит от характеристик технологии и оборудования, технической оснащенности, требований к качеству получаемой продукции и используемой воды и т. д.

Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дают возможность полностью ликвидировать сброс сточных вод в водоемы, что отразится на снижении платы за сброс сточных вод. Применение разных методов очистки сточных вод — решение проблемы использования замкнутого водооборотного цикла на предприятиях, комплексной проблемы охраны водных ресурсов и соблюдения стандартов качества пресной питьевой воды.

Литература

1. Акользин А. П., Жуков А. П. Кислородная коррозия оборудования химических производств — М.: Химия, 1985. С. 13.
2. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию [Электронный ресурс]; URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЖИДКОГО
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ**

Хабибуллин Ю. Х., Барышева О. Б., Хабибрахманов А. Ф.,

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

RESEARCH OF HEAT PROTECTIVE PROPERTIES OF LIQUID ENERGY-SAVING COATING

Khabibullin Iu. Kh., Barysheva O. B., Khabibrakhmanov A. F.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

В последние годы создан целый ряд теплоизоляционных материалов, основу которых составляют механически прочные полые вакуумированные микросферы. В таких утеплителях стеклянные или керамические микросферы перемешаны акриловой краской. Покрытие отличается простой технологией нанесения и, как указывают его производители, позволяет снизить тепловые потери не менее чем на 30%. С целью определения теплозащитных свойств данного энергосберегающего покрытия был проведен натурный эксперимент. В ходе эксперимента был получен коэффициент теплопроводности изоляционного покрытия.

Annotation

In recent years, a number of thermal insulation materials have been created, the basis of which are mechanically strong hollow vacuumed microspheres. In such heat-insulated glass or ceramic microspheres are mixed with acrylic paint. The coating is characterized by simple application technology and, as its manufacturers indicate, allows to reduce heat losses by at least 30%. In order to determine the thermal protection properties of this energy-saving coating, a full-scale experiment was carried out. In the course of the experiment, the thermal conductivity of the insulation coating was obtained.

Жидкий утеплитель представляет собой суспензию на основе структурированных акриловых полимеров. Наполнителем и теплоизолирующей составляющей в них являются мельчайшие стеклянные и керамические капсулы, внутри которых находится вакуум (или инертный газ). [1, 2].

Жидкие керамические теплоизоляционные покрытия представляя собой многокомпонентную смесь, характеризуются прежде всего природой и видом полимерного связующего. Особое значение имеет выбор водорастворимого полимера, что позволяет не использовать токсичные растворители, что в свою очередь повышает экологичность и пожаробезопасность покрытия. Наиболее перспективным является полимерные связующие на основе синтетических латексов. Помимо основного состава в материал вводятся специальные добавки, которые исключают появление коррозии на поверхности металла и образование грибка в условиях повышенной влажности на бетонных поверхностях. Эта комбинация делает материал легким, гибким, растяжимым, обладающим отличной адгезией к покрываемым поверхностям. Материал по консистенции напоминающий обычную краску, является суспензией белого цвета, которую можно наносить на любую поверхность. После высыхания образуется эластичное полимерное покрытие, которое обладает уникальными по сравнению с традиционными изоляторами теплоизоляционными свойствами и обеспечивает антикоррозийную защиту. Уникальность изоляционных свойств — результат интенсивного молекулярного воздействия разреженного воздуха, находящегося в полых сферах.

С целью определения теплозащитных свойств, а именно *коэффициента теплопроводности*, жидкого керамического теплоизоляционного покрытия нанесенного на трубопровод, нами было проведено практическое исследование на специально разработанной опытной установке.

Установка для измерения теплопроводности теплозащитных покрытий

Несмотря на большое количество работ, посвященных исследованию теплопроводности теплоизоляционных материалов, имеющиеся данные не позволяют с уверенностью судить о значениях коэффициентов теплопроводности даже для одних и тех же покрытий.

В действующих стандартах РФ описано нахождение коэффициентов теплопроводности энергосберегающих покрытий и условия их определения. Замеры осуществляются путем измерения характеристик плоских образцов в стационарном температурном поле при комнатной температуре. А это не соответствует условиям эксплуатации и приводит к значительным погрешностям в оценке значения коэффициента теплопроводности.

При стационарном тепловом режиме метод определения коэффициента теплопроводности требует выполнения условия [3]:

$$\delta \leq l/5, \quad (1)$$

где l — длина ребра лицевой грани; δ — толщина теплоизоляционного покрытия.

При этих условиях коэффициент теплопроводности определяется формулой [3]:

$$\lambda = \delta \cdot q / (T_1 - T_2), \quad (2)$$

где T_1 — температура горячей лицевой грани испытуемого материала, К; T_2 — температура холодной лицевой грани испытуемого материала, К; q — плотность теплового потока, Вт/(м²).

Реально, при определении коэффициента теплопроводности на плоском образце без подогретой охранной зоны на боковых гранях, полученные значения имеют большие погрешности.

Зависимость (2) справедлива в том случае, когда средняя температура испытуемого образца равна температуре окружающей среды. На практике температура теплоносителя водяных тепловых сетей составляет 50-180°C, а разность температур между стенками трубопроводов и окружающего воздуха достигает 200°C.

Использование образцов цилиндрической формы для определения коэффициента теплопроводности позволяет создавать необходимых температурный перепад между стенкой трубопровода и окружающей средой. Увеличение данного температурного перепада приводит к повышению точности определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов.

Потери теплоты через боковые грани плоского образца без подогретой охранной зоны существенно больше по сравнению с образцом цилиндрической формы и достигают 20%. Именно поэтому использование образца цилиндрической формы для определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционного покрытия трубопроводов является более предпочтительным.

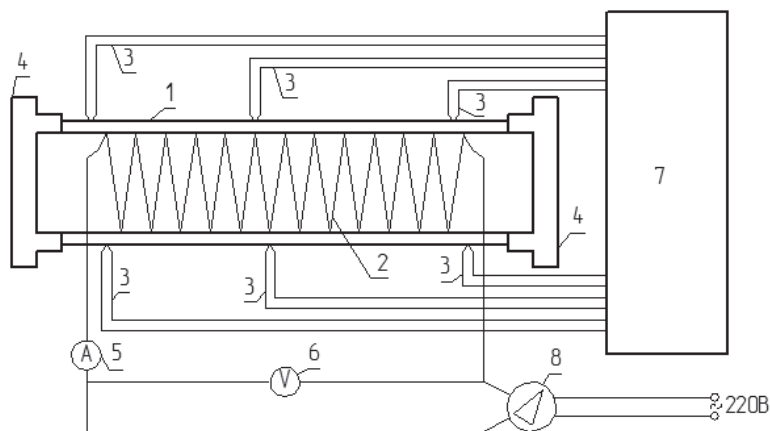


Рис. 1. Схема установки для изучения теплотехнических свойств покрытий

Для образца цилиндрической формы значение коэффициента теплопроводности можно найти по формуле:

$$\lambda = \delta \cdot r_1 \ln \frac{r_1}{r_2} / (T_1 - T_2), \quad (3)$$

где r_1, r_2 — радиусы наружной и внутренней поверхности слоя теплоизоляции,
 T_1, T_2 — температуры наружной и внутренней поверхности слоя теплоизоляции.

Для реализации этой методики была разработана опытная установка (рис. 1) позволяющая определять теплопроводность энергосберегающих покрытий на цилиндрической поверхности.

Измерительная установка включает в себя: горизонтальную стальную трубу с нанесенным теплоизолирующим покрытием 1, электронагреватель, расположенный внутри трубы 2 и термопары 3 — на поверхности и в глубине испытуемого образца. По торцам исходного образца установлены изоляционные заглушки 4 для обеспечения разности температурного поля на поверхности образца. Амперметр 5 и вольтметр 6 позволяют контролировать мощность теплового потока, выделяемого нагревателем. Показания термоэлектрических преобразователей 3 фиксируются многоканальным измерителем УКТ 38. — поз. 7.

Экспериментальная часть

Порядок проведения испытания:

1. На трубопровод наносится теплоизоляционное покрытие. Нанесение осуществлялось при помощи малярной кисти слоями по 0,5 мм с межслойной сушкой 24 часа. Общая толщина слоя составила — 1,5 мм.
2. Трансформатором 8 задается определенная мощность на нагревателе, которая рассчитывается по значениям напряжения и тока. С помощью измерителя УКТ 38 по показаниям термопар фиксируется изменение температур до наступления стационарного режима
3. После установления стационарного режима записываются показания всех приборов.
4. Отключение стенда.
5. Используя размеры цилиндрического образца, можно рассчитать значение коэффициента теплопроводности покрытия по формуле (3)

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений участков трубопроводов

Наименование показателей	Наружная поверхность теплоизоляции	Неизолированная поверхность трубопровода
Средняя температура внутреннего воздуха в помещении на момент проведения испытаний t_{int} , °C	20	20
Температура поверхности испытуемого участка трубопровода		
τ_1 , °C	52,0	70,1
τ_2 , °C	48,9	66,9
τ_3 , °C	49,6	68,1
τ_{cp} , °C	49,2	69,5
Коэффициент теплопроводности покрытия λ , Вт/(м·°C)	0,0016	

Вывод

По результатам данных испытаний получили, что коэффициент теплопроводности теплоизоляционного покрытия при данных параметрах — 0,0016 Вт/(м·°C).

Резюме

1. Предлагаемая установка позволяет с достаточной точностью определять коэффициент теплопроводности теплоизоляционного покрытия.
2. Жидкое керамическое теплоизоляционное покрытие является эффективным теплоизоляционным материалом. Коэффициент теплопроводности этого материала по данным проведенного выше испытания в указанных условиях составляет в среднем 0,0016Вт/м·°C.

Литература

1. Патент 2382803 (РФ). Краска-покрытие термо-огне-атмосферостойкое. Бондарчук Б. В. опубл. 27.02.2010.
2. Патент 2522008 (РФ). Композиция для получения энергосберегающих покрытий. Хабибуллин Ю. Х. опубл. 10.07.2014.
3. Исаченко В. П. Теплопередача. — М.: Энергоиздат, 1981. — 416 с.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Fabrizio, Cadoni	76
Аввакумов М. В.	214
Аетов А. У.	102
Акосах Й. А.	91
Алимкулова С. Р.	132
Апкин Р. Н.	111
Астраханов М. В.	355
Афанасьева О. В.	185
Афанасьев А. Ю.	182, 264, 286, 301, 324, 341, 349
Ахмадеев Р. Д.	218, 366
Ахмерова Г. М.	139, 149, 297
Ахметвалиева Г. Р.	226
Ахметова Р. Т.	98
Бабынин Э. В.	91
Бадеева Е. К.	91
Бадрутдинов Р. Р.	95
Бальзамов Д. С.	127
Барышева О. Б.	231, 235, 259, 275, 282, 310, 344, 359, 394
Берёзов Н. А.	182, 264, 341
Берлинский П. В.	68
Бойко Д. В.	65
Бородай Е. Н.	221, 242
Бройда В. А.	347
Ваньков Ю. В.	146
Варсегова Е. В.	275
Васев А. В.	127
Вафин А. Р.	185
Волошина А. Д.	91
Габитов Р. Р.	102
Газеев Н. Х.	85, 189
Газизов И. Ф.	182, 264, 341
Газизуллин Б. Б.	170
Галиев А. И.	262
Галимзянов И. Р.	204
Галимов И. Ф.	375
Гареев Р. А.	106
Гатауллин Р. Н.	317
Голенищев-Кутузов А. В.	214
Грибков С. В.	155
Гумерова Р. Х.	134, 252, 271
Гумеров Ф. М.	102
Гусакова Н. В.	336
Дмитриев Е. В.	246
Добрынина О. И.	336
Енюшин В. Н.	378, 388

Загретдинова А. Р.	137
Закиров Д. Г.	178
Залялова А. Р.	235, 297
Зан, Ву Нгок.....	353
Запольская И. Н.	120
Зверева Э. Р.	226
Звонарева Ю. Н.	146
Зинунова Д. Р.	123
Зинуров В. Э.....	384
Злобин А. В.	106
Ибрагимова Л. У.	282
Иванова В. Р.	200
Иванова Е. Ю.	194
Иванов Д. А.	214
Кабанова Т. В.	378
Кабирова Г. Г.....	91
Калякин П. М.	231
Кантюков Р. Р.....	106
Капко Д. В.....	80
Каримов А. А.	20
Каримов А. Р.	252, 286, 301
Карташева Е. А.	210
Кашапов И. Ф.....	388
Килиманов К. А.....	324, 349
Ким А. Г.	191
Ключников О. Р.	355
Козлов А. А.	123
Кондратьев А. Е.....	137
Коробова К. И.	290
Кролин А. А.....	174
Кузнецова М. В.	149
Кузнецова Т. И.....	333
Кулаков А. А.	85, 189
Ланду А. Н.	382
Лапин К. В.	117
Лаптева Е. А.	290, 368
Ларионов В. М.	293
Лютикова М. Н.	328
Ляшук В. Ф.	59
Мазанов С. В.	102
Макарова А. О.....	226
Макаров А. В.....	182, 264, 341
Малахов А. О.....	293
Марданов Г. Д.	214
Мартынов Е. В.	166
Матхаликов А. Р.	271

Махиянов А. Н.	91
Медведева Г. А.	98
Мингазетдинов И. Х.	85, 189
Мингалеева Г. Р.	185
Мингалимова Н. Р.	143
Миндубаев А. З.	91
Монгуш Ю. К.	226
Муфаздалов И. Р.	218, 366
Мухамедшин М. А.	178
Мухаметзянов И. А.	239
Назарычев С. А.	293
Найман М. О.	313, 363
Найман С. М.	313, 363
Намаева В. А.	269
Наумов А. А.	278
Нигматуллин Р. Р.	382
Николаева Л. А.	255
Никонова А. О.	382
Новиков В. Ф.	353, 382, 386
Нуруллин Э. Г.	306
Озерская С. М.	91
Панков О. В.	210
Парамонов М. А.	207
Петров А. А.	218, 286, 301, 313
Петрухин О. М.	313, 363
Пискунов Д. Б.	91
Пушканов С. В.	63
Реджепов Д. К.	91
Рыбушкин Н. А.	324, 349
Рыжов Б. А.	218, 366
Сайфуллин Э. Р.	293
Салахова А. Ф.	259, 297
Сафиуллин Ф. Ф.	347
Семенников А. В.	214
Сенин С. В.	363
Сергеева Е. К.	151
Синицина А. А.	91
Смирнов П. В.	134, 271
Сулейманова С. В.	87
Танеева А. В.	333
Тарханов О. А.	197
Толуева Д. С.	139
Тухватуллин И. Л.	375
Усманов Р. А.	102
Файзуллин И. Э.	44
Фардиев И. Ш.	50

Фатхуллин Р. И.	368
Фахреев Н. Н.	375
Федечкин В. А.	72
Филлюшина К. Э.	336
Хабибрахманов А. Ф.	394
Хабибуллин Ю. Х.	310, 359, 394
Хаеретдинова А. Д.	344
Хайруллин И. Р.	246
Халиуллин М. И.	321
Халлыев И.	262
Хамзина Д. А.	255
Харисова Д. Р.	275
Хафизова А. И.	372
Хафизов Р. А.	87
Хынг, Нгуен Зуи.	386
Цветкович Д. М.	127
Чернов П. П.	197
Чернышова В. А.	297
Шайхутдинов Р. К.	91
Шарафиева Н. С.	391
Шарипов А. А.	91
Юнусов Н. А.	252
Ярлакабов А. А.	336

**ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

**Сборник докладов
XVIII Международного симпозиума
«Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»**

13–15 марта 2018 г.

С о с т а в и т е л и:
Е. В. Мартынов, В. В. Чесноков, С. В. Артамонова

Подписано в печать 04.06.2018.
Формат 70х100 / 16. Усл. печ. л. 16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 250 экз. Заказ № 211489.

Издательство: ИП Шайхутдинов А.И.,
420138, РТ, г. Казань, ул. Дубравная, д. 12, кв. 87

Отпечатано в типографии: ИП Шайхутдинов А.И.,
420138, РТ, г. Казань, ул. Дубравная, д. 12, кв. 87