

ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Труды
XVI Международного симпозиума
«Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»

15–17 марта 2016 г.

**Казань
2016**

УДК 620.9(470.41)(082)
ББК 31.15я43
Э 65

*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: тр. / под общ. ред. Е.В. Мартынова; сост.: Е.В. Мартынов, В.В. Чесноков, С.В. Артамонова // XVI Междунар. симп., Казань, 15-17 марта 2016 г. / – Казань: Издательство: ИП Шайхутдинов А.И., 420138, РТ, г. Казань, ул. Дубравная, д. 12, кв. 87, 2016. – 500 с.
ISBN 978-5-905861-07-9

Труды XVI 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 трудов 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 978-5-905861-07-9



© ГАУ «Центр энергосберегающих технологий
Республики Татарстан при Кабинете Министров
Республики Татарстан», 2016 г.
© Оформление ИП Шайхутдинов А.И., 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ОРГАНИЗАТОРЫ СИМПОЗИУМА.....	16
ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ	17
ПРИВЕТСТВЕННЫЕ СЛОВА	19

<i>Приветствие Премьер-министра Республики Татарстан</i> <i>Халикова Ильдара Шафкатовича</i>	19

<i>Приветствие заместителя Премьер-министра Республики Татарстан –</i> <i>министра промышленности и торговли Республики Татарстан</i> <i>Каримова Альберта Анваровича</i>	20

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ДОКЛАДЫ

О РАСШИРЕНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ВЛАСТИ С СУБЪЕКТАМИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ВОПРОСАХ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ <i>Инюцын А.Ю., Заместитель министра энергетики Российской Федерации, г. Москва</i>	22

О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН НА 2014-2020 ГОДЫ» ПО ИТОГАМ 2015 ГОДА И ЗАДАЧАХ НА 2016 ГОД» <i>Каримов А.А., Заместитель Премьер-министра Республики Татарстан -</i> <i>- министр промышленности и торговли Республики Татарстан, г. Казань</i>	25

О МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН <i>Файзуллин И.Э., Министр строительства, архитектуры и</i> <i>жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан, г. Казань</i>	41

О РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2015 ГОДУ И ПЛАНАХ НА 2016 ГОД <i>Носков С.Л., Министр строительства, жилищно-коммунального</i> <i>комплекса и транспорта Ульяновской области</i> <i>Шепелев С.В., ОГБУ «Центр энергосбережения Ульяновской области», г. Ульяновск</i>	45

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН <i>Ахметов М.Г., Министр сельского хозяйства и продовольствия</i> <i>Республики Татарстан, г. Казань</i>	47

**КОНФЕРЕНЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ,
ПЕРЕДАЧЕ И ПОТРЕБЛЕНИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ»**

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИТ И СВЯЗИ ОАО «ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ» НА ПЕРИОД 2016-2020 ГГ. <i>Емеев А.В., ОАО «Генерирующая компания», г. Казань</i>	50



МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ
ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ В ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ
ТОПЛИВНОГО ГАЗА

Кантюков Р.Р., Сорвачева А.В., Футин В.А., Саяхов Р.Х.,
ООО «Газпром трансгаз Казань», г. Казань 56

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1
ПОСЛЕ ВНЕДРЕНИЯ ПГУ-230/254 МВт

Хайбуллин Р.Р., Филиал ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1 г. Казань 58

ВИБРОДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Радайкин Д.В., Титов В.А., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий
Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань 60

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ТАТАРСТАНА

Грибков А.М., Чичирова Н.Д.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань 66

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ОБЛАСТИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ

НА ТЭС ОАО «ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ»

Игнарица Л.М., Низамеева Р.А., Акчурина Д.Р.,
ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань 69

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ НЕФТЕГАЗОСБОРА НА ОСНОВЕ СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Кузнецова М.А., Мелешиков К.А., Моряшов А.А.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань 73

ДИАГНОСТИКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Халиуллин А.Ф., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий
Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань 75

РЕКОНСТРУКЦИЯ КАМЕР СГОРАНИЯ ГТЭ-25/НК-37 ЭНЕРГООБЛОКОВ ГТУ-50 КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1

Халиуллин Р.Р., Филиал ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1, г. Казань 79

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Гаркушенко В.И., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань

Аль барри Самоал Хасан, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань 82

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

НА ОСНОВЕ ДИАГНОСТИКИ

Макаров В.А., Титов В.А., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий
Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань 86

ВНЕДРЕНИЕ МАЛОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

Бальзамов Д.С., Тимершин Б.Ф., ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань 89

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ДИСПЕРГИРОВАННЫХ В
РАСТВОРАХ ПАВ, В НОВЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Зуева О.С., Зверева Э.Р., Макарова А.О., Хабибуллина Р.В.,
Ахметвалиева Г.Р., Салихзянова Д.Р., Хатмуллина З.Ф.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань 94

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖСК НА ОСНОВЕ МИНИ-ГЭС

Макаров А.Ф., Сидоров А.Е.,

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань..... 98

КРУТЛЫЙ СТОЛ:

**«ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 6-10 КВ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ»**

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕДЕНИЯ РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Галимзянов Р.Х., *ОАО «Сетевая компания», г. Казань..... 102*

РЕСУРСНЫЙ ЦЕНТР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТАМ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ
В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Галимов А.И., Кузнецов Б.В., *ОАО «Сетевая компания», г. Казань 107*

ВЕДЕНИЕ РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Ахметов Р.Ф., Шаповалов Д.Г., Парамонов М.А.,

ОАО «Сетевая компания», г. Казань 109

МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО
ТРАНСФОРМАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ ТИПА НКФ

Ильдарханов Р.Г., *ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань 111*

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Кашапов Р.Р., Парамонов М.А., *ОАО «Сетевая компания», г. Казань 114*

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК РЕЗУЛЬТАТ МОДЕРНИЗАЦИИ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Гиззатуллин Р.Ш., Парамонов М.А., *ОАО «Сетевая компания», г. Казань 116*

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОВЕРКИ
ЦИФРОВЫХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА МЕСТАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Мазитов И.Р., Парамонов М.А., *ОАО «Сетевая компания», г. Казань..... 118*

**СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ: РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЖКХ.
ПОДГОТОВКА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ. ЗАСЕДАНИЕ
КООРДИНАЦИОННЫХ СОВЕТОВ ПРОГРАММ «НАУКА» И «ТЕПЛО»
РООР «СОЮЗ КОММУНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»**

РОЛЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Ахметов Т.Р., *ОАО «Казэнерго», г. Казань 121*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ
ВНУТРЕННИМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Садыков М.Ф., Шириев Р.Р., *ФГБОУ ВПО «Казанский государственный*

энергетический университет», г. Казань 125

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЖКХ СРЕДСТВАМИ ДАТЧИКОВ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРИБОРОВ

Кашаев Р.С., Козелков О.В., *ФГБОУ ВПО «Казанский государственный*

энергетический университет», г. Казань 132



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО РЕЗИНОВОГО ПОКРЫТИЯ
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПО ТРУБОПРОВОДАМ
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Закирова И.А., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань..... 139

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ЖКХ: ПРОБЛЕМЫ, ЗАДАЧИ, ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

Локтев Н.Ф., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань..... 142

ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Медведева Г.А., Ахметова Р.Т., ФГБОУ ВПО «Казанский
государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 146

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ

Сунгатуллин Р.Г., Астраханов М.В., Тытагин А.М., Хафизов Р.Р.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань..... 150

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОРИЕНТИРОВАННО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Сунгатуллин Р.Г., Астраханов М.В., Тытагин А.М., Хафизов Р.Р.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань..... 154

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖКХ

Волков Е.Г., Шарафетдинов Ф.Ф., Моряшов А.А.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань..... 156

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА
В ПОМЕЩЕНИИ В СРЕДЕ MATLAB

Файзулдинов Р.Н., Сайфуллина А.Х., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань 160

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Ширiev Р.Р., Нургалieва Э.И.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань..... 163

СЕМИНАР СОВЕЩАНИЕ: «РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПУТЕМ ЗАКЛЮЧЕНИЯ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ»

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ В МИНИСТЕРСТВЕ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Белоус Б.П., Министерство здравоохранения Республики Татарстан, г. Казань..... 167

ПУТИ СОХРАНЕНИЯ ЛИДИРУЮЩИХ ПОЗИЦИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В ОБЛАСТИ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ

Шафигуллин Р.Г., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий
Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань..... 171

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОГЕНЕРАЦИИ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ

Подгорный С.В., ЗАО «Ангрейдэнерго», г. Казань 174

СУЩНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ

Калугин Н.Н., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.....	177

КРУГЛЫЙ СТОЛ:

«ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА.
МЕЖДУНАРОДНЫЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ И ВОЗМОЖНОСТИ»

КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ
ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

Мартынов Е.В., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань.....	181

ОБЗОР МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
МЕНЕДЖМЕНТА НА УРОВНЕ МУНИЦИПАЛИТЕТОВ

Бородай Е.Н., Центр международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в Российской Федерации, г. Казань	187

СИСТЕМА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА КАМСКО-ВОЛЖСКОМ АКЦИОНЕРНОМ
ОБЩЕСТВЕ РЕЗИНОТЕХНИКИ АО «КВАРТ»

Ахметзянова Л. А., АО «КВАРТ», г. Казань.....	190

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ И РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ

Закиров Д. Г. Ассоциация энергетиков Западного Урала, г. Пермь	
Рюмкин А. А., ПАО «Уралкалий», г. Пермь	193

КРУГЛЫЙ СТОЛ:

«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»

НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Ахметова И.Г. , ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.....	198

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗАВОДА ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТИКОВ
ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»

Тукеев Д.В., ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск	
Звонарева Ю.Н., Васьков Ю.В., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.....	202

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕНСИФИЦИРОВАННЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ
АППАРАТОВ В ИТП И ЦТП

Лебедев А.Н., ООО «Энерготехника», г. Москва	
Бальзамов Д.С., Тимершин Б.Ф., ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань	205

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ С ЦЕЛЬЮ ЭФФЕКТИВНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Звонарева Ю.Н., Васьков Ю.В., Назарычев С.А., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.....	209



ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ РАБОТУ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА
И МЕТОДЫ ИХ КОНТРОЛЯ

Ахмерова Г. М., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 213

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ УЗЛА ПОГОДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Гусячкин А.М., Мирзошарифзода Н.Д.Д.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань..... 216

**ЭКСПЕРТНАЯ СЕКЦИЯ:
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ»**

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

Петров А.А., ROCKWOOL Russia - ЗАО «Минеральная Вата», г. Москва 220

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В НАРУЖНЫХ СТЕНАХ
ПО КРИТЕРИЮ ПОТЕРИ ТЕПЛОЗАЩИТЫ

Иванцов А.И., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 224

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ

Крамина Т.А., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 227

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОНОМНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ
В КОТТЕДЖНОМ ПОСЕЛКЕ

Гиниятов А.М., Барышева О.Б., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 230

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ
ПУТЕМ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ

Горячев В.Я., Голобоков С.В., Напалков И.М.,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза 234

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ В СИСТЕМЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Гиниятов А.М., Барышева О.Б., Хабибуллин Ю.Х., ФГБОУ ВПО «Казанский
государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 238

УМНАЯ ЭКОНОМИЯ

Дудков Д.А., Петров А.А., ROCKWOOL Russia - ЗАО «Минеральная Вата», г.Москва..... 242

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ЗДАНИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Крамина Т.А., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г.Казань..... 246

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ
НЕ НАКОПЛЕНИЯ ПАРООБРАЗНОЙ ВЛАГИ

Сафин И.Ш., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 249

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ <i>Голобоков С.В., Бростилова Т.Ю., Рубцова Е.Ю.,</i> <i>ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.....</i>	253

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩЕЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ <i>Барышева О.Б., Хабибуллин Ю.Х., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный</i> <i>архитектурно-строительный университет», г. Казань.....</i>	257

ОСОБО ЛЕГКИЙ ПЕНОГИПС С ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Халиуллин М.И., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный</i> <i>архитектурно-строительный университет», г. Казань.....</i>	261

**ЭКСПЕРТНАЯ СЕКЦИЯ:
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ»**

ИННОВАЦИОННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД <i>Сироткин А.С., Закиров Р.К., Кирилина Т.В., ФГБОУ ВПО «Казанский</i> <i>национальный исследовательский технологический университет», г.Казань</i>	266

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ И ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД <i>Рикардо Перес Дэжил, Группа компаний Vott, Роццано (Милан),</i> <i>Дыганова Р.Я., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический</i> <i>университет», г.Казань,</i> <i>Сивков А.Л., ОАО «Генерирующая компания», г.Казань, ...</i>	270

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СБОРУ ОПАСНЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ <i>Гусев А. С., Всероссийский природоохранный социальный</i> <i>проект «Экобокс», г. Москва.....</i>	274

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ КАЗАНЬ» <i>Кантюков Р.Р., Гареев Р.А., Злобин А.В.,</i> <i>ООО «Газпром трансгаз Казань», г. Казань.....</i>	277

СХЕМА ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЧИЩЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1 <i>Галиханова О.В., филиал ОАО «Генерирующая компания»</i> <i>Казанская ТЭЦ-1, г. Казань</i>	281

РЕЙТИНГОВЫЕ ОЦЕНКИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ИНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ <i>Зиганишин М.Г., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный</i> <i>архитектурно-строительный университет», г. Казань</i> <i>Сивков А.Л., ОАО «Генерирующая компания», г. Казань</i>	285

СТРОИТЕЛЬСТВО ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ (ЛИВНЕВЫХ И ТАЛЫХ) СТОЧНЫХ ВОД КОТЕЛЬНОЙ «САВИНОВО» (ФИЛИАЛ ОАО «ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ» - «КАЗАНСКАЯ ТЭЦ-2») <i>Гирфанов А.А., Хайруллина Г.Н., Филиал ОАО «Генерирующая компания»</i> <i>Казанская ТЭЦ-2, г. Казань</i>	289



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ БЫТОВЫХ
И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Агафонов А.И., Дыранов А.Б., Голобоков С.В., Ачилов И.Ш.,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза..... 292

ВЛИЯНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД,
ЗАГРЯЗНЕННОЙ ИОНАМИ МЕДИ

Хабибрахманова А.И., Югина Н.А., Хабибрахманов В.З., Шулаев М.В.
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный государственный
технологический университет», г. Казань 296

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Айкина К.Д., Афанасьев А.Ю., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный
исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева», г. Казань 300

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ АПК
МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Фахреев Н.Н., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань 304

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В АЭРОТЕНКАХ

Гумиров И.С., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань 308

ОСОБЕННОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН НА ПРИРОДНЫЕ БИТУМЫ

Петров С.И.,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань 310

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА ОТ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ
ПОТЕРЬ НА ИНФИЛЬТРАЦИЮ

Каишанова Л.М., Шакурова Л.М., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань 314

РЕЗЕРВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖЕЙ ВЯЗКОЙ НЕФТИ
В КАРБОНАТНЫХ ТОЛЩАХ ТАТАРСТАНА

Мухаметшин Р.З., Хакимов Э.М.,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань
Камалетдинова Д.И.,
Татарское геологоразведочное управление ПАО «Татнефть», г. Казань 318

СЕЛЕКЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ НА РОСТ УСТОЙЧИВОСТИ К БЕЛОМУ ФОСФОРУ

Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Кулик Н.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г.,
Яхваров Д.Г., ФГБУН Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова
КазНЦ РАН, г. Казань,
Горбачук Е.В., Валидов Ш.З., Сапармырадов К.А.,
ГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань 322

АДСОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Аржанкина Е.С., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань 326

МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ТУРБИНЫ НА
ПУЛЬСИРУЮЩУЮ ВЫХЛОПНУЮ СТРУЮ

Ягофаров О.Х., Зиннатуллин Р.Р., Драницина Е.А., Теляшов Д.А., Ильичева А.Д.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им.А.Н. Туполева», г. Казань..... 329

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЕРЫ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО
ГОРЕНИЯ С АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ КЛАПАНОМ

Павлов Г.И., Теляшов Д.А., Аброковнов А.П., Халиулин Р.Р., Сиразиева Р.Р.,
Суховая Е.А., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им.А.Н. Туполева», г. Казань..... 332

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТКО ПО ТЕРРИТОРИИ Г. КАЗАНИ

Найман С.М., Шамсиева Г.Ш., Найман М.О.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева», г. Казань 336

РОЛЬ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НАШИ ДНИ. МИКРО– И МАЛЫЕ ГЭС

Максимова К.С., Дуванов В.С., Альметьевский филиал
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева», г. Альметьевск,
Курир В.И., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А. Н. Туполева», г. Казань 340

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕСУРСО – И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД ОАО «КАЗАНСКИЙ ЗАВОД СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА»

Сотников А.В., Балымова Е.С., ОАО «Казанский завод синтетического
каучука», г. Казань 344

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКТИВНОЙ ТЕПЛОТДАЧИ ОТ ВЫСТУПАЮЩЕГО ТЕПЛОИСТОЧНИКА

Беляева Е.Э., Зиганин А.М., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань 350

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СО₂ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

Галимзянова Д.Р., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет», г. Казань..... 353

ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАК ОСНОВА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

(Психологические аспекты проблемы потребления энергии)

Антипина О.В., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань..... 356

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ВОЗВРАЩАЕМЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мецанов А.С.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им.А.Н. Туполева», г. Казань 359

ВОЗДУШНЫЙ ПОТОК В ВОЗДУХОВОДЕ С УЧЕТОМ СЖИМАЕМОСТИ, ПОТЕРЬ
НА ВЯЗКОЕ ТРЕНИЕ И ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

Айкина К.Д., Афанасьев А.Ю., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный
исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева», г. Казань 363



ОЧИСТКА ВОДНЫХ СРЕД ОТ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА И
ОТХОДОВ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА

Иванова М.А., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», г. Казань 367

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ (ЭНЕРГОАУДИТ) ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кафиятуллин Р.Х., ГАУ «Центр энергосберегающих технологий
Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань... 371

ВНЕДРЕНИЕ УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОФИСНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Софьина А.А., Бородина С.М., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань..... 375

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЕ УСТАНОВКИ

ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ ОАО «ТАНЭКО»

Долгова А.Н., Казанков А.А., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань..... 377

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ОПОР НА СПЕЦИАЛЬНОМ СТЕНДЕ ИС-1

Сабитов Л.С., ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань..... 381

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО

ДВИГАТЕЛЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ГРАДИЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Афанасьев А.Ю., Макаров В.Г., Яковлев Ю.А., Ханнанова В.Н.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический
университет», г. Казань..... 386

РОЛЬ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НАШИ ДНИ. САУ МИКРО– И МАЛЫХ ГЭС

Максимова К.С., Дуванов В.С., Альметьевский филиал ФГБОУ ВПО «Казанский
национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева»,
г. Альметьевск,

Курир В.И., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань..... 390

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ

УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Гатауллин Р.Н., Казанский научный центр Российской академии наук
(КазНЦ РАН), г.Казань..... 393

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА БАЗЕ БЕСКОНТАКТНОГО КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Сабиров Э.Ф., Косулин В.В., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г.Казань..... 397

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ

ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ

Ахмедзянова В.Н., Кашапова Л.М., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г.Казань..... 400

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И ТОКОВ РОТОРА ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ГРАДИЕНТНЫМ МЕТОДОМ Афанасьев А.Ю., Макаров В.Г., Яковлев Ю.А., Ханнанова В.Н., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань.....	403
ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УЗБЕКИСТАНА Есбергенова А.С., Институт энергетики и автоматики Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент.....	407
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ СНИЖЕНИЯ НОМИНАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ Альмиева Д.С., Галеева Р.У., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.....	409
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СУБСТАНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ Сандугей Н.С., Кузнецова И.В., Гильмутдинов И.И., Гильмутдинов И.М., Сабирзянов А.Н., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань	413
ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ УКРАИНЫ Трачук А.Р., Розен В.П., Национальный Технический Университет Украины «Киевский политехнический институт», Институт энергосбережения и энергоменеджмента, г. Киев	417
ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ЦЕХОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ Игнатъева С.Б., Грачева Е.И., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.....	420
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ НА СКОЛЬЗЯЩЕМ РЕЖИМЕ УПРАВЛЕНИЕ С ЛИНЕЙНОЙ НЕЗАВИСИМОСТЬЮ СТОЛБЦОВ ВХОДА И ВЕКТОРА ВОЗМУЩЕНИЙ Мещанов А.С., Султанова А.Ф., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева», г. Казань	424
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФАНЕРЫ Сунгатуллин Р.Г., Петрова В.В., Гарифуллина Р.Р., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань	428
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ГОРЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА КОЛОСНИКЕ В ТОПКЕ-САТЕЛЛИТЕ Павлов Г.И., Ахметшина А.И., Сиразиева Р.Р., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева», г. Казань.....	430
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ МНОГОРАЗОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА С ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н. Туполева», г. Казань	433



ВОСХОДЯЩАЯ КОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЛЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ
ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Новиков В.Ф., Осипов А.Л., Снигирева Ю.В., Танеева А.В., Никонова А.О.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань
Хорошева Л.Р., Филиал ПАО «Федеральной сетевой компании Единой
Энергетической системы» – Пермское предприятие магистральных
электрических сетей, г. Пермь..... 437

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЗУТНОГО ХОЗЯЙСТВА
КЦ №2 ООО «БАШ-РТС» г. НЕФТЕКАМСК

Арсланов М.Р., ООО «Баш-РТС», г. Нефтекамск
Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань..... 441

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВЫПРЯМИТЕЛЕ
СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Афанасьев А.Ю., Кунгурцев А.А., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань..... 445

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОЗАЩИТНЫХ
КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК

Спирина О.В., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 449

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ГРУППИРОВКА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Афанасьев В.А., Балоев А.А., Мещанов А.С.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им.А.Н. Туполева», г. Казань 452

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Новиков В.Ф., Снигирева Ю.В., Ялалов И.Ф., Хабабудинов Д. А.,
Гиниятова Л. М., Сайфиева А.Р., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань..... 456

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИКИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Бурганов Р.А., Залялиева С.Е., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань..... 458

СНИЖЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРОЙНИКОВ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Бадыева Л.Н., Зиганишин А.М., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Казань..... 461

ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ – РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Боровский М.Я., Богатов В.И., Филимонов В.Н., ООО «Геофизсервис», г. Казань,
Борисов А.С., ФГАУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный
университет», г. Казань,
Шакуро С.В., ООО «ФРОНТГеология», г. Нижний Новгород..... 464

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ
РЕЖИМОВ В ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВКАХ

Садыков Р.А., Антропов Д.Н., Фаизов А.И., ФГБОУ ВПО «Казанский
государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань 468

УСТАНОВКА ДЛЯ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ СЫПУЧИХ И ДИСПЕРСНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ Садыков Р.А., Лозинев А.Н., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань.....	472
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ Афанасьев А.Ю., Макаров В.Г., Ханнанова В.Н., Бариев Р.Х., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань.....	476
АНАЛИЗ ГАБАРИТОВ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОДОГРЕВА НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ Фаизов А.И., Садыков Р.А., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань.....	481
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ НОВОГО МАТЕРИАЛА СОЛОМА - КАУЧУК И ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАУЧУКА СКЭПТ Ключников О.Р., Мартыанов Н. А., ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.....	484
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ Афанасьев А.Ю., Макаров В.Г., Ханнанова В.Н., Бариев Р.Х., ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань.....	487
ИННОВАЦИОННОЕ ПАРТНЕРСТВО И ИНТРАПРЕНЕРСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ Газеев Н.Х., Республиканский совет общественной организации «Общество изобретателей и рационализаторов Республики Татарстан» (Рессовет ОИР РТ), г. Казань.....	490
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	495



ОРГАНИЗАТОРЫ СИМПОЗИУМА

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

Министерство по делам молодежи и спорту Республики Татарстан

Министерство труда, занятости и социальной защиты 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»

ОАО «Татнефть»

ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг»

ОАО «Генерирующая компания»

ОАО «Сетевая компания»

ОАО «Татэнергосбыт»

ООО «Управляющая компания «КЭР-Холдинг»

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»

ОАО «Казанская ярмарка»



ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель организационного комитета:

ХАЛИКОВ ИЛЬДАР ШАФКАТОВИЧ – Премьер-министр Республики Татарстан

Сопредседатель организационного комитета:

ИНЮЦЫН АНТОН ЮРЬЕВИЧ – заместитель Министра энергетики Российской Федерации

Заместители Председателя:

КАРИМОВ АЛЬБЕРТ АНВАРОВИЧ – заместитель Премьер-министра Республики Татарстан - министр промышленности и торговли Республики Татарстан

Члены организационного комитета:

АБДУЛГАНИЕВ ФАРИД СУЛТАНОВИЧ - министр экологии и природных ресурсов Республики Татарстан

АБДУЛЛАЗЯНОВ ЭДВАРД ЮНУСОВИЧ - ректор ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»

АХМЕТОВ МАРАТ ГОТОВИЧ - заместитель Премьер-министра Республики Татарстан - министр сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан

ВАФИН АДЕЛЬ ЮНУСОВИЧ - министр здравоохранения Республики Татарстан

ГИЛЬМУТДИНОВ АЛЬБЕРТ ХАРИСОВИЧ - ректор ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева»

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



НАЗИРОВ АЛМАС АМИНОВИЧ - министр лесного хозяйства Республики Татарстан

ПАХОМОВ АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ - генеральный директор регионального объединения работодателей «Ассоциация предприятий и предпринимателей Республики Татарстан»

ПЕТРОВ БОРИС GERMAHOVIЧ - руководитель Приволжского управления Ростехнадзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору

САДРИЕВА ГУЗЯЛ ГАБДУЛХАКОВНА - начальник управления энергетики Министерства промышленности и торговли Республики Татарстан

САЛАХОВ МЯКЗЮМ ХАЛИМУЛОВИЧ - президент Академии наук Республики Татарстан

САФИН ЛЕНАР РИНАТОВИЧ - министр транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан

САФИУЛЛИН ДАМИР ХАРУНОВИЧ - заместитель министра промышленности и торговли Республики Татарстан

СЕМЁНОВ ЛЕВ ЛЕОНИДОВИЧ - генеральный директор ОАО «Казанская ярмарка»

СТАНКЕВИЧ ЮРИЙ АРКАДЬЕВИЧ - заместитель председателя Комитета по энергетической политике и энергоэффективности общероссийской общественной организации Российского союза промышленников и предпринимателей

ТУКТАРОВ ФАРИД ХАЙДАРОВИЧ - директор ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Республике Татарстан»

ФАЙЗУЛЛИН ИРЕК ЭНВАРОВИЧ - министр строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан

ФАРДИЕВ ИЛЬШАТ ШАЕХОВИЧ - генеральный директор ОАО «Сетевая компания»

ФАСХИЕВ GERMAH НИКОЛАЕВИЧ - начальник отдела промышленности Аппарата Кабинета Министров Республики Татарстан

ФАТТАХОВ ЭНГЕЛЬ НАВАПОВИЧ - заместитель Премьер-министра Республики Татарстан - министр образования и науки Республики Татарстан

ХАЗИЕВ РАУЗИЛ МАГСУМЯНОВИЧ - генеральный директор ОАО «Генерирующая компания»

ХОХОРИН АРТЁМ ВАЛЕРЬЕВИЧ - министр внутренних дел по Республике Татарстан

ШАЙХУТДИНОВ РОМАН АЛЕКСАНДРОВИЧ - заместитель Премьер-министра Республики Татарстан - министр информатизации и связи Республики Татарстан

ЯРУЛЛИН РАФИНАТ САМАТОВИЧ - генеральный директор ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг»



**Приветствие
Премьер-министра Республики Татарстан,
председателя организационного комитета
ХАЛИКОВА ИЛЬДАРА ШАФКАТОВИЧА**

Уважаемые участники и гости XVI Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» и XVII Международной специализированной выставки «Энергетика. Ресурсосбережение-2016»!

От имени Правительства Республики Татарстан и от себя лично приветствую вас и поздравляю с открытием XVI Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» и XVII Международной специализированной выставки «Энергетика. Ресурсосбережение-2016».

Энергоэффективность и энергосбережение входят в число приоритетных направлений развития экономики, науки и образования. Энергетика тесно связана со всеми сферами жизнедеятельности человеческого общества, а задача повышения эффективности расходования энергетических ресурсов и энергосбережения является общенациональной.

В рамках программы проводимого форума поднимаются актуальные вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности всех отраслей экономики. На площадке симпозиума и выставки собираются представители органов власти, ведущие специалисты предприятий промышленности и энергетики, профильных научных, образовательных организаций и экспертного сообщества. Здесь ведется профессиональный предметный разговор о развитии энергетики, осуществляется обмен передовым опытом, предлагаются пути решения актуальных проблем. Благодаря насыщенной программе, заинтересованности участников в диалоге симпозиум и выставка являются одними из крупнейших отраслевых мероприятий в России, а их проведение на постоянной основе способствует координации усилий в сфере энергосбережения и энергоэффективности.

Уверен, что образцы представленной на выставочной экспозиции продукции вызовут неподдельный интерес участников мероприятия, а в рамках дискуссий на заседаниях тематических «круглых столов», конференциях симпозиума состоится содержательное обсуждение механизмов реализации проектов в области энергоэффективности и энергосбережения.

Желаю всем участникам симпозиума и выставки плодотворной работы, ярких идей и реализации намеченных планов.



Приветствие

**заместителя Премьер-министра Республики Татарстан –
министра промышленности и торговли Республики Татарстан,
заместителя организационного комитета
КАРИМОВА АЛЬБЕРТА АНВАРОВИЧА**

Уважаемые участники и гости XVI Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» и XVII Международной специализированной выставки «Энергетика. Ресурсосбережение-2016»!

От имени Правительства Республики Татарстан и от себя лично приветствую вас и поздравляю с открытием XVI Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» и XVII Международной специализированной выставки «Энергетика. Ресурсосбережение-2016».

Энергоэффективность и энергосбережение входят в число приоритетных направлений развития экономики, науки и образования. Энергетика тесно связана со всеми сферами жизнедеятельности человеческого общества, а задача повышения эффективности расходования энергетических ресурсов и энергосбережения является общенациональной.

В рамках программы проводимого форума поднимаются актуальные вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности всех отраслей экономики. На площадке симпозиума и выставки собираются представители органов власти, ведущие специалисты предприятий промышленности и энергетики, профильных научных, образовательных организаций и экспертного сообщества. Здесь ведется профессиональный предметный разговор о развитии энергетики, осуществляется обмен передовым опытом, предлагаются пути решения актуальных проблем. Благодаря насыщенной программе, заинтересованности участников в диалоге симпозиум и выставка являются одними из крупнейших отраслевых мероприятий в России, а их проведение на постоянной основе способствует координации усилий в сфере энергосбережения и энергоэффективности.

Уверен, что образцы представленной на выставочной экспозиции продукции вызовут неподдельный интерес участников мероприятия, а в рамках дискуссий на заседаниях тематических «круглых столов», конференциях симпозиума состоится содержательное обсуждение механизмов реализации проектов в области энергоэффективности и энергосбережения.

Желаю всем участникам симпозиума и выставки плодотворной работы, ярких идей и реализации намеченных планов.



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 2015 года и задачах на 2016 год»**

**О РАСШИРЕНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ВЛАСТИ С
СУБЪЕКТАМИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ВОПРОСАХ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И
ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Инюцын А.Ю.,

заместитель министра энергетики Российской Федерации, г.Москва

**EXPAND COLLABORATION OF FEDERAL AGENCIES WITH THE CONSTITUENT
ENTITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE ISSUES OF ENERGY SAVING AND
ENERGY EFFICIENCY**

Инюцын А.Ю.,

Deputy Minister of energy of the Russian Federation, Moscow

Безусловно, Правительство России, компании и население вынуждены повышать свою операционную эффективность, попросту снижать издержки. Для многих это - экономия энергоресурсов, сокращение удельных эксплуатационных и инвестиционных затрат, концентрация на эффективных проектах.

В сложившейся ситуации вопросы повышения эффективности использования бюджетных средств, средств госкомпаний и монополий не могут не обсуждаться на федеральном уровне.

По итогам одной из таких дискуссий с активистами Общероссийского народного фронта была Президентом Российской Федерации В.В. Путиным в декабре и Председателем Правительства Российской Федерации Д.А. Медведевым в январе были даны соответствующие поручения.

Деятельность Минэнерго России в области энергосбережения и повышения энергоэффективности усиливается по всем основным направлениям государственной политики:

1. Реформа системы управления, которая начинается с включения целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности во все отраслевые государственные программы Российской Федерации и субъектов Российской Федерации.

Показатели энергосбережения и повышения энергетической эффективности включены в 37% отраслевых государственных программ субъектов Российской Федерации. Для Татарстана этот показатель уже составляет 100%.

2. Технологические стандарты и рекомендации. Важным элементом государственной политики является внедрение повышенных требований к применяемым материалам и технологиям с тем, чтобы таким образом ускорять техническую модернизацию.

Так, в 2015 г. Правительством был принят обновленный перечень энергоэффективных объектов и технологий для целей налогового стимулирования, были усовершенствованы требования к государственным закупкам в части энергоэффективного освещения.

Аналогичные меры применяются и на уровне субъектов Российской Федерации. На настоящий момент 16% субъектов Российской Федерации (в том числе Татарстан) внедрили региональные требования по энергоэффективности в области строительства и капитального ремонта. Рост этого показателя будет поставлен на особый контроль. Также будет расширяться перечень отраслей, в которых подобные требования должны будут внедряться.

3. Информационное обеспечение и сбор статистических данных. Значительные изменения претерпела система официальной статистической отчетности. В течение 2014-2015 гг. появились новые индикаторы, позволяющие проводить качественный мониторинг энергоэффективности в ЖКХ.



В стадии завершения находится реформа обязательных энергетических обследований. В первую очередь речь идет о замене энергетических обследований на энергетические декларации в бюджетном секторе. В 2015 г. количество поданных энергетических деклараций уже больше, чем в 5 раз превысило количество проведенных энергетических обследований.

На текущий момент к системе ГИС «Энергоэффективность» подключено уже 65% учреждений страны. Здесь я снова должен отметить работу Татарстана, декларации в 2015 г. подали 98% учреждений республики. Мы ставим этот результат в пример всем регионам.

Только прямая экономия бюджетных средств от перехода на бесплатные декларации составит свыше 3 млрд. руб.

На основании данных энергетических деклараций можно провести первый анализ состояния энергоэффективности в бюджетном секторе. Приведу некоторые цифры:

Доля светодиодных светильников во внутреннем освещении – всего 3,85% (Татарстан – 3,4%);

Доля светодиодных и натриевых светильников во внешнем освещении – 12,21% (Татарстан – 12,7%);

Доля зданий бюджетной сферы, имеющих предварительный класс энергоэффективности D (нормальный) и выше – только 15,38% (Татарстан – 20%);

Доля зданий с центральным отоплением, оснащенных ИТП с автоматическим погодным регулированием – 6,43% (Татарстан – 18,6%).

4. Отдельно хотел бы отметить направление популяризации энергосберегающего образа жизни и повышения энергетической эффективности. По оценкам экспертов, только за счет изменения поведенческих моделей в домашних хозяйствах экономия топливно-энергетических ресурсов может достигать 20%. В связи с этим вопросы популяризации энергоэффективности, пропаганды энергосберегающего образа жизни среди населения приобретают огромное значение.

В предстоящие два года (выборный период) направлению популяризации руководством страны уделяется особое внимание. В прошлом году прошел ряд уже ставших традиционными мероприятий:

- форум энергоэффективности и развития энергетики ENES-2015, в котором делегация Татарстана традиционно принимает активное участие, посетили более 11 тысяч человек, в рамках форума прошла встреча министров энергетики БРИКС, целая серия всероссийских совещаний с участием крупнейших руководителей;

- всероссийский конкурс проектов в области энергоэффективности ENES-2016. На конкурс поступили проекты из 80 регионов страны, в рамках народного интернет-голосования на федеральном этапе было получено более миллиона уникальных голосов. Конкурс привлек колоссальное общественное внимание.

- всероссийский конкурс для журналистов и пресс-служб региональных администраций и компаний ТЭК «МедиаТЭК». В федеральном этапе конкурса приняли участие номинанты из 55 регионов страны.

В этом году планируется еще больше расширить эти мероприятия.

Помимо этого, в целях популяризации среди населения энергосберегающего образа жизни Минэнерго России поддерживает проведение 3 сентября 2016 года во всех крупнейших городах страны ориентированных на массовое участие граждан Фестиваль энергосбережения #вместеарче.

2 сентября старт мероприятию будет дан руководством страны в рамках программы Восточного экономического Форума. 3 сентября – в выходной день – в крупнейших городах России в парках и на центральных площадях пройдет Всероссийский Фестиваль энергосбережения в формате семейного праздника с вовлечением деятелей искусства, науки и спорта.

В этот день миллионы россиян смогут не только узнать что-то новое и полезное для их ежедневной жизни о современных технологиях энергосбережения, но и благодаря различным акциям и конкурсам, приуроченным к фестивалю, сами сделают первый шаг к переходу на новую культуру рационального потребления энергоресурсов в быту.



Уверен, что в Казани фестиваль пройдет особенно ярко.

Особое внимание Минэнерго России уделяет вопросам энергоэффективности крупнейших городов и планирует в этом году организовать работу, направленную на принятие и внедрение соответствующих повышенных стандартов.

Приглашаю Республику и город Казань выступить со-организатором данной инициативы для ее возможного включения в перспективные планы развития Российской Федерации на 2018-2030 гг.

Результаты работы предлагаю совместно с Правительством Москвы представить 23-25 ноября с.г. на встрече мэров российских и городов мира на полях V Международного форума по энергоэффективности и развитию энергетики ENES-2016.

В заключении хотел бы сказать, что наши коллеги в Европейском союзе, США, Китае продолжают ставить перед собой амбициозные задачи по снижению энергоемкости на 25-30% к 2020 относительно 2007. И мы с вами обязательно будем продвигаться по этому пути!



**Заседание Правительства Республики Татарстан
«О ходе реализации государственной программы
«Энергосбережение и повышение энергетической эффективности
в Республике Татарстан на 2014-2020 годы»
по итогам 2015 года и задач на 2016 год»**

**О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ
«ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН НА 2014-2020 ГОДЫ»
ПО ИТОГАМ 2015 ГОДА И ЗАДАЧАХ НА 2016 ГОД**

Каримов А.А.,

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

**ON THE PROGRESS IN IMPLEMENTING THE STATE PROGRAMME «ENERGY SAVING
AND ENHANCING THE ENERGY EFFICIENCY IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN IN
2014-2020» WITH REGARD TO ITS RESULTS IN 2015 AND TASKS FOR 2016**

Karimov A.A.,

*Deputy Prime Minister of the Republic of Tatarstan,
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 2015 года и задач на 2016 год.

Подведены итоги реализации мероприятий и индикаторов программы и их сравнительные характеристики: энергоемкость валового регионального продукта по первичным энергоносителям, структура потребления топливно-энергетических ресурсов по отраслям экономики, индикатор энергоемкости промышленности и сельского хозяйства. Отражены показатели энергоэффективности муниципальных образований и отраслевых министерств Республики Татарстан (бюджетная сфера), информационная поддержка и пропаганда, программно-целевое управление комплексными региональными программам, интегральные показатели энергоэффективности по ведущим странам мира, индикатор энергоемкости валового регионального продукта по субъектам Приволжского Федерального округа Российской Федерации.

Annotation

The following report provides the information on implementing the State Programme «Energy Saving and Enhancing the Energy Efficiency in the Republic of Tatarstan in 2014-2020» with regard to its results in 2015 and tasks for 2016, as approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan No. 954 dated 12 April 2013.

The report summarises the results of implementing actions and programme indicators with their comparative characteristics, such as energy intensity of gross regional product in terms of primary energy, structure of fuel and energy resource consumption broken down by sectors of economy, and energy consumption indicator of manufacturing industry and agriculture. The report also displays the energy efficiency indicators of municipalities and sectoral ministries in the Republic of Tatarstan (state-financed organisations), information support and publicity, goals management of integrated regional programmes, integral energy efficiency indicators in the leading countries across the globe, and energy intensity indicator of gross regional product in the constituent entities of the Volga Federal District of the Russian Federation.



Государственная политика в области энергосбережения и энергоэффективности является одним из приоритетных направлений развития экономики Республики Татарстан.

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

При оценке энергоэффективности экономики важно отметить следующее:

Валовый региональный продукт Республики Татарстан в текущих ценах составил более 1,8 трлн. рублей, а в сопоставимых ценах рост составил 25,5% к базовому 2007 году (рис. 1).

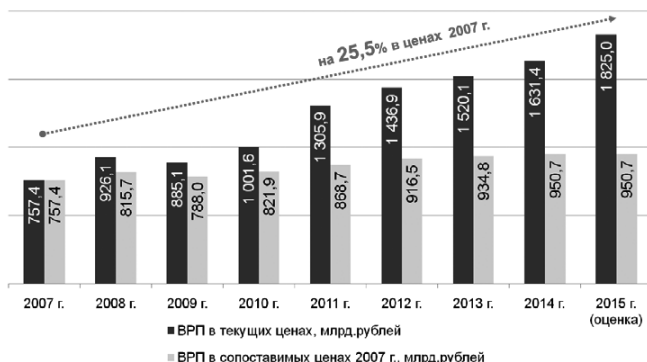


Рис. 1. Валовый региональный продукт Республики Татарстан

Энергоемкость ВРП с 2007 года снизилась на 23,2%, а снижение к 2014 году данного индикатора составило 3%. Задача к 2020 году - обеспечить снижение энергоемкости экономики республики еще на 16,8% (рис. 2).

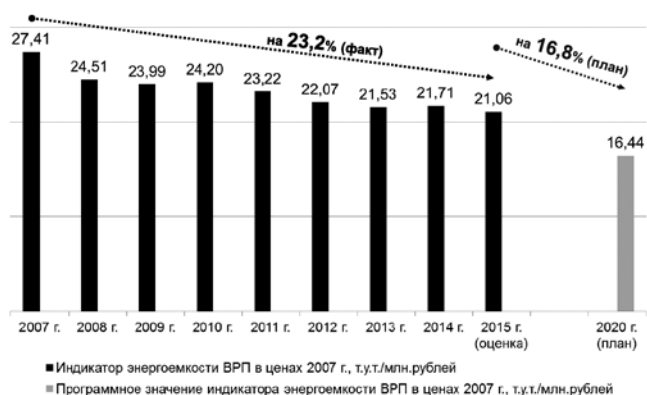


Рис. 2. Энергоемкость валового регионального продукта Республики Татарстан по первичным энергоносителям (в ценах 2007 года, т.у.т./млн.рублей)

Относительно показателей развитых стран мира и Европы у нас по-прежнему высокая удельная энергоемкость экономики и имеется значительный нереализованный потенциал энергосбережения.

В этой связи, предстоит большая работа по повышению энергоэффективности и конкурентоспособности экономики Татарстана (рис. 3).

Среди регионов Приволжского федерального округа Республика Татарстан по энергоемкости ВРП входит в группу лидеров.

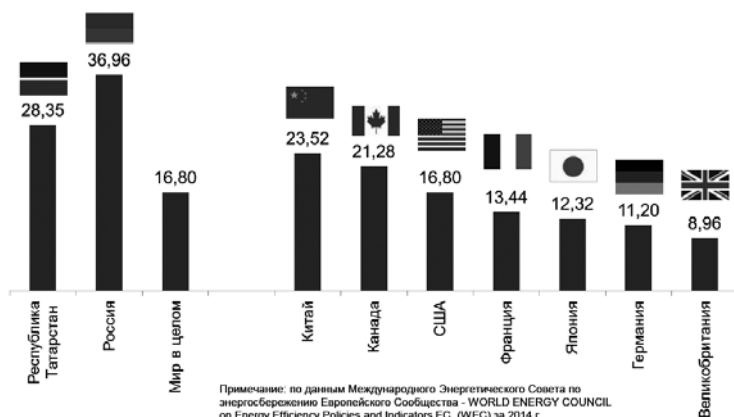


Рис. 3. Интегральный показатель энергоэффективности по ведущим странам мира (индикатор энергоемкости в ценах 2005 г., т.у.т./млн.рублей)

Такие результаты достигнуты за счет внедрения энергоэффективных технологий и систем энергоменеджмента, реализации инвестиционных программ по модернизации производства в промышленности, топливно-энергетическом комплексе и других отраслях экономики. Реализован ряд важных проектов на «Нижекамскнефтехим», «Казаньоргсинтез», «Нэфис Косметикс», «Аммоний», «ТАИФ-НК», «ТАНЕКО», «Казанская ТЭЦ-2» Генерирующей компании. В сельском хозяйстве это проекты обществ «Челны-бройлер», «Камский бекон», «Авангард», тепличного комбината «Майский» и другие (рис. 4).

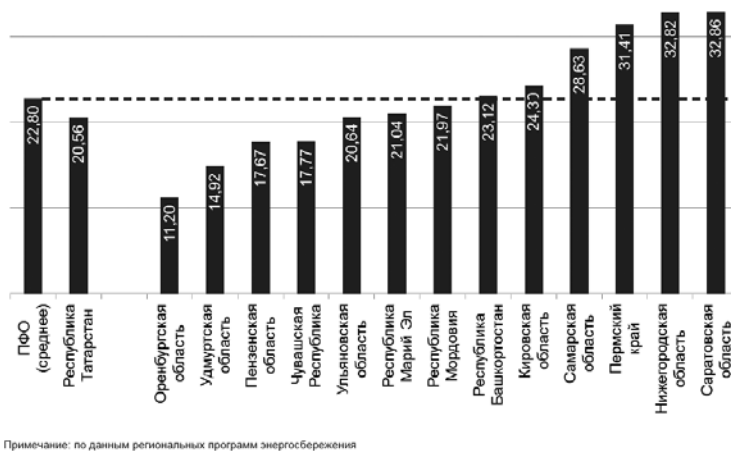


Рис. 4. Индикатор энергоемкости валового регионального продукта по субъектам Приволжского Федерального округа Российской Федерации за 2014 год (кг у.т./тыс.рублей)

Основной вклад в формирование валового регионального продукта республики вносит промышленность.

На этот сектор экономики, включая энергетику, приходится до 87% объемов потребления первичных топливно-энергетических ресурсов (рис.5).

По итогам 2015 года индикатор энергоемкости в промышленности снижен на 4,5% к 2014 году.

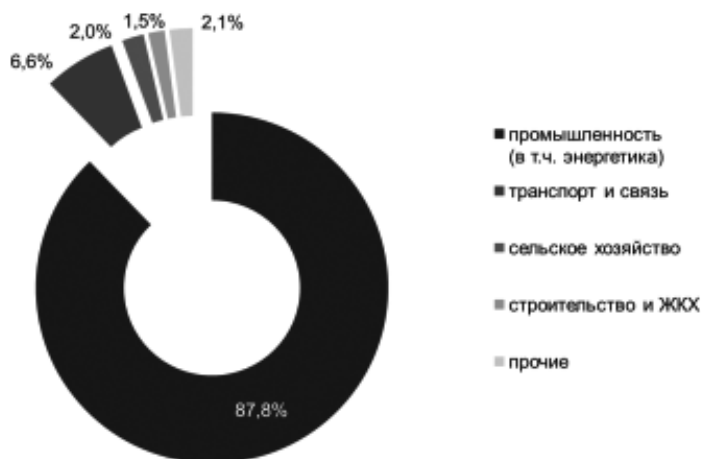


Рис.5. Структура потребления топливно-энергетических ресурсов по отраслям экономики Республики Татарстан (первичные ТЭР: природный газ, дизтопливо, мазут, бензин, уголь, покупная электроэнергия)

В сельском хозяйстве, как и в промышленности, наблюдается снижение энергоемкости производства на 7,6% к 2014.

В разрезе основных отраслей промышленности снижение индикатора энергоемкости продукции по итогам 2015 года наблюдается во всех отраслях, за исключением легкой и деревообрабатывающей промышленности (рис. 6).



Рис. 6. Индикаторы энергоемкости промышленности и сельского хозяйства Республики Татарстан (т.т./млн.рублей)

Одним из энергоемких в промышленности республики является химическое и нефтехимическое производство.

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



Хочу отметить положительный опыт Нижнекамскнефтехима по внедрению системы управления эффективным использованием энергии на основании стандарта энергетического менеджмента (ГОСТ Р ИСО 50001-2012). Система позволяет ежедневно отслеживать потребление всех видов энергетических ресурсов, управлять процессом потребления энергии и оптимизировать расход всех видов ресурсов до оптимальных величин для технологии производства продукции (табл. 1)

Таблица 1

**Показатели энергоэффективности деятельности по крупным предприятиям отрасли
«химия и нефтехимия»**

Наименование предприятия	Индекс промышленного производства, %		Отношение экономии к объему тов. продукции, тыс.рублей/млн.рублей	Энергоемкость производства продукции, т.у.т./млн.рублей		%
	2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.	
ПАО «Казаньоргсинтез»	99,0	100,4	1,54	13,46	12,93	96,0
АО «КВАРТ»	92,6	98,5	0,63	2,86	2,46	86,0
ПАО «Нижнекамскнефтехим»	102,7	103,1	1,04	24,53	24,08	98,1
ОАО «Татхимфармпрепараты»	95,8	127,0	0,16	3,92	3,04	77,6
ООО УК «Татнефть-Нефтехим»	-	100,7 ¹	0,59	5,71	5,26	92,1
ОАО «Химзавод им. Карпова»	98,3	100,9	0,29	19,05	20,30	106,5

В 2015 году на предприятиях машиностроения достигнуты хорошие результаты энергоэффективности за счет внедрения энергосберегающих мероприятий и энергоменеджмента. Наиболее эффективная работа велась в «Казанькомпрессормаш», «ЕлАЗ» (табл.2).

Таблица 2

**Показатели энергоэффективности деятельности по крупным предприятиям отрасли
«машиностроение»**

Наименование предприятия	Индекс промышленного производства, %		Отношение экономии к объему тов. продукции, тыс.рублей/млн.рублей	Энергоемкость производства продукции, т.у.т./млн.рублей		%
	2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.	
ОАО «Казанькомпрессормаш»	93,0	145,6	1,55	4,25	2,98	70,2
ОАО «ПО ЕлАЗ»	90,8	101,5	0,84	0,51	0,36	71,2
АО «Альмет. трубный завод»	109,3	95,9	1,02	1,40	1,33	94,9
ООО «ПКФ «БЕТАР»	107,7	97,9	0,06	0,40	0,37	94,6
ПАО «КАМАЗ»	92,7	71,6	-	22,05	23,15	105,0

В оборонно-промышленном комплексе лучшие показатели по энергосбережению достигнуты на таких предприятиях как: «Казанский завод точного машиностроения», «Казанское моторостроительное производственное объединение», «Казанский электротехнический завод» (табл. 3).



Таблица 3

**Показатели энергоэффективности деятельности по предприятиям отрасли
«оборонно-промышленный комплекс»**

Наименование предприятия	Индекс промышленного производства, %		Отношение экономии к объему тов. продукции, тыс.рублей/млн.рублей	Энергоемкость производства продукции, т.у.т./млн.рублей		%
	2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.	
ФКП «Казанский завод точного машиностроения»	150,8	273,0	0,67	33,55	10,84	32,3
ОАО «Казанский моторостроительное производственное объединение»	105,0	103,0	3,69	4,54	4,13	90,8
ПАО «Казанский электротехнический завод»	145,9	105,0	5,06	0,92	0,87	94,6
ОАО «Казанский завод «Электроприбор»	109,6	100,0	1,39	2,55	2,33	91,2
ОАО «Зеленодольский завод им.А.М.Горького»	147,1	109,0	0,46	1,15	0,99	86,2
АО «Казанский оптико-механический завод»	111,3	182,5	0,01	5,71	2,75	48,2
АО «Завод «Электрон»	131,1	125,2	0,09	0,66	0,59	88,9
ПАО «Казанский вертолетный завод»	106,5	65,2	0,01	0,98	1,56	159,5
ОАО «КАЗ им.С.П.Горбунова - филиал ПАО «Туполев»	118,7	120,4	н/д	4,90	8,87	181,0

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

В целом, благодаря системной работе предприятий энергокомплекса Республики Татарстан по итогам 2015 года:

- снижен удельный расход топлива на выработку электрической энергии на 2,4% к уровню 2014 года, который составил 307,85 г/кВтч;
- доля потерь электрической энергии в сетях составила 7,2% при нормативе в 8,05 (рис. 7).

Удельный расход ТЭР на производство тепловой и электрической энергии



Потери электрической энергии в сетях

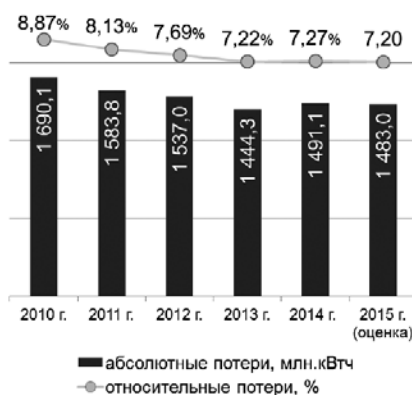


Рис. 7. Индикаторы энергоэффективности в электроэнергетическом комплексе Республики Татарстан



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

Министерством промышленности республики в ежеквартальном режиме проводится анализ энергопотребления бюджетными организациями в отраслевом и территориальном разрезах.

В целом, в муниципальной сфере по итогам 2015 года наблюдается устойчивая динамика снижения удельных показателей потребления по всем видам энергетических ресурсов и воды.

Так, снижение удельных показателей по сравнению с 2014 годом в муниципальном секторе составило:

- по тепловой энергии и газу - на 7,9%;
- по электрической энергии - на 1,4%;
- по воде – 2,1%.

Показатели оснащенности приборами учета и узлами регулирования энергоресурсов и воды на объектах муниципальной сферы по состоянию на 1 января 2016 года составляют:

- по тепловой энергии – 78,4%;
- по газу – 99,0%;
- по горячей воде – 93%;
- по холодной воде – 90,4%;
- по электроэнергии – 98,2%.

Такие результаты получены, в том числе, благодаря реализации республиканских программ по капитальному ремонту школ, строительства и ремонта объектов здравоохранения и культуры, модернизации коммунальной инфраструктуры социальных объектов и систем уличного освещения. Необходимо довести до стопроцентного оснащения приборами учета энергоресурсов.

Таблица 4

**Показатели энергоэффективности муниципальных образований Республики Татарстан
(бюджетная сфера)**

Удельное потребление энергетических ресурсов и воды	2015 г.	2014 г.	%	Оснащенность приборами учета (ПУ) и узлами регулирования (УР)		%, на 01.01.2016
отопление, т.у.т./кв.м.	0,0255	0,0277	92,1	теплоэнергия	ПУ	78,4
					УР	73,8
вода, куб.м./чел.	1,655	1,691	97,9	газ	ПУ	99,0
				горячая вода	ПУ	93,0
электро, кВт·ч/кв.м.	29,3	29,8	98,6	холодная вода	ПУ	90,4
				электроэнергия	ПУ	98,2

В таблице 5 представлены результаты данной оценки по трем группам муниципальных образований Республики Татарстан.

Красным цветом обозначены наихудшие показатели энергосбережения и энергоэффективности в области бюджетной сферы в разрезе муниципальных районов.

Руководителям данных муниципальных образований республики необходимо провести отраслевой анализ полученных результатов по подведомственным учреждениям бюджетной сферы.



Таблица 5

**Рейтинг энергоэффективности в разрезе муниципальных образований
Республики Татарстан (бюджетная сфера)**

Группа 1. Муниципальные районы с центром-городом республиканского значения

Место	Наименование муниципального района (городского округа)	Удельный расход энергетических ресурсов и воды за 2015 г.			Оснащенность приборами учета (ПУ) и узлами регулирования (УР) по состоянию на 01.01.2016, %					
		вода, куб.м./чел.	отопление, т.у.т./кв.м.	электро, кВт-ч/кв.м.	ПУ ТЭ	УР ТЭ	ПУ ПГ	ПУ ГВС	ПУ ХВС	ПУ ЭЭ
	Татарстан	1,655	0,0255	29,6	78,4	73,8	99,0	93,0	90,4	98,2
	Средний по гр. 1	1,816	0,0241	30,5	88,6	87,6	95,4	93,5	96,5	98,5
1	Лениногорский	1,327	0,0234	18,4	95,4	х	100,0	100,0	100,0	98,4
2	Нижнекамский	2,546	0,0214	22,8	93,2	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7
3	Нурлатский	0,856	0,0265	22,9	53,8	77,9	100,0	х	100,0	100,0
4	г. Казань	1,854	0,0253	40,5	100,0	100,0	83,3	100,0	100,0	100,0
5	Азнакаевский	1,663	0,0305	22,5	100,0	37,0	100,0	100,0	100,0	100,0
6	Альметьевский	1,221	0,0213	31,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
7	г. Наб. Челны	2,067	0,0193	24,7	100,0	98,3	100,0	100,0	99,7	100,0
8	Заинский	1,258	0,0387	34,7	68,9	95,7	100,0	95,8	66,3	94,0
9	Буинский	1,163	0,0306	27,2	90,4	75,0	86,6	50,0	92,5	89,5
10	Бугульминский	1,941	0,0225	23,8	61,9	47,1	100,0	35,7	100,0	100,0
11	Бавлинский	1,680	0,0242	37,3	47,2	43,5	96,8	87,5	100,0	94,1
11	Чистопольский	1,037	0,0257	30,1	54,9	27,3	96,6	57,9	100,0	93,6
13	Зеленодольский	1,730	0,0298	31,4	64,2	45,3	98,4	77,3	74,8	94,6
14	Елабужский	1,553	0,0270	31,9	89,7	75,0	81,3	93,5	97,9	100,0

Группа 2. Муниципальные районы с городским и сельским населением

Место	Наименование муниципального района (городского округа)	Удельный расход энергетических ресурсов и воды за 2015 г.			Оснащенность приборами учета (ПУ) и узлами регулирования (УР) по состоянию на 01.01.2016, %					
		вода, куб.м./чел.	отопление, т.у.т./кв.м.	электро, кВт-ч/кв.м.	ПУ ТЭ	УР ТЭ	ПУ ПГ	ПУ ГВС	ПУ ХВС	ПУ ЭЭ
	Татарстан	1,655	0,0255	29,6	78,4	73,8	99,0	93,0	90,4	98,2
	Средний по гр. 2	1,096	0,0265	26,4	45,4	31,5	99,9	83,8	89,1	96,8
1	Р.Слободский	0,435	0,0301	33,3	100,0	100,0	100,0	х	100,0	100,0
2	Аксубаевский	0,700	0,0292	21,5	100,0	х	98,6	х	95,7	93,0
3	Арский	1,044	0,0305	22,8	100,0	100,0	100,0	х	100,0	100,0
4	Сабинский	1,452	0,0270	36,0	100,0	100,0	100,0	х	100,0	100,0
5	Алексеевский	1,086	0,0389	26,8	50,0	100,0	100,0	х	90,2	100,0
6	Агрызский	1,006	0,0190	24,5	58,8	62,5	100,0	50,0	46,7	100,0
7	Спасский	1,152	0,0244	27,3	42,9	42,9	100,0	х	70,4	100,0
8	Ютазинский	0,836	0,0374	15,3	100,0	100,0	х	100,0	100,0	100,0
9	Кукморский	0,676	0,0165	20,5	17,1	17,1	100,0	х	100,0	100,0
10	Мамадышский	0,728	0,0216	23,6	89,5	89,5	100,0	х	100,0	100,0
11	Тетюшский	0,574	0,0265	35,3	65,8	х	100,0	х	100,0	100,0
12	Сармановский	1,640	0,0284	28,8	90,5	57,1	100,0	100,0	47,9	100,0
13	Апастовский	0,745	0,0378	33,4	х	х	100,0	х	100,0	100,0
14	Балтасинский	1,285	0,0253	15,8	17,1	17,1	100,0	х	100,0	100,0
15	Менделеевский	1,678	0,0247	37,8	41,7	34,5	х	78,8	87,7	80,6
16	Лаишевский	1,423	0,0298	29,8	92,5	50,0	100,0	х	100,0	97,2
17	Мензелинский	1,821	0,0385	37,7	6,6	21,1	х	х	31,8	80,9
18	К.Устьинский	1,656	0,0243	21,3	60,0	7,1	100,0	х	70,4	100,0



Группа 3. Муниципальные районы только с сельским населением

Место	Наименование муниципального района (городского округа)	Удельный расход энергетических ресурсов и воды за 2015 г.			Оснащенность приборами учета (ПУ) и узлами регулирования (УР) по состоянию на 01.01.2016, %					
		вода, куб.м./чел.	отопление, т.у.т./кв.м.	электро, кВт.ч/кв.м.	ПУ ТЭ	УР ТЭ	ПУ ПГ	ПУ ГВС	ПУ ХВС	ПУ ЭЭ
	Татарстан	1,655	0,0255	29,6	78,4	73,8	99,0	93,0	90,4	98,2
	Средний по гр. 3	1,117	0,0323	28,3	70,6	60,8	99,9	100,0	69,7	99,6
1	Актанышский	0,992	0,0360	25,1	100,0	100,0	100,0	x	100,0	98,3
2	Дрожжановский	0,410	0,0427	33,4	16,7	x	100,0	x	100,0	100,0
3	Муслюмовский	0,656	0,0183	13,5	100,0	100,0	100,0	x	100,0	100,0
4	Черемшанский	1,545	0,0249	37,4	91,7	x	100,0	x	45,7	100,0
5	Тукаевский	0,814	0,0279	31,6	100,0	x	100,0	100,0	89,3	100,0
6	Кайбицкий	1,177	0,0311	24,8	100,0	x	100,0	x	14,3	100,0
7	Новошешминский	1,794	0,0310	25,7	100,0	100,0	100,0	x	96,2	100,0
8	Пестречинский	1,068	0,0477	27,5	100,0	100,0	100,0	x	97,6	100,0
9	Верхнеуслонский	1,038	0,0332	36,8	46,2	100,0	100,0	x	79,2	100,0
10	Атнинский	0,511	0,0379	15,8	58,3	100,0	100,0	x	33,3	100,0
11	Алькеевский	0,955	0,0303	14,2	x	x	100,0	x	6,8	100,0
11	Высокогорский	1,806	0,0386	45,9	83,3	x	100,0	x	80,0	100,0
11	Тюлячинский	1,554	0,0294	33,8	12,0	20,0	97,7	x	18,5	96,9

Отмечу эффективную работу в этой области:

по 1-ой группе: Лениногорского, Нижнекамского, Нурлатского районов и г.Казани.

по 2-ой группе: Рыбно-Слободского, Аксубаевского, Арского, Сабинского районов.

по 3-ей группе: Актанышского, Дрожжановского, Муслюмовского районов.

Таким муниципальным образованиям как Тюлячинский, Камско-Устьинский, Елабужский и другим районам, находящимся на нижних строчках рейтинга, необходимо усилить работу в этом направлении.

В разрезе республиканских министерств, имеющих наибольшую сеть подведомственных бюджетных учреждений, по удельным показателям потребления энергоресурсов и воды наилучшие результаты по итогам 2015 года получены в Министерстве культуры Республики Татарстан.

По министерству по делам молодежи и спорта Республики Татарстан и подведомственным учреждениям обеспечен 100% учет потребляемых энергетических ресурсов и воды (табл.6).

Таблица 6

Рейтинг энергоэффективности отраслевых министерств Республики Татарстан (бюджетная сфера)

Наименование министерства	кол-во учреждений	итоговый ранг	оценка	Удельное потребление энергетических ресурсов и воды								
				отопление (газ и тепло), т.у.т./кв.м.		%	вода (ГВС+ХВС), куб.м./чел.		%	электро, кВт.ч/кв.м.		%
				2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.	
				Ср. показатель				0,0288		0,0268	93,2	
Минкульт РТ	62	1	2,0	0,0234	0,0205	87,7	18,10	22,14	122,3	50,2	50,5	100,7
Минобр РТ	156	2	2,7	0,0240	0,0224	93,2	66,00	64,03	97,0	25,4	24,5	96,5
Минтруд РТ	175	3	3,0	0,0489	0,0375	76,7	42,73	40,21	94,1	46,9	45,5	97,0
Минздрав РТ	150	4	3,7	0,0295	0,0289	97,8	50,02	48,03	96,0	51,2	51,4	100,4
Минспорт РТ	20	5	3,7	0,0206	0,0200	97,4	77,16	71,70	92,9	81,6	80,3	98,5

Наименование министерства	кол-во учреждений	итоговый ранг	оценка	Оснащенность приборами учета и узлами регулирования по состоянию на 01.01.2016					
				ПУ ТЭ	УР ТЭ	ПУ ПГ	ПУ ГВС	ПУ ХВС	ПУ ЭЭ
				%	%	%	%	%	%
Ср. показатель				86,1	79,2	96,7	93,2	94,2	97,5
Минспорт РТ	20	1	1,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Минздрав РТ	150	2	2,0	92,4	86,0	98,6	96,6	97,9	100,0
Минтруд РТ	175	3	2,8	91,8	87,0	95,9	90,2	93,4	95,7
Минкульт РТ	62	4	3,5	75,8	70,2	100,0	78,9	84,2	96,4
Минобр РТ	156	5	4,3	75,2	63,7	85,1	85,4	86,7	87,9



Вкратце хочу доложить о проделанной работе по решению Правительства прошлого года.

Проведена работа по дополнению государственных программ Республики Татарстан в области здравоохранения, образования, жилищно-коммунального хозяйства, сельского хозяйства, транспорта и дорожного хозяйства, культуры, спорта и социальной сферы мероприятиями и целевыми показателями в области энергосбережения и энергоэффективности (рис.8).



Рис. 8. Программно-целевое управление комплексными региональными программами энергосбережения и повышения энергоэффективности

Совместно с Министерством экономики Республики Татарстан, комитетом Республики Татарстан по социально-экономическому мониторингу внесены изменения в региональную форму статистического наблюдения в целях совершенствования мониторинга показателей энергетической эффективности в разрезе отраслей экономики и промышленности Республики Татарстан.

Подготовлены и утверждены предложения по проведению ежегодного конкурса на лучшие достижения в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в целях поощрения предприятий и организаций Республики Татарстан и популяризации энергосбережения.

В рамках ведомственной программы Министерства образования и науки Республики Татарстан «Повышение квалификации инженерно-технических кадров на 2015-2016 годы» в 2015 году, в том числе по направлению энергосбережения всего обучено 62 слушателя, при этом 50% расходов на обучение было субсидировано за счет федеральных средств.

Подготовка квалифицированных кадров по направлению энергосбережения определяет эффективность проведения и реализации государственной политики в этой области.

В дальнейшем считаю необходимым предусматривать средства из бюджета республики в рамках ведомственной программы Министерства образования и науки Республики Татарстан для обучения специалистов бюджетной сферы по направлению энергосбережения.

В течение 2015 года совместно с министерствами и ведомствами Республики Татарстан, исполнительными комитетами муниципальных образований Республики Татарстан организована работа по регистрации и представлению энергетических деклараций учреждениями бюджетной сферы в специальный модуль государственной информационной системы в области энергосбережения (ГИС «Энергоэффективность») за 2014 год.

По состоянию на 1 марта 2016 года всего в системе зарегистрировано 6 163 учреждений республиканского и муниципального уровней, что составляет 95,3% от плана. При этом согласовано и принято 59,2% энергетических деклараций от запланированного объема.



При подведении итогов реализации республиканской программы энергосбережения учитывалась и работа в ГИС «Энергоэффективность».

Неудовлетворительные показатели работы в системе среди муниципальных районов и министерств показаны в табл. 7, 8

Таблица 7

Перечень муниципальных образований Республики Татарстан с низким уровнем ввода энергетических деклараций в модуле ГИС «Энергоэффективность»

№	Наименование	Регистрация учреждений			Энергетические декларации	
		всего	зарег-но	%	создано	% принятых Исполком
1	Алькеевский	97	89	91,8%	49	24,0%
2	Апастовский	98	83	86,5%	1	0,0%
3	Атнинский	45	45	100,0%	27	0,0%
4	Балтасинский	105	91	86,7%	32	0,0%
5	Высокогорский	116	104	89,7%	77	0,0%
6	Елабужский	131	80	61,1%	15	0,0%
7	Камско-Устьинский	73	62	84,9%	43	0,0%
8	Лаишевский	108	29	26,9%	0	0,0%
9	Мамадышский	118	97	82,2%	63	0,0%
10	Муслюмовский	79	77	97,5%	3	0,0%
11	Новошешминский	86	86	100,0%	74	0,0%
12	Пестречинский	73	63	86,3%	34	8,3%
13	Сармановский	98	98	100,0%	19	1,0%
14	Тетюшский	98	82	83,7%	19	0,0%
15	Тюлячинский	75	75	100,0%	25	9,5%
16	Ютазинский	69	57	82,6%	56	33,8%

Таблица 8.

Перечень министерств Республики Татарстан с низким уровнем ввода энергетических деклараций в модуле ГИС «Энергоэффективность»

№	Наименование	Регистрация учреждений			Энергетические декларации	
		всего	зарег-но	%	создано	% принятых ОГВ РТ
1	Мин-во труда и занятости	173	168	97,1%	168	0,0%
2	Мин-во образования	156	140	89,7%	43	11,0%
3	Мин-во по делам молодежи	23	21	91,3%	16	0,0%
4	Мин-во лесного хозяйства	63	58	92,1%	40	37,1%
5	Мин-во транспорта	2	2	100,0%	2	0,0%
6	Мин-во информ. и связи	4	4	100,0%	1	0,0%
7	Мин-во земельных отношений	4	4	100,0%	4	0,0%
8	Мин-во экономики	7	7	100,0%	5	0,0%

В соответствии с 261-ФЗ «Об энергосбережении...» бюджетные организации, потребляющие менее 50 млн.рублей/в год, взамен проведения обязательного энергетического обследования могут представлять ежегодно энергетические декларации в ГИС «Энергоэффективность». Подготовка энергодекларации не требует расходования бюджетных средств.

Ответственным министерствам, ведомствам и органам местного самоуправления Республики Татарстан необходимо завершить эту работу в кратчайшие сроки.

В целом Республика Татарстан по представлению бюджетными организациями энергетических деклараций за 2014 год отмечена в государственном докладе Минэнерго России как регион лидер.

Республиканским агентством по печати и массовым коммуникациям в течение 2015 года проведена работа по информационному освещению мероприятий по теме энергосбережения,



а также республиканского конкурса среди средств массовой информации. В республиканских, городских и районных средствах массовой информации вышло более 400 материалов, посвященных данной тематике (рис. 9).



- в 2012 году введена в промышленную эксплуатацию региональная информационная система управления энергосбережением «Энергоэффективность», обеспечивающая автоматизацию процессов централизованного сбора отчетности и ее анализ;
- в 2012 году создано 4 демоцентра на базе образовательных учреждений (пгт. Богатые Сабы, г. Нижнекамск, г. Альметьевск, г. Наб. Челны);
- в 2013 году создан демонстрационный Центр компетенций и технологий в области энергосбережения Республики Татарстан на базе Казанского энергетического университета;
- в 2011 - 2015 годы проведена республиканская кампания «Пропаганда энергоэффективности в СМИ» (теле-, радиопередачи, публикации и т.п.);
- ежегодное проведение в г. Казани международных симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» и выставки «Энергетика. Ресурсосбережение»;
- ежегодное проведение республиканских конкурсов энергосбережения (на лучшие достижения, среди СМИ, научно-технических проектов, энергоэффективное оборудование и технологии);

Рис. 9. Информационная поддержка и пропаганда энергосбережения и повышения энергоэффективности в Республике Татарстан

В прошедшем году республиканские предприятия и организации приняли участие в рамках форума «ENES-2015», организованного Минэнерго России:

- во втором Всероссийском конкурсе проектов по энергоэффективности в рамках проведения форума ENES-2015,

- в первом всероссийском конкурсе средств массовой информации, пресс-служб компаний топливно-энергетического комплекса и региональных администраций «Медиа ТЭК»

Республиканские проекты в области энергосбережения заняли призовые места в 12 номинациях конкурсов и были отмечены памятными призами.

Конкурс имеет важное значение для пропаганды энергосберегающих технологий и энергоэффективности.

Успешно ведет работу по подготовке кадров энергетического профиля Казанский государственный энергетический университет, который оснащен современными лабораториями.

В 2013 году Правительством Республики Татарстан, энергетическими компаниями на базе Энергоуниверситета был создан Центр компетенций и технологий в области энергосбережения (рис. 10).

В 2015 году на базе Центра компетенций открылся Научно-технический центр «Данфосс», также функционируют учебные классы «Шнайдер электрик», учебно-исследовательская лаборатория компании «Бош», учебно-исследовательские полигоны и другое.

Во всех 45 муниципальных образованиях Республики Татарстан приняты и реализуются муниципальные программы в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

В течение 2016 года Министерством промышленности и торговли Республики Татарстан совместно с Центром энергосберегающих технологий будет организован мониторинг исполнения муниципальных программ энергосбережения.

Важным направлением нашей работы с муниципалитетами и бюджетными организациями является расширение практики использования энергосервисных контрактов. В условиях дефицита бюджетных ресурсов это становится еще более актуальным.



Рис. 10. Центр компетенции и технологии в области энергосбережения Республики Татарстан

В республике имеется успешный опыт заключения и реализации энергосервисных контрактов в части мероприятий по модернизации систем уличного освещения (Чистопольский, Сабинский, Сармановский) (рис. 11).

Действующие энергосервисные контракты:

- **Внедрение когенерирующей энергоустановки** в ледовом дворце «Пестрецы-Арена» (Пестречинский район);
- **Модернизация систем уличного освещения** населенных пунктов (Сабинский, Сармановский Чистопольский муниципальные районы).



Абзац 3 статьи 72 Федерального закона от 31 июля 1998 года № 145-ФЗ «Бюджетный кодекс Российской Федерации»:

«Государственные или муниципальные заказчики вправе заключать государственные или муниципальные энергосервисные договоры (контракты), в которых цена определена как процент стоимости сэкономленных энергетических ресурсов, на срок, превышающий срок действия утвержденных лимитов бюджетных обязательств. Расходы на оплату таких договоров (контрактов) планируются и осуществляются в составе расходов на оплату соответствующих энергетических ресурсов (услуг на их доставку).»

Рис. 11. Энергосервис в бюджетной сфере Республики Татарстан

В Пестречинском районе в рамках энергосервисного контракта реализуется проект по внедрению на ледовом дворце когенерирующей установки. Общая стоимость энергосервисного контракта составила – 10,8 млн. рублей (в том числе за счет субсидий – 4,6 млн. рублей). Фактическая полученная экономия только за прошедший год по электрической энергии составила – 4,9 млн. рублей.

Необходимо распространять данный опыт и по другим направлениям повышения энергоэффективности бюджетной отрасли.

С этой целью нам необходимо совместно с Министерством финансов Республики Татарстан и отраслевыми министерствами и ведомствами республики обеспечить реализацию энергосберегающих мероприятий в бюджетных учреждениях через механизм энергосервис-



ного контракта и внести соответствующие изменения в регламенты планирования и расходов по оплате таких контрактов в составе расходов на оплату энергетических ресурсов. Важно, чтобы полученная экономия по оплате энергоресурсов сохранялась в распоряжении бюджетной организации в целях стимулирования заключения и реализации таких контрактов.

Федеральными законами «О теплоснабжении», «Об электроэнергетике» и Энергетической стратегией России определены и другие задачи:

- обеспечение приоритетного использования комбинированной выработки электрической и тепловой энергии;

- развитие малой энергетики в зоне децентрализованного энергоснабжения потребителей.

В Татарстане наряду с развитием «большой» энергетики рассматриваются варианты энергообеспечения потребителей за счет распределенной генерации.

Следует отметить, что необходимо рациональное соотношение централизованной и распределенной энергетики, исходя из региональной ситуации в энергообеспечении отраслей экономики, имеющихся ресурсов и особенностей развития энергосистемы, обеспечения надежности и безопасности энергоснабжения всех потребителей.

Отдельно хочу отметить пример энергообеспечения города «Иннополис», где построена автоматическая модульная котельная мощностью 27,5 Гкал/ч по производству тепловой энергии. В тоже время, к первоочередным требованиям энергетической эффективности отнесено для строящихся и реконструируемых объектов по производству тепловой энергии, мощностью более 5 Гкал/ч – обеспечение комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.

Таким образом, для выполнения требований энергетической эффективности необходима достройка котельной Иннополиса электрическими мощностями.

Нужно усилить контроль со стороны надзорных органов за соблюдением исполнения нормативно-правовых актов в части энергетики и энергоэффективности.

В настоящее время в республике реализованы ряд подобных проектов.

Проекты в области распределенной генерации, реализуемые в Татарстане:

- Альметьевские тепловые сети, электрич.мощность - 24МВт, тепл.мощность - 22,6МВт;
- Энергоцентр «Майский», газопоршневые когенерационные установки, электрич. мощность - 54МВт, тепл. мощность – 110МВт, в дальнейшем планируется увеличение электрич. мощности до 75МВт;

- ПАО «Нижекамскнефтехим», генерирующие мощности на базе ГТУ, электрич. мощность – 75МВт, тепл. мощность – 119МВт;

- «Кастамону Интегрейтед Вуд Индастри» (ОЭЗ «Алабуга»), мощность – 24,9МВт.

Значительным потребителем энергоресурсов является жилищно-коммунальная сфера.

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

Несмотря на меры, принимаемые на федеральном и республиканском уровнях по капитальному ремонту жилого фонда, износ как внутридомовых инженерных сетей, так и подводящих сетей продолжает оставаться высоким.

Одним из наиболее перспективных вопросов энергоресурсосбережения является переход на более дешевые виды топлива, в частности использование природного газа вместо традиционно используемых бензина и дизельного топлива. Природный газ, кроме экономической эффективности, обеспечивает также и более высокие экологические показатели.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 мая 2013 года № 767-р поставлена задача к 2020 году довести уровень использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автотранспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб:

- в городах с численностью более 1 миллиона человек - до 50%,

- в городах с населением более 300 тыс.человек – до 30%,

- в городах с численностью более 100 тыс.человек – до 10% общего количества единиц техники.



В целях реализации поставленной задачи в транспортной отрасли реализуется государственная программа Республики Татарстан «Развитие рынка газомоторного топлива в Республике Татарстан на 2013 – 2023 годы».

В 2013-2015 годах в рамках программы субсидирования закупок автотранспортных средств, работающих на газомоторном топливе, автотранспортными предприятиями республики закуплено 985 единиц техники.

В 2016 году предусматривается переоборудование автотранспортных средств физических лиц и индивидуальных предпринимателей в количестве 1500 единиц, и на эти цели бюджетом Республики Татарстан выделяются субсидии на сумму 75 млн.рублей (рис. 12).

- в 2013 г. закуплено **262** ед. техники, в т.ч. 130 ед. автобусов для транспортного обслуживания участников и гостей «Универсиада – 2013»;
- в 2014 г. закуплено **450** ед. техники;
- в 2015 г. закуплено **318** ед. техники.



Рис. 12. Программа государственного субсидирования газомоторной техники 2013 - 2015 годы

Вопросам энергосбережения уделяется особое внимание на федеральном уровне. Принята соответствующая федеральная программа по энергоэффективности. Республика Татарстан активно участвовала в ее реализации и за 4 года получила около 1,66 млрд. рублей федеральных средств, что составило порядка 8,1% от общего объема финансирования республиканской программы.

Основной объем субсидий был направлен на обеспечение учета и установку узлов регулирования, внедрение автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов на объектах бюджетной сферы и жилого фонда (рис. 13).



Рис. 13. Направления использования субсидий из федерального бюджета, выделенной Республике Татарстан в 2011 - 2014 годы



В связи с отсутствием финансирования, с 2015 года субсидирование лучших региональных программ энергосбережения было приостановлено.

Татарстан активно сотрудничает с другими регионами Российской Федерации по вопросам энергосбережения в рамках межрегиональных соглашений.

Сегодня в работе симпозиума и выставки принимают участие руководители и специалисты органов государственной власти и центров энергосбережения г. Санкт-Петербург, Оренбургской, Волгоградской, Калининградской, Ярославской, Кировской, Ульяновской, Омской областей, Республики Ингушетия, Мордовия, Крым, Удмуртия, Ханты-Мансийского автономного округа и других регионов Российской Федерации.

Благодарим наших коллег за проявленный интерес к проводимым в Татарстане мероприятиям.

Мы готовы к дальнейшему развитию сотрудничества в вопросах повышения энергоэффективности и энергосбережения.

Безусловно, значительный эффект дает реальное исполнение соглашений о сотрудничестве с мировыми производителями энергетического оборудования такими компаниями, как: «Дanfoss», «Шнайдер Электрик», Джeneral Электрик» «Сименс», «Йокогава», «Бош», «Мицубиси Электрик» (рис. 14).

с мировыми производителями энергетического оборудования	с регионами Российской Федерации в рамках межрегиональных соглашений
• Danfoss • Schneider Electric • Siemens • Yokogawa Electric Corporation • Bosch • General Electric • ООО «Мицубиси Электрик РУС»	• Архангельская область • Волгоградская область • г. Санкт-Петербург • Калининградская область • Кировская область • Омская область • Оренбургская область • Республика Ингушетия • Республика Крым • Республика Мордовия • Удмуртская Республика • Ульяновская область • Ханты-Мансийский автономный округ • Ярославская область Всего 48 субъектов Российской Федерации

Рис. 14. Сотрудничество в области энергосбережения

На 2016 год приоритетными направлениями реализации государственной политики в области энергосбережения в Республике Татарстан являются реализация инвестиционных программ по модернизации производственных мощностей экономики республики, развитие распределенной генерации с приоритетным использованием комбинированной выработки энергии, внедрение систем энергоменеджмента в промышленности и энергосервисных контрактов в бюджетной сфере, перевод на газомоторное топливо автотранспортной техники, информационная поддержка и пропаганда энергоэффективного образа жизни, реализация программ повышения квалификации работников бюджетной сферы, усиление контроля со стороны надзорных органов за исполнением требований энергоэффективности.

В заключение отмечу, что для обеспечения конкурентоспособности экономики республики и повышения качества жизни населения республики нам необходимо принять исчерпывающие меры для выполнения программ по энергоресурсосбережению.



**Заседание Правительства Республики Татарстан
«О ходе реализации государственной программы
«Энергосбережение и повышение энергетической эффективности
в Республике Татарстан на 2014–2020 годы»
по итогам 2015 года и задачах на 2016 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*

**ABOUT MEASURES TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY IN HOUSING AND
COMMUNAL SERVICES OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

Faizullin I.E.

*Minister of construction, architecture and housing and communal services
of the Republic of Tatarstan*

Аннотация

Основа реформирования жилищно-коммунального хозяйства заключается в комплексе мер, направленных на снижение издержек при производстве услуг. Экономической основой осуществления этого процесса является энергоресурсосбережение. В данном докладе описываются мероприятия направленные на повышение энергоресурсоэффективности жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан.

Annotation

The basis of the reform of housing and communal services is a complex of measures aimed at reducing costs in the production of services. The economic basis for the implementation of this process is energy and resource saving. This report describes the activities aimed at improving the energy and resource efficiency of housing and communal services of the Republic of Tatarstan

Модернизация, в том числе мероприятия по повышению энергоресурсоэффективности жилищно-коммунального хозяйства, начались после принятия в декабре 2004 года Закона Республики Татарстан № 65-ЗРТ, которым была принята республиканская программа реформирования жилищно-коммунального хозяйства.

После принятия Федерального закона от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» в 2009-2011 гг. оснащение многоквартирных домов Республики Татарстан общедомовыми приборами учета проводилось в рамках Республиканской адресной программы перехода на отпуск коммунальных ресурсов потребителям в соответствии с показаниями коллективных (общедомовых) приборов учета коммунальных ресурсов (утвержденной постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 18.12.2008 № 900).

Источники финансирования адресной программы определялись муниципальными образованияами, среди них средства программы капитального ремонта многоквартирных домов, лизинговые схемы производителей приборов учета и иные источники.

Общий объем финансирования Программы составил 3670,0 млн. рублей, в том числе:

- средства, выделенные на реализацию Республиканской адресной программы проведения капитального ремонта многоквартирных домов - 889,8 млн. рублей;
- средства Республиканского лизингового фонда - 2408,4 млн. рублей;
- средства из прочих источников - 371,8 млн. рублей.



Реализация мероприятий Программы позволила в 2011 году полностью оснастить многоквартирные дома республики общедомовыми приборами учета энергоресурсов.

Установка общедомовых приборов учета стала стимулом к установке индивидуальных приборов учета коммунальных ресурсов. На сегодня оснащенность многоквартирного жилого фонда индивидуальными приборами учета составляет 80%.

Параллельно в Татарстане реализуются мероприятия по внедрению узлов погодного регулирования, что позволяет снизить потребление тепловой энергии в жилом доме от 25 до 45%.

На сегодня 45% многоквартирных домов с центральным отоплением оснащены узлами погодного регулирования и индивидуальными тепловыми пунктами.

При реализации данных мероприятий используются бюджетные средства, средства фонда капитального ремонта, а также внебюджетные средства.

Большой объем работ по повышению энергоресурсоэффективности многоквартирных домов выполняется в рамках программы капитального ремонта.

За период 2008 – 2015 годы был выполнен капитальный ремонт 12 881 дома. Общий объем финансирования данных работ за этот период составил 43,66 млрд. рублей.

В 2016 году планируется произвести ремонт в 830 домах, на сумму 4725,2 млн. руб.

При формировании ежегодных планов капитального ремонта 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, утепление крыш, замена изношенных сетей и т. д. При выполнении работ используются современные материалы с высокими эксплуатационными качествами и длительным сроком службы.

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

Программа перехода на поквартирные системы отопления и установки блочных котельных в городах и районах республики позволила ликвидировать экономически не выгодные котельные, снизить потери на тепловых сетях, улучшить комфортность проживания населения с предоставлением новой услуги – горячее водоснабжение для сельской местности.

Реализация данной программы осуществляется за счет средств республиканского бюджета, которые направляются на строительство кольцующих, подводящих и фасадных газопроводов, монтаж приточной и вытяжной вентиляции, монтаж систем заземления.

Финансирование внутриквартирных систем газоснабжения, теплоснабжения, установки котла и вспомогательных приборов осуществляется по лизинговой схеме. По завершении выплат лизинговой части (в течении 7 лет) все оборудование переходит в собственность жителей квартиры.

За период с 2005 по 2015 год переведено на индивидуальные системы отопления более 45 тыс. квартир, построено 131 блочно-модульная котельная.

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

В 2016 году планируется перевести на индивидуальное отопление 1700 квартир на общую сумму 162,2 млн.руб.

Программа по замене котлов в котельных социально-культурной сферы позволила заменить высокотратные котлы, повысить качество теплоснабжения в помещениях бюджетной сферы, снизить затраты на выработку тепловой энергии и объем потребления природного газа на 15-20%.

С 2014 по 2015 год за счет республиканского бюджета произведена замена 553 котлов в 302 котельных. В 2016 году планируется заменить 150 котлов в 91 объекте (сумма 69,9 млн.руб.)

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



За период с 2014 по 2015 год заменено 24 903 светильника на светодиодные, 1 408 щитов учета электроэнергии, проведен монтаж более 600 км линий электропередач.

Данные мероприятия позволили сэкономить 48 млн. руб. в год на оплате электроэнергии для уличного освещения сельских населенных пунктов.

В 2016 году объем финансирования программы не изменится. Планируется установить 12552 светильника, 492 щитов управления, 475 км линий электропередач.

Программа улучшения водоснабжения и водоотведения для населения.

За период 2010-2015 г.г. на объектах водоснабжения было освоено республиканских и федеральных средств в размере 4054 млн.руб. (в т.ч. федеральные субсидии 441,64 млн.руб.). Построено (реконструировано) 1 тыс. 663,21 км сетей, установлено 188 водонапорных башен, пробурено 194 артезианских скважины.

В 2016 году планируется строительство 268,2 км водопроводной сети, 45 водонапорных башен и 43 артезианских скважин, на сумму 650 млн. руб.

Помимо целевых программ, направленных на повышение энергоресурсоэффективности в жилищно-коммунальном хозяйстве, у нас большое внимание уделяется вопросам энергосбережения и в сфере строительства. При проектировании всех вновь создаваемых объектов социально-культурной сферы, жилищного фонда закладываются технологии и материалы, направленные на сбережение ресурсов.

Ежегодно Министерством строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан готовится рейтинг муниципальных образований на основе достигнутых значений в области энергоэффективности по итогам 2015 года в многоквартирном жилищном фонде.

Методика основана на оценке муниципальных образований по удельному потреблению энергоресурсов и воды, а также использованию приборов учета ресурсов для расчетов в многоквартирных домах по трем группам:

1 группа – города;

2 группа – муниципальные районы, имеющие городские и сельские поселения (смешанные населенные пункты);

3 группа – муниципальные районы, имеющие сельские поселения (сельские населенные пункты).

В целом по республике в 2015 году в сравнении с 2014 годом изменение удельного потребления ресурсов снизилось

- по тепловой энергии на 4,5%;
- по горячему водоснабжению на 1,1%;
- в части холодного водоснабжения на 1,6%;
- в части электрической энергии на 0,6% (табл.1).

Таблица 1

Удельное потребление энергетических ресурсов и воды в многоквартирном жилищном фонде

Наименование показателя	Единица измерения	2014	2015	Снижение
Удельный расход тепловой энергии	Гкал/кв.м	0,21	0,2	4,70%
Удельный расход холодной воды	куб.м/чел	36,5	35,9	1,60%
Удельный расход горячей воды	куб.м/чел	18,1	17,9	1,20%
Удельный расход электрической энергии	кВт*час/кв.м	34	33,8	0,50%

Доля общедомовых приборов, используемых для учета потребления ресурсов в многоквартирных домах:

- тепловой энергии - 88%,
- горячей воды - 71%,
- холодной воды - 80%,
- электроснабжения - 95%.



Доля объема потребления энергоресурсов жилищно-коммунальным хозяйством в общей энергосистеме составляет не более 10%. Однако выполнение энергосберегающих мероприятия в отрасли имеет огромный социальный эффект.

Сегодня мы обеспечили учет ресурсов и следующим шагом должно стать завершение установки узлов погодного регулирования тепловой энергии в жилищном фонде. Эти мероприятия носят социальный характер и направлены на экономию средств каждого жителя.

Основным источником потребления энергии в ЖКХ являются водозаборы, канализационно-насосные станции, котельные. Одна из наших основных задач - это обеспечение контроля за режимами работы энергооборудования на этих объектах, а также снижение потерь передаваемых ресурсов в сетях.

А главная 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 2015 года и задачах на 2016 год»**

**О РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ
УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2015 ГОДУ И ПЛАНАХ НА 2016 ГОД**

Носков С.Л.,

*Министр строительства, жилищно-коммунального комплекса и транспорта
Ульяновской области*

Шепелев С.В.,

ОГБУ «Центр энергосбережения Ульяновской области», г. Ульяновск

**ABOUT ESCO CONTRACTS IN THE TERRITORY OF THE ULYANOVSK REGION
IN 2015 AND PLANS FOR 2016**

Nockov S. L.

Minister of construction, housing and public complex and transport of the Ulyanovsk region

Shepelev S. V.

OGBU «Energy saving Centre of the Ulyanovsk region», Ulyanovsk

Аннотация

Реализация энергосберегающих мероприятий путем заключения энергосервисных контрактов бюджетными учреждениями Ульяновской области позволит повысить качество коммунальных услуг, а также снизить финансовую нагрузку по оплате коммунальных услуг на бюджет региона, что в свою очередь позволит направить сэкономленные финансовые средства на реализацию социальных проектов на территории Ульяновской области и повышение политической стабильности в регионе.

Annotation

Implementation of energy saving measures, through energy service contracts by budgetary institutions of the Ulyanovsk region will improve the quality of public services and reduce the financial burden on utilities in the budget of the region, which in turn will allow us to use the saved financial funds for the implementation of social projects on the territory of the Ulyanovsk region and increasing political stability in the region.

Реализация энергосберегающих мероприятий путем заключения энергосервисных контрактов бюджетными учреждениями Ульяновской области позволит повысить качество коммунальных услуг, а также снизить финансовую нагрузку по оплате коммунальных услуг на бюджет региона, что в свою очередь позволит направить сэкономленные финансовые средства на реализацию социальных проектов на территории Ульяновской области и повышение политической стабильности в регионе.

Для успешной реализации энергосервисных контрактов (далее ЭСК) на территории Ульяновской области совместно с Министерством финансов Ульяновской области и Министерством экономического развития Ульяновской области выполнено несколько ключевых задач:

- проработан вопрос о возможности заключения ЭСК на долгосрочный период (свыше трехлетнего срока бюджетного планирования) и сохранения лимитов потребления ТЭР на уровне года заключения энергосервисного контракта (для учреждений участвующих в энергосервисной деятельности) на весь срок действия ЭСК как в натуральном выражении, так и в финансовом;

- разработано и направлено во все Министерства и Муниципальные образования Ульяновской области типовое техническое задание для размещения заявки на государственную закупку услуг по энергосервисной деятельности (в целях упрощения подготовки ТЭЗ);



- создана постоянно действующая эффективная рабочая группа;
- в целях повышения ответственности заказчиков перед исполнителями по ЭСК и стимулирования энергосервисной деятельности на территории Ульяновской области было принято Распоряжение Правительства Ульяновской области от 07.09.2015 №510-пр «О некоторых мерах по развитию энергосервисной деятельности на территории Ульяновской области».

- заключено два, в своем роде уникальных, трехсторонних соглашения о взаимном сотрудничестве с крупнейшими поставщиками коммунальных услуг ОАО «Ульяновскэнерго» и ОАО «Волжская ТГК», в рамках которых эксперты этих организаций на безвозмездной основе выполняют обследование государственных и муниципальных учреждений с целью выявления потенциала реализации энергосберегающих мероприятий и расчета финансово – экономической модели окупаемости проекта.

Всего по состоянию на 05.04.2016 года на территории Ульяновской области заключено 133 ЭСК на общую сумму 1102509 тыс. руб. Экономия за срок действия контрактов составит 233450 тыс. руб. Ежегодная экономия составляет 50923 тыс. руб.

В том числе:

- по установке системы погодного регулирования заключено 118 ЭСК на общую сумму 897774 тыс. руб. Экономия за срок действия контрактов составит 131374 тыс. руб. Ежегодная экономия составляет 26292 тыс. руб.

- по модернизации системы уличного освещения заключено 6 ЭСК на общую сумму 176395 тыс. руб. Экономия за срок действия контрактов составит 90763 тыс. руб. Ежегодная экономия составляет 22214 тыс. руб.

- по переводу котельных на другой вид топлива (в т. ч. местные возобновляемые виды топлива) заключено 9 ЭСК на общую сумму 28340 тыс. руб. Экономия за срок действия контрактов составит 11312 тыс. руб. Ежегодная экономия составляет 2416 тыс. руб.

Следует отметить тот факт, что одним из ключевых моментов, позволившим выполнить и перевыполнить поставленную задачу, является проведение совместных торгов крупными лотами (51 и 14 учреждений МО «город Ульяновск» и 37 учреждений МО «город Димитровград»).

Подготовка конкурсной документации на проведение совместных торгов выполнялась под постоянным контролем ОГБУ «Центр энергосбережения Ульяновской области» и Департамента государственных закупок Министерства экономического развития Ульяновской области и о качестве подготовки документации свидетельствует тот факт, что при рассмотрении дел по конкурсам по МО «город Ульяновск» (июль 2015) и МО «город Димитровград» (декабрь 2015) в Управлении Федеральной антимонопольной службы по Ульяновской области жалобы были признаны необоснованными.

По итогам 2015 года ЭСК проведенный в МО «город Ульяновск» занял третье место во Втором Всероссийском конкурсе реализованных проектов в области энергосбережения, повышения энергоэффективности и развития энергетики ENES – 2015 в номинации Эффективная модель привлечения внебюджетных средств в коммунальном хозяйстве.

В соответствии с поручениями Губернатора – Председателя Правительства Ульяновской области С.И. Морозова № 605 – пч от 01.10.2015 в планах на 2016 год заключение не менее 100 ЭСК бюджетными учреждениями Ульяновской области.

На 2016 год в МО «город Ульяновск» планируется к заключению не менее 35 ЭСК, в МО «город Димитровград» не менее 15 ЭСК, по остальным МО Ульяновской области не менее двух ЭСК в каждом МО, в Министерстве здравоохранения Ульяновской области не менее 4 ЭСК, в Министерстве образования и науки Ульяновской области не менее двух ЭСК.

В стадии завершения разработка программ энергосбережения и повышения энергоэффективности каждым государственным и муниципальным учреждением и согласование их с ОГБУ «Центр энергосбережения Ульяновской области».

В результате глубокого анализа согласованных программ формируется комплексный реестр государственных и муниципальных учреждений с разбивкой по планируемым энергосберегающим мероприятиям, что позволит в дальнейшем проводить объединенные конкурсы по аналогичным энергосберегающим мероприятиям в каждом муниципальном образовании и исполнительном органе государственной власти.



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.,

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

Аннотация

Агропромышленный комплекс Республики Татарстан (АПК РТ) является одним из крупных потребителей энергоресурсов.

Техническая и технологическая модернизация АПК РТ, нацеленная на энергоресурсосбережение, позволила сократить с 2000 года потребление электроэнергии на 500 млн кВт/ч, дизельного топлива на 200 тыс. тонн, снизить расход топлива на 1 га пашни до 51 кг. В текущих ценах годовая экономия составляет около 8,5 млрд руб.

Энергоемкость сельхозпродукции с 2000 года снизилась в 9 раз и составила 4,9 кг.у.т. на 1000 руб. валовой продукции, на текущий момент затраты энергоресурсов на 1 руб. денежной выручки составляют 9 коп.

Несмотря на череду неблагоприятных для сельского хозяйства годов, удалось нарастить производство валовой продукции до 213,7 млрд руб. и занять первое место в Приволжском ФО и 4 место по РФ.

В 2015 году собрано: зерновых культур – 3,4 млн тонн, сахарной свеклы – 2,1 млн тонн, картофеля – 1,7 млн тонн, овощей – 385 тыс. тонн.

Произведено молока в 2015 году 1,8 млн тонн (1 место в РФ), скота и птицы (в живом весе) 488 тыс. тонн (4 место в РФ).

Потребность населения в сельхозпродукции в РТ обеспечено полностью. На перспективу поставлена задача - увеличить производство валовой продукции не менее 5% в год.

На долгосрочный период принята Республиканская Программа «Энергосбережение и повышение энергоресурсоэффективности в АПК РТ на 2011-2015 годы и на перспективу до 2020 года».

Annotation

Agro-industrial complex of the Republic of Tatarstan is one of largest energy consumers.

Technical and technological modernization of agriculture of the Republic of Tatarstan aimed at energy and resource saving, has reduced since 2000, the consumption of electricity by 500 million kW/h, diesel fuel for 200 thousand tons., to reduce fuel consumption per 1 ha of arable land up to 51 kg. At current prices, the annual savings is about 8.5 billion rubles.

The power-consuming of agricultural products since 2000, decreased in 9 times and amounted to 4,9 kg of conditional fuel per 1000 rubles of gross output, at the moment energy costs for 1 ruble cash revenue is 9 kopecks.

Despite a series of unfavourable for agriculture years, it has been possible to increase gross production to 213,7 billion rubles and to take first place in the Volga Federal district and 4 place in the Russian Federation.

In 2015 harvested: cereals - 3.4 million tons, sugar beet - 2.1 million tons, potatoes - 1,7 million tons, vegetables - 385 thousand tons.

Milk produced in 2015 to 1.8 million tons. (1st place in the Russian Federation), livestock and poultry (in live weight) 488 thousand tons. (4th place in the Russian Federation).

The demand for agricultural products in the Republic of Tatarstan is fully provided. For the future the task is to increase the gross production of at least 5% per year.

Long-term program adopted by the Republican «Energy saving and improving energy and resource efficiency in the agricultural sector of the Republic of Tatarstan for 2011-2015 and until 2020».



Внедрение энергоресурсосберегающих технологий в АПК

Система энергонасыщенных широкозахватных многофункциональных машин, внедряемых в АПК РТ, позволили довести посев до 1171 тыс. га по энергосберегающим технологиям, увеличить производительность труда в 3 раза. В результате 2 механизатора на одном агрегате засевают до 5-6 тыс.га и проводят основную обработку почвы на площади 2-3 тыс.га., а раньше этот показатель был в 10 раз меньше с затратой топлива 120 кг/га. Сейчас в среднем расход 51 кг/га, а где внедрены энергосберегающие технологии в растениеводстве 25-30 кг/га.

Энергообеспеченность в АПК РТ составляет 154 л.с., что в 3-4 раза меньше стран Европы (304 л.с.) и США (603 л.с.). С 2014 г. реализуется Программа технической и технологической модернизации, с ежегодной бюджетной поддержкой 2 млрд. руб. Поставлена задача к 2020 году повысить уровень оснащенности до 200 л.с. на 100 га посевов.

Приоритет Программы - внедрение в сельскохозяйственное производство энергосберегающих технологий на основе энергонасыщенных тракторов, многофункциональных широкозахватных почвообрабатывающих и посевных агрегатов, позволяющих повысить производительность труда в 2-3раза.

В животноводстве энергоресурсосбережение возможно с внедрением прогрессивных технологий на основе современного оборудования, улучшение условий содержания животных и повышения качества продукции.

Сейчас в республике эксплуатируются свыше 970 линейных доильных установок с молокопроводом, 95 доильных залов, 17 роботов-дояров, более 1300 танков охладителей молока закрытого типа и около 560 мобильных смесителей-кормораздатчиков.

Уход от традиционных технологий и внедрение современного оборудования позволило значительно уменьшить трудоемкость работ, сэкономить до 20 % кормов. В настоящее время 74% поголовья коров доить на современном оборудовании, 85% молока охлаждать в высокотехнологичных танках-охладителях закрытого типа и сдавать высшим и первым сортом, 69 % КРС получать сбалансированные корма через мобильные смесители-кормораздатчики и получить общий экономический эффект до 3,7 млрд. руб.

В перспективе также увеличение роботизированных ферм на основе роботов-дояров, роботизированных доильных залов.

В растениеводстве система сберегающего земледелия нацелена на повышение эффективности производства при снижении затрат применяя ресурсосберегающие технологии и элементы точного земледелия: экономии удобрений, топлива, качества и сроков работы.

Использование биопрепаратов, нейтрализация уровня кислотности почвы повышают эффективность внесения удобрений 20...40% и позволяют уменьшить объем вносимых минеральных удобрений и средств защиты растений. Применение биоудобрений, биопестицидов, микроудобрений, стимуляторов роста дают значительную прибавку и снижают себестоимость продукции.

Оптимизация структуры посевных площадей, организация полнокультурных севооборотов также позволяют экономить удобрения, улучшить структуру почвы без механических обработок и улучшить фитосанитарное состояние почвы.

Использование элитных семян высоких репродукций, доля которых в 2015 году составил 25%, без каких либо затрат дают прибавки до 5-10 ц/га.

Решение задач ресурсосбережения в сельском хозяйстве решается комплексно, исходя из финансового состояния хозяйств, направления производства и многих других факторов. Суммарно это всегда дает значительный положительный эффект, как показывает опыт многих передовых хозяйств республики.

Необходимо отметить, что применение инноваций оказывает определяющее воздействие на развитие экономики сельского хозяйства, позволяет более рационально использовать трудовые ресурсы, добиваться выпуска продукции высокого качества с меньшими затратами энергоресурсов.



**КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ,
ПЕРЕДАЧЕ И ПОТРЕБЛЕНИИ
ЭНЕРГОРЕСУРСОВ»**



**СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИТ И СВЯЗИ
ОАО «ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ» НА ПЕРИОД 2016-2020 гг.**

Емеев А.В.,

ОАО «Генерирующая компания», г. Казань

**IT AND COMMUNICATION DEVELOPMENT STRATEGY
IN JSC GENERATION COMPANY FOR THE PERIOD OF 2016-2020**

Emekeeve A.V.,

JSC Generation Company, Kazan

Аннотация

В настоящее время трудно представить эффективное предприятие, не использующее современные информационные технологии и связь. Предприятия энергетики Республики Татарстан находятся на передовых позициях в этой сфере и это позволяет рационально использовать имеющиеся ресурсы.

Одной из важнейших задач ИТ-направления является обеспечения потребностей основного бизнеса компании современными решениями в области ИТ и связи, которые должны обеспечивать надежность и бесперебойность работы сервисов ИТ, оперативность обработки информации, достоверность информации, ее безопасность и наличие мобильных решений. В конечном итоге решения ИТ и связи должны обеспечивать снижение издержек основного бизнеса компании. В данном контексте ИТ-стратегия выступает комплексным планом внедрения и модернизации решений ИТ и связи.

Подготовка ИТ-стратегии ОАО «Генерирующая компания» велась по 5 крупным направлениям, разбитым в свою очередь на 19 детализированных разделов. Это: «Инфраструктура ИТ и связи», «Общие сервисы ИТ», «Прикладные бизнес-задачи», «Персонал» и «Защита информации».

По всем указанным направлениям было описано текущее состояние и выработаны мероприятия по развитию. Сформирована единая «Дорожная карта» реализации ИТ-стратегии с предварительной оценкой затрат.

В конечном итоге реализация ИТ-стратегии позволит основному бизнесу компании достичь принципиально нового уровня развития, характеризующегося наличием современных средств автоматизации, высоким уровнем информационной безопасности, гибкостью ИТ-сервисов, правильным распределением функций между ИТ-подразделениями.

Annotation

It is difficult to believe that exists some effective enterprise, in which informational technologies and communication are not used. Power companies of the Republic of Tatarstan are of the best practice in this area, so that it allows the most efficient use of available resources.

Crucial task of IT is to meet the needs of the company's business in up-to-date solutions in the area of IT and communications, which should provide reliable and uninterrupted operation of IT services, operativeness of data processing, authenticity of information, it's security and existence of resilient decisions. Finally, IT and communication solutions are to provide improvement of cost for Company's core business. In this case, IT strategy acts as a complete plan of implementation and modernization of IT and communication solutions.

IT-strategy for JSC Generation Company develops on five large directions, which are divided into 19 detailed sections: «IT and communication infrastructure», «General IT services», «Applied business targets», «Staff», «Information security».

There is described the present state of all the mentioned directions. According to it there are formulated activities on their development. There is created a work flow chart of realization of IT-strategy (considering estimate of expenses).



Finally, realization of IT-strategy will allow the core business of the Company achieving conceptually new level of development, marked by availability of up-to-date automated facilities, high level of information security, flexibility of IT services, and correct allocation of functions between IT teams.

Введение

Современное эффективное предприятие немислимо без современных средств ИТ и связи. Наличие или отсутствие таких средств обуславливает успешность компании на рынке. В том числе ИТ оказывают существенное влияние на показатели энергоэффективности компании, на рациональное использование ресурсов.

Мероприятия по развитию ИТ и связи в ОАО «Генерирующая компания» координируются «Стратегией развития ИТ и связи на период 2016-2020 гг.» (ИТ-стратегией). Под ИТ-стратегией понимается стратегия развития ИТ и связи компании, включая вопросы АСУТП и информационной безопасности.

ИТ-стратегия ОАО «Генерирующая компания» на 2016-2020 годы разрабатывалась с декабря 2014 года командой специалистов различных направлений.

Требования руководства компании к ИТ и связи:

- 1) Надежность и бесперебойность – сервисы ИТ и связи должны предоставляться без сбоев с надлежащим качеством.
- 2) Оперативность – в этот тезис вкладывается скорость обращения информации, ее обработки и предоставления пользователю – она должна доходить до пользователя своевременно.
- 3) Достоверность – информация должна соответствовать реальному положению дел и быть подтверждена из различных источников.
- 4) Безопасность – одно из ключевых требований ИТ и связи, нарушение безопасности (в данном случае информационной) влечет за собой тяжелые последствия для компании – в финансовом и имиджевом плане, на конкурентном поле.
- 5) Мобильность – обеспечение доступа к информации вне рабочего места, в современном мире значимость данного требования непрерывно растет.
- 6) Анализ данных – обычно первичные необработанные данные не представляют собой сколько-нибудь ценную информацию. Важность информация приобретает после ее сбора из различных источников, обработки и анализа.
- 7) Снижение издержек – данный тезис касается не столько издержек непосредственно на ИТ и связь, сколько издержек основного бизнеса компании в целом.

Термины и определения

ИТ – информационные технологии.

ВТ и ОТ – вычислительная и оргтехника.

ПО – программное обеспечение.

ИС – информационная система.

ПК – программный комплекс.

ПТК – программно-технический комплекс.

ИСУ – информационная система управления.

ИСУ ТОиР – ИСУ технического обслуживания и ремонта оборудования.

СЭД – система электронного документооборота.

ОИК – оперативный информационный комплекс.

АСУТП – автоматизированные системы управления технологическими процессами.

АСКУ – автоматизированная система коммерческого учета (общее название) – может быть АСКУ электрической энергии, тепловой энергии, газа и т.д.

АИИС КУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электрической энергии.

ЛВС – локальная вычислительная сеть.



КСПД – корпоративная сеть передачи данных.
ВКС – видеоконференцсвязь.
ЦОД – центр обработки данных (серверное помещение).
БД – база данных.
ЗИП – запасные части, инструменты, принадлежности.

Текущий уровень развития ИТ и связи в ОАО «Генерирующая компания»

Развитие ИТ и связи в компании находится на текущий момент на среднем уровне, но намечаются проблемные моменты, для преодоления которых необходимы дополнительные усилия. Основные характеристики уровня развития ИТ и связи ОАО «Генерирующая компания»:

1) Существенная доля морально устаревшего оборудования и ПО (порядка 40%). Оборудование ИТ и связи, а особенно ПО, имеют относительно небольшой жизненный цикл ввиду быстрого развития технологий в отрасли. Поэтому даже исправное оборудование и функционирующее ПО через 5-10 лет перестают отвечать предъявляемым к ним требованиям – появляются претензии в виде медленной обработки информации, несовместимости ПО и оборудования, отсутствия запасных частей, отсутствия технической поддержки производителя и т.д.

2) Устаревшее оборудование АИИС КУЭ оптового рынка. Данная категория оборудования выделена в отдельный пункт (хотя для него применимы основания предыдущего пункта) – на текущий момент сама схема построения АИИС КУЭ устарела и не является оптимальной. Используется 3-уровневый принцип организации сбора данных, где один уровень может быть исключен.

3) Неполное соблюдение требований информационной безопасности. Все большее внимание уделяется на государственном уровне и в нашей компании неукоснительному соблюдению требований информационной безопасности. В частности – безопасности систем АСУТП – по причине увеличения рисков внешнего негативного воздействия. Ввиду некоторой обособленности систем АСУТП от прочего ИТ доступ к ним был долгое время ограничен и требования безопасности не стояли остро. Однако, в связи с расширением информационных потоков между системами АСУТП и другими ИС, в связи с появлением требований гос.органов – значимость проблемы возросла.

4) Основные информационные системы компании (ИСУ «Парус», СЭД «Дело», ОИК) построены по децентрализованной модели. То есть вся структура системы полностью дублируется по Управлению и филиалам (сервера, ПО, обслуживающий персонал). В этом случае происходит и дублирование затрат на эксплуатацию ИС.

5) Обслуживание серверного оборудования и оборудования ЛВС также осуществляется децентрализованно – на местах специалистами филиалов. Такой подход требует дорогостоящего содержания (дорогостоящее обучение, высокая оплата труда) высококвалифицированных специалистов на каждом филиале.

Цели формирования ИТ-стратегии ОАО «Генерирующая компания»

Ниже сформулированы прикладные цели ИТ-стратегии компании:

1) Своевременная подготовка ИТ и связи под задачи бизнеса. Основная мысль – ИТ должны работать на бизнес, а не бизнес на ИТ. В стратегии предусмотрены мероприятия, предвосхищающие потребности основного бизнеса компании. Когда данные потребности назреют – ИТ и связь должны быть готовы – иметь инфраструктуру, развернутые информационные системы, обученных специалистов и т.д.

2) Внедрение современных технологий. Достижение этой цели является необходимым условием для выполнения перечисленных выше требований руководства к ИТ и связи.

3) Координация развития ИТ и связи. Стратегия должна связать, синхронизировать развитие различных направлений ИТ. Развитие всех сфер ИТ и связи должно идти без перекосов.

4) Решение существующих проблем в ИТ. Очевидно, что текущий уровень развития ИТ и связи далек от идеального. Имеется ряд проблем, затягивание решения которых будет иметь



негативные последствия. Такие проблемные моменты рассмотрены в стратегии.

5) Обоснованная оценка затрат на ИТ. Оценка необходимости и продуманный план реализации ИТ-проекта позволят избежать избыточных затрат.

6) Возможность долгосрочного планирования ИТ-бюджета. Реализация стратегии рассчитана на 5 лет, в течение которых ИТ и связь должны быть трансформированы в качественно новое состояние. Обоснование каждого шага такой длительной «трансформации» - одна из задач разработки ИТ-стратегии.

Мероприятия по формированию ИТ-стратегии ОАО «Генерирующая компания»

В целом структуру ИТ и связи компании можно представить в виде упрощенной схемы (см.рис.1).



Рис.1. Структура ИТ и связи компании

В основе лежит пласт «Инфраструктура ИТ и связи», включающий в себя фундаментальные сервисы, не соприкасающиеся, впрочем, с конечным пользователем. Это вычислительные сети, серверные системы, каналы связи, телефонные станции, процессы контроля и учета ИТ и т.д. В этот раздел включено 5 направлений стратегии:

1) Телефонная и диспетчерско-технологическая связь – рассматриваются вопросы развития офисной, диспетчерской телефонной связи, каналов передачи информации.

2) Корпоративная сеть передачи данных (КСПД) и локальные вычислительные сети (ЛВС) – вопросы эксплуатации и модернизации компьютерных сетей в масштабе как филиала, так и компании в целом. Централизация обслуживания ЛВС филиалов.

3) Центры обработки данных (ЦОД) – вопросы эксплуатации и развития серверных систем, в том числе централизация отдельных систем. Централизация обслуживания систем филиалов.

4) Управление ИТ-инфраструктурой (оборудование и ПО) – учет и управление средствами ВТ, ОТ и ПО (ИТ-инфраструктура); управление ИТ-сервисами.

5) Мобильные устройства – использование в работе мобильных устройств – как принадлежащих организации, так и лично пользователю.

Средний раздел – «Общие сервисы» - включает в себя сервисы общего назначения, используемые конечным пользователем для решения различных задач. Это электронная почта, портал, конференц-связь и т.д. Всего в ИТ-стратегии выделено 4 направления данного раздела:

1) Развитие рабочих мест пользователей – рассматриваются вопросы оснащения пользователей оборудованием ВТ и ОТ, в том числе вопросы виртуализации рабочих мест.



2) Совместная работа на базе внутреннего портала компании – вопросы использования порталных решений для автоматизации бизнес-процессов.

3) Электронная почта – использование возможностей системы электронной почты – кроме непосредственно электронных писем это календарь (личный и подразделения).

4) Коммуникационная система – вопросы развития всех видов коммуникаций между пользователями – в том числе аудио и видеообмен.

Верхняя часть ИТ-пирамиды – прикладные бизнес-задачи. Здесь все то, с чем ежедневно работают пользователи в процессе выполнения возложенных на них узкоспециализированных задач – ОИК, теплосбыллинг, ИСУ ТООиР, ИСУ «Парус», СЭД «Дело», и другое. Всего выделено 8 задач:

1) Системы АСУТП, АСКУ и мониторинга оборудования – вопросы развития систем коммерческого учета, ОИК, телемеханики, а также развития верхнего уровня систем АСУТП.

2) Автоматизация финансово-хозяйственной деятельности – прежде всего вопросы развития ERP-системы компании – прежде всего переход на объединенную БД.

3) Электронный документооборот – развитие системы внутреннего электронного документооборота компании, обмена электронными документами с другими организациями, интеграция с информационными системами различного назначения.

4) Автоматизация теплосбытовой деятельности – вопросы развития взаимоотношений с потребителями тепловой энергии, развитие электронного документооборота с потребителями.

5) Автоматизация процессов технического обслуживания и ремонта (ТООиР) оборудования – развитие ИСУ ТООиР.

6) Автоматизация управления инвестиционными проектами – вопросы автоматизации контроля инвестиционных проектов.

7) Автоматизация закупочной деятельности – вопросы закупочной деятельности – формирование и управление бюджетом закупок, формирование закупочной документации.

8) Автоматизация деятельности на ОРЭМ, автоматизация расчетов ТЭП – вопросы работы компании на ОРЭМ и связанные с ними бизнес-процессы, а также вопросы автоматизации расчета ТЭП и сбора исходной информации.

Отдельно выделены разделы «Персонал» (имеется ввиду и ИТ-персонал, и пользователи ИТ-сервисов) и «Защита информации», как имеющие отношение ко всем остальным разделам ИТ.

В рамках представленной ИТ-стратегии было описано суммарно 19 разделов в соответствии с представленной структурой. Была собрана и проанализирована информация о текущем состоянии дел на филиалах (в части ИТ и связи), было проведено обсуждение каждого из разделов ИТ-стратегии со специалистами ИТ, связи и АСУТП филиалов, специалистами соответствующих функциональных подразделений. Обсуждения проводились обменом по эл.почте, очно на совещаниях и совещаниях в формате ВКС.

Описание каждого из разделов ИТ-стратегии начинается изложением текущего состояния дел в компании в данной предметной области, акцент делается на имеющихся проблемах. Далее описывается целевое состояние, при котором будут решены обозначенные проблемы и получен более высокий качественный уровень сервиса. И наконец, приводится перечень мероприятий, выполнение которых позволит достичь целевого уровня развития по данному разделу стратегии.

Мероприятия для каждого раздела ИТ-стратегии разработаны индивидуально, ниже представлены некоторые крупные блоки мероприятий:

1) Прежде всего это организационные мероприятия. Развитие ИТ и связи в рамках стратегии должно подчиняться общим правилам, правила эти должны дополнять друг друга, но не противоречить. Должны быть утверждены стандартные решения в области ИТ и связи – ими предполагается дополнить «Техническую политику» Генерирующей компании.

2) Еще одно важное направление развития в рамках стратегии – модернизация оборудования и программного обеспечения. Затронута проблема модернизации устаревающего



оборудования различного назначения, реализация типовых схем организации работы данного оборудования. Типовые схемы будут также стандартизованы в рамках «Технической политики».

3) Частичная централизация функций ИТ и связи компании назрела давно. Препятствующим фактором ранее выступала высокая стоимость каналов связи. С появлением доступных каналов идея централизации получила второе дыхание, и прежде всего по следующим причинам:

- оптимизация затрат на оборудование, ПО и обслуживание (они будут необходимы только в центре);

- оптимизация затрат на квалифицированный персонал; 515

- единый подход к развитию систем ИТ и связи; 15151

- повышение доступности информации и прозрачности ее движения. 1515

Под централизацией функций подразумевается два направления – внедрение централизованных ИС и централизованное обслуживание оборудования. Сегодня уже имеется ряд ИС, построенных по централизованной модели, - это ИСУ ТОиР, ПК АСОППР, План-дизайнер.

4) Направление защиты информации. Требования защиты информации в том или ином виде присутствуют в каждом разделе ИТ-стратегии. В целом мероприятия по защите информации вполне согласуются с остальными разделами ИТ-стратегии – это регламентация и стандартизация, модернизация оборудования и ПО, контроль.

Работа над стратегией развития ИТ и связи ОАО «Генерирующая компания» включала в себя проведение укрупненной оценки стоимости реализации предложенных мероприятий и выполнение привязки к календарю.

Перед началом реализации каждого из проектов ИТ-стратегии будет произведен анализ требуемых для реализации этого проекта трудовых затрат и капиталовложений, будет рассчитана экономическая эффективность проекта, будет повторно проанализирована необходимость реализации проекта.

Итоговое состояние ИТ и связи при реализации ИТ-стратегии ОАО «Генерирующая компания»

Результатом реализации мероприятий стратегии развития ИТ и связи компании будет состояние, которое характеризуется:

- 1) Современными средствами автоматизации – как в части оборудования, так и в части ПО. Будет достигнута типизация решений в отношении большинства направлений ИТ и связи – сервера, сети связи, ПО, АСУТП и т.д.

- 2) Будет достигнут и будет поддерживаться требуемый уровень информационной безопасности как в части АСУТП, так и в части остального оборудования и ПО. Все требования безопасности будут формализованы.

- 3) Будет достигнута гибкость и управляемость всех сервисов – за счет типизации оборудования, ПО, качественного обслуживания.

- 4) Будет достигнут оптимальный баланс распределения оборудования и обслуживающего персонала, а также ответственности, между центром и филиалами. Централизация оборудования, информационных систем и централизованное обслуживание позволят одновременно оптимизировать издержки и улучшить качество.

Этапы и сроки реализации ИТ-стратегии ОАО «Генерирующая компания»

Выработан общий календарный план развития ИТ и связи – «Дорожная карта», которая включает в себя планируемые затраты, краткое описание проблем и их решение.

Предполагается актуализировать ИТ-стратегию ОАО «Генерирующая компания» с частотой не реже 1 раза в год.



**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ
ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ
В ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ ТОПЛИВНОГО ГАЗА**

*Кантюков Р.Р., Сорвачев А.В., Футин В.А., Саляхов Р.Х.,
ООО «Газпром трансгаз Казань», г.Казань*

**ACTIONS ON INCREASING OF ENERGY EFFICIENCY COMPRESSORS STATION TO
ACCOUNT OF THE REDUCTION OF THE CONSUMPTION OF THE GAS ON OWN
NECESSITIES IN HEATER OF THE FUEL GAS**

*Kantukov R.R., Sorvachev A.V., Futin V.A., Salyahov R.H.,
«GAZPROM TRANSGAZ KAZAN» LLC, Kazan*

Аннотация

В данной работе представлены мероприятия, касающиеся модернизации подогревателя топливного и пускового газа, направленные на повышение энергоэффективности и экологических показателей компрессорных станций с приводными газотурбинными установками.

Annotation

In given work are presented actions, concerning modernizations of the heater fuel and activate gas, directed on increasing of energy efficiency and ecological factors compressors station with drive gas turbine.

На компрессорных станциях (КС) с приводными газотурбинными установками (ГТУ) центробежных нагнетателей (ЦБН) природного газа широко применяются подогреватели топливного и пускового газа (ПТПГ). Подогрев топливного газа необходим для исключения образования конденсатообразования и наледи на регуляторах давления блока редуцирования установки подготовки топливного и пускового газов (БТПИГ) и дозирующих клапанах ГТУ.

Общий вид ПТПГ показан на рисунке 1, а схема, поясняющая его устройство – на рисунке 2. Принцип действия ПТПГ заключается в том, что для подогрева природного газа используется теплота, образующаяся при сгорании топливного газа в камере сгорания 3 подогревателя. При этом дымовые газы нагревают жидкий теплоноситель (например, диэтиленгликоль), который в свою очередь передает тепло через стенки трубного пучка 1 природному газу, поступающему в камеру сгорания ГТУ.

При эксплуатации ПТПГ можно выделить следующие недостатки, влияющие на производственную безопасность, энергосбережение и экологию:

1. Наличие открытого огня в камере сгорания ПТПГ является фактором, существенно увеличивающим потенциальную опасность работы подогревателя.
2. Для работы подогревателя сжигается значительное количество топливного газа, входящего в общий расход газа на собственные технологические нужды (СТН) КС.
3. При работе подогревателя образуется значительное количество дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу.



Рис. 1. Общий вид размещения подогревателя топливного пускового газа ПТПГ в составе установки подготовки газа

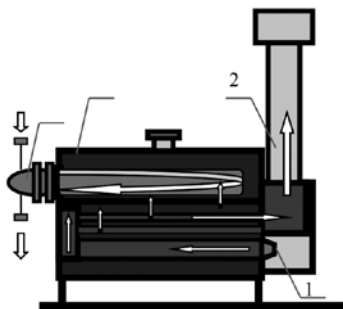


Рис. 2. Схема ПТПГ: 1 - трубный пучок высокого давления; 2 - корпус ПТПГ; 3 - газовая горелка; 4 - дымовая труба

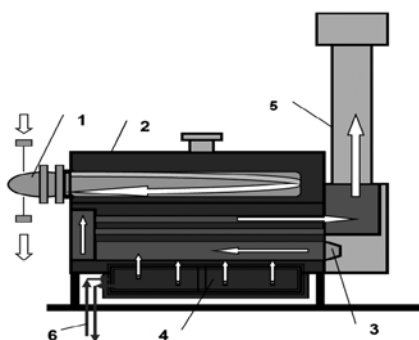


Рис. 3. Схема модернизированного ПТПГ: 1 - трубный пучок высокого давления; 2 - корпус ПТПГ; 3 - газовая горелка; 4 - дополнительная секция жидкостного теплообменника; 5 - дымовая труба; 6 - трубопроводы обвязки секции теплообменника

Для исключения этих недостатков предлагается проведение модернизации ПТПГ с заменой источника тепла на безопасный, исключающий открытый огонь. В качестве такого источника тепла может служить горячая вода (или воздух) из системы утилизации тепла выхлопных газов газоперекачивающих агрегатов, используемая в настоящее время для отопления объектов компрессорной станции. Средняя температура воды в системе отопления объектов составляет 70...80 град С.

ГТУ работают непрерывно в течение года и соответственно энергия выхлопных газов может всегда использоваться для обеспечения работы подогревателя.

Для реализации данного проекта в корпус подогревателя непрямого действия необходимо встроить одну или несколько дополнительных секций жидкостных теплообменников. Схема модернизированного ПТПГ представлена на рисунке 3.

Секции жидкостных теплообменников 4 следует разместить в нижней части корпуса. При этом они оказываются погруженными в теплоноситель. Нагрев теплоносителя будет выполняться за счет теплопередачи от горячей воды через стенки жидкостных теплообменников. Теплообменные процессы в подогревателе остаются прежними, а использование открытого огня для подогрева исключается. Все существующие узлы подогревателя, системы контроля, регулирования, технологических защит подогревателей не изменяются. Предлагаемый вариант модернизации подогревателей не требует внесения изменений в конструкцию трубных пучков работающих под давлением 1, а также в конструкцию штатной камеры сгорания. После модернизации ПТПГ для подогрева теплоносителя можно использовать как штатный режим работы, так и подогрев горячей водой из системы отопления объектов КС.



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1 ПОСЛЕ ВНЕДРЕНИЯ ПГУ-230/254 МВт

Хайбуллин Р.Р.,

Филиал ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1, г. Казань

IMPROVEMENT OF ENERGY AND RESOURCE EFFECTIVENESS OF KAZAN CHP-1 AFTER IMPLEMENTATION OF CCGT230/254 MW

Haybullin R.R.,

Kazan CHP-1 - branch of JSC Generation Company, Kazan

Аннотация

Статья раскрывает направление развития Казанской ТЭЦ-1 при её модернизации с внедрением ПГУ-230 и сокращением дефицита электроэнергии казанского энергорайона.

Annotation

The article reveals the way of development of Kazan CHP-1 in its modernization with the introduction of CCGT-230/254 and the decreasing of the deficit of electric power in Kazan electric district.

Потребители тепловой и электрической энергии города Казани обеспечиваются от трех действующих ТЭЦ. Несмотря на это, дефицит Казанского энергорайона в зимний период остается на уровне 750 МВт, в летний период достигает 820 МВт. Покрытие дефицита энергоснабжения города осуществляется за счет «перетоков» электрической мощности из ЕНЭС ВЛ-500 кВ ЗайГРЭС – Киндери; ВЛ-500 кВ Помары – Киндери; ВЛ-220 кВ Нижнекамская – К.Букаш; ВЛ-220 кВ Зеленодольская – Помары; ВЛ-220 кВ Зеленодольская – Волжская.

Учитывая тот факт, что город Казань является одним из крупнейших производственных центров с развитой инфраструктурой, динамика потребления электроэнергии энергорайоном увеличивается на 4,5% в год.

Согласно данным стратегии развития ТЭК РТ, в Казанском энергорайоне предполагается реализовать ввод генерирующего оборудования суммарной мощностью 839 МВт.

Таким образом, в ОАО «Генерирующая компания» введена в эксплуатацию ПГУ-220 на Казанской ТЭЦ-2 (декабрь 2014г.), на Казанской ТЭЦ-1 планируется ввод ПГУ мощностью 230 МВт (4кв. 2017г.), в ОАО «ТГК-16» на Казанской ТЭЦ-3 планируется строительство газотурбинной установки мощностью 389 МВт (план 2017г.).

Казанская ТЭЦ-1 введена в эксплуатацию в 1933 году, обеспечивает тепловой и электрической энергией Южный промышленный район и центр г. Казани.

На сегодняшний день установленная мощность Казанской ТЭЦ-1 составляет:

- электрическая – 220 МВт.
- тепловая – 630 Гкал/ч.

Годовые показатели работы КТЭЦ-1 на примере 2015г.:

- отпуск электроэнергии – 643, 9 млн. кВтч.
- отпуск тепловой энергии – 134,6тыс. Гкал.
- удельный расход топлива на выработку электрической энергии – 302,1 гр/кВтч.
- удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии - 144,6кг/Гкал.

В состав ТЭЦ входит следующее основное оборудование:

- **Часть среднего давления (ЧСД):**

- энергетический котел БКЗ-75 ст.№6;
- энергетические котлы ТП-150 ст.№7, 8; 51515151515

Все котлоагрегаты гр. 30 ата ЧСД находятся в длительной консервации.

- **Часть высокого давления (ЧВД):**

- паровые турбоагрегаты ПТ-60-130/13/1,2 ст.№5, 6;
- паровой турбоагрегат Р-50-130/13 ст.№7;
- энергетические котлы ТГМ-84 «Б» ст.№9, 10, 11;



Период ввода в эксплуатацию оборудования гр. 130 ата ЧВД с 1975 по 1977гг.

- **Участок ГТУ** - установлен два блока ГТУ-25 ст. №1, 2;

Введен в эксплуатацию в 2006г.

- **В пиковой водогрейной котельной** установлены два ПТВМ-50 ст. №1, 2.

Основным топливом оборудования станции, является природный газ. В качестве резервного (жидкого) топлива используется мазут.

22 сентября 2015 года Председатель Правительства Российской Федерации Дмитрий Анатольевич Медведев подписал распоряжение, согласно которому проект ДПП с территории г.Березники (Пермский край) был перенесен на площадку филиала ОАО «Генерирующая компания» Казанской ТЭЦ-1.

2015г. для КТЭЦ-1 ознаменован началом работ по строительству двух энергоблоков ПГУ общей установленной электрической мощностью 230 МВт и тепловой мощностью 131 Гкал/ч. Новый энергообъект будет построен по договору о предоставлении мощности ДПП и введен в эксплуатацию в 4 кв. 2017г.

30 октября в Казань по Волге «приплыл» основной груз: два генератора и две газовые турбины производства General Electric. Общий вес груза превышает 470 тонн. Оставшееся оборудование поступило в г. Казань железнодорожным и автомобильным транспортом.

В связи с компактностью расположения зданий и сооружений на существующей производственной территории КТЭЦ-1, строительство объекта перенесено на отдельную площадку. По состоянию на сегодняшний день производственная площадка подготовлена для строительства нового объекта.

В ПГУ-230/254 входит следующее основное оборудование:

- две газовые турбины типа PG6111 (FA) производства GeneralElectric, электрической мощностью по 77,2 МВт каждая.
- две паровые турбины типа Т-40/50-8,8 производства УТЗ, электрической мощностью по 50 МВт каждая.
- два котла - утилизатора двух давлений горизонтального исполнения типа ЕД-160/14-9,0/0,7-525/210 производства ОАО «ЭМАльянс» с дожигателями устройствами.

Прогнозные показатели КТЭЦ-1 после ввода в эксплуатацию ПГУ-230/254 при работе паровых турбинных установок по конденсационному и теплофикационному циклам:

- установленная электрическая мощность станции при работе ПГУ-230/254 в конденсационном режиме – 424 МВт, в теплофикационном – 400 МВт.
- установленная тепловая мощность станции при работе ПГУ-230/254 в конденсационном режиме – 500 Гкал/ч, в теплофикационном – 631 Гкал/ч.

Прогнозные годовые показатели работы КТЭЦ-1:

- отпуск электроэнергии при работе ПГУ-230/254 в конденсационном режиме – 2294,9 млн. кВтч, в теплофикационном – 1816,9 млн. кВтч.
- удельный расход топлива на выработку электрической энергии при работе ПГУ-230/254 в конденсационном режиме – 279,1 гр/кВтч, в теплофикационном – 262,5 гр/кВтч.
- удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии при работе ПГУ-230/254 в конденсационном режиме – 144,6 кг/Гкал, в теплофикационном – 142,3 кг/Гкал.

Годовой экономический эффект от внедрения ПГУ-230/254 на КТЭЦ-1 – 475 млн. рублей. Окупаемость проекта – 13 лет.

Вывод

Исходя из вышесказанного, ввод в эксплуатацию парогазовых установок на КТЭЦ-1 и на ряде других энергообъектов позволит не только устранить дефицит электрической мощности Казанского энергорайона, а так же обладая наилучшими показателями в плане эффективности и экономичности работы оборудования, позволит понизить себестоимость товарной продукции (электрической и тепловой энергии) при его производстве, следовательно, повысить конкурентоспособность на оптовом рынке электроэнергии и мощности как единичной станции так и энергетической компании в целом.



ВИБРОДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Радайкин Д.В., Титов В.А.,

*ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г.Казань*

VIBRATION DIAGNOSTICS OF ELECTRICAL EQUIPMENT INDUSTRIAL PLANTS

Radaikin D.V., Titov V.A.,

Center of energy saving technologies of the Republic of Tatarstan, Kazan

Аннотация

В статье освещен опыт работы и подходы специалистов ГАУ «ЦЭТ РТ при КМ РТ» к выполнению работ по вибродиагностике электрооборудования промышленных предприятий с использованием оригинальных организационно-технических решений и отечественных приборов, и программного обеспечения.

Annotation

The article highlights the experience and approaches of specialists of «Energy Saving Technologies Center, govermetnt of Tatarstan» to perform work on the vibration diagnostics of electrical equipment of industrial enterprises with the use of original organizational and technical solutions and appliances and software of domestic manufacturers.

ГАУ «ЦЭТ РТ при КМ РТ» (далее – Центр) на протяжении ряда лет оказывает услуги промышленным предприятиям по оценке технического состояния электрооборудования с помощью неразрушающих методов контроля, в том числе вибродиагностики. Под электрооборудованием в данной статье понимается весь комплекс оборудования, ответственность за состояние которого несет энергетическая служба промышленного предприятия, включающий воздушные и кабельные линии электропередачи, силовые трансформаторы и реакторы, высоковольтные электродвигатели, распределительные устройства и т.п. Работа с предприятиями строится по двум основным направлениям.

По первому направлению Центр принимает участие в качестве подрядной организации в работах по техническому освидетельствованию и продлению ресурса электрооборудования, выработавшего свой нормативный срок эксплуатации. Для принятия решения по предварительно согласованному с заказчиком перечню оборудования, силами специалистов Центра проводится комплексная техническая диагностика, включающая в себя проведение электрических измерений, тепловизионный контроль и вибродиагностику. Преимущество нашей диагностики для заказчика заключается в том, что все работы проводятся без разборки диагностируемого оборудования и без отключения питающего напряжения. В этих условиях проведение вибродиагностики дает неоценимый эффект.

По второму направлению Центр оказывает промышленным предприятиям услуги по переходу от системы планово-предупредительных ремонтов (ППР) электрооборудования к системе ремонтов по состоянию. Центр помогает в разработке системы внутренней нормативной документации предприятия по эксплуатации и ремонту электрооборудования, рекомендует к внедрению на предприятии переносное и стационарное диагностическое оборудование, проводит обучение персонала. Для определения фактического состояния электрооборудования силами оперативного персонала и персонала электротехнических лабораторий предприятия проводятся оперативная и комплексная техническая диагностика. В ряде случаев для выполнения комплексной технической диагностики и экспертной диагностики привлекаются специалисты Центра. При таком подходе вибродиагностика той или иной сложности также проводится на всех этапах.



В зависимости от целей и глубины задач, поставленных заказчиком, Центр рекомендует и использует различное вибродиагностическое оборудование и методики.

В простейшем случае, при проведении вибродиагностики силами специально подготовленного оперативного персонала, рекомендуется использовать виброметр для стандартного диапазона частот от 10 до 1000 Гц (например, «Опал» ООО «Диамех 2000» или «ДПК-Вибро» ООО ПВФ «Вибро-Центр») и производить измерения среднеквадратичного значения (СКЗ) виброскорости (мм/с).

В качестве экспертной информационной системы и хранилища данных виброизмерений в этом случае целесообразно использовать программное обеспечение «Аврора 2000» ООО ПВФ «Вибро-Центр». В программе хранятся кинематические схемы агрегатов, их конструктивные и эксплуатационные особенности по более чем 500 маркам агрегатов с необходимой нормативно-справочной информацией. Имеется возможность самостоятельно или с помощью специалистов разработчика программы расширять базу данных сведениями по собственным агрегатам, внося описание такого оборудования и нормы на вибрацию.

Программа позволяет решить ряд вопросов относительно технического состояния динамического (от 600 об/мин) электрооборудования:

- контроль текущего технического состояния роторного (вращающегося) оборудования с отслеживанием динамики развития неисправностей;
- определение возможности дальнейшей эксплуатации оборудования без ремонта;
- подготовка информации о необходимых регламентных и ремонтных работах, их объеме и сроках проведения.

Основой для определения текущего состояния оборудования являются измерения СКЗ виброскорости в трех направлениях – «Вертикальном», «Поперечном» («Горизонтальном») и «Осевом». Сравнение измеренных значений с нормативными позволяет оценить состояние агрегата. Выбор такой единицы измерения связан наличием ряда российских и международных норм и рекомендаций по допустимым уровням вибрации (в единицах виброскорости) для различных типов оборудования, например, рекомендации ISO 2372. В этих рекомендациях значения предельного уровня вибрации зависит от мощности двигателя агрегата, от числа оборотов вала агрегата, от типа фундамента. При этом данные рекомендации не учитывают условия монтажа каждого агрегата, условий эксплуатации и обслуживания, технологической нагрузки, срока эксплуатации и т.д.

При проведении комплексной технической вибродиагностики силами специально обученного персонала и силами профессиональных вибродиагностов целесообразно использовать виброанализаторы (например, «Корсар+» ООО НПП «РОС» или «Диана-2М» ООО ПВФ «Вибро-Центр») и производить измерения спектров вибросигналов.

В качестве экспертной информационной системы в этом случае удобно использовать «Атлант-ПО» – комплекс программ для вибрационной диагностики оборудования, экспертная диагностическая программа и база данных. Автоматизированная экспертная часть программы «Атлант-ПО» предназначена для проведения диагностики состояния вращающегося оборудования по спектрам вибросигналов. Данная функция позволяет полностью в автоматическом режиме диагностировать несколько десятков различных дефектов. В основе проведения такой экспертизы лежит понятие «диагностического паспорта» агрегата, в котором подробно описываются конструктивные особенности каждого агрегата, без учета которых невозможно проведение корректной диагностики.

В «Атлант-ПО» имеется возможность самостоятельно создавать диагностические правила, учитывающие практические наработки. Под диагностическим правилом в программе понимается набор математических и логических функций сравнения, используемых для нормирования параметров вибрационного сигнала. На основании работы этих функций принимается решение о наличии и степени развития дефекта.

Необходимо отметить, что программное обеспечение «Аврора 2000» и «Атлант» поставляется с приборами производства ООО НПП «РОС» и ООО ПВФ «Вибро-Центр» бесплатно.



Для контроля качества прессовки обмоток и стали трансформаторов по замерам вибрации, контроля состояния маслораспределителей ООО ПВФ «Вибро-Центр» разработана экспертная компьютерная программа «ВЕСТА». Программа «ВЕСТА» позволяет в автоматическом режиме проводить анализ первичной информации и формировать диагностическое заключение. Программа также позволяет производить диагностику по одному циклу замера вибрации под нагрузкой, но погрешность диагностики при этом существенно возрастает.

Усилие осевой прессовки обмоток высоковольтных силовых трансформаторов определяет их динамическую стойкость к сквозным токам короткого замыкания, которые могут протекать через трансформатор в аварийных режимах.

В процессе эксплуатации — это усилие обычно ослабевает, поэтому важной диагностической задачей является его контроль.

Большинство существующих систем диагностики усилия прессовки требуют, как минимум, отключения и расшивки контролируемого трансформатора. Экспертная система «ВЕСТА» позволяет определять состояние прессовки обмоток и сердечника на работающем трансформаторе, используя в качестве диагностического параметра вибрацию на поверхности бака трансформатора.

Работа экспертной программы «ВЕСТА» базируется на математической модели трансформатора, в которой источниками вибрации являются только активные элементы — магнитопровод и обмотки. Следуя схеме замещения трансформатора, в режиме холостого хода трансформатора вибрирует только магнитопровод, а в режиме нагрузки добавляется вибрация обмоток. Если обмотка хорошо запрессована, то она вибрирует на частоте 100 Гц. Если усилие прессовки обмотки или сердечника меньше нормы, то в спектре вибрации появляются высшие гармоники, кратные 100 Гц — 200, 300, ..., 1000 Гц.

Для работы экспертной программы необходимо провести замеры вибрации в диапазоне частот до 1000 Гц на поверхности бака трансформатора по специальной схеме в 12 характерных точках. Эти точки находятся напротив верхней и нижней границ фазных обмоток трансформатора на сторонах ВН и НН. Измерения вибрации необходимо проводить в двух режимах работы трансформатора — холостого хода и под нагрузкой, максимально близкой к номинальной.

Замеры вибрации выполняются переносным анализатором вибросигналов. Датчик вибрации фиксируется на поверхности бака трансформатора при помощи магнита. Для удобства установки датчика вибрации обычно используется изолирующая штанга, стандартно имеющаяся на подстанции.

Диагностика качества прессовки обмоток и магнитопровода трансформатора в экспертной программе «ВЕСТА» проводится в автоматическом режиме. Пользователю только необходимо выбрать из базы два замера вибрации в разных режимах работы обследуемого трансформатора.

Ниже приведен пример вибрационного контроля силового трансформатора ТРДН-2500/110-67 выполненного специалистами Центра на одном из промышленных предприятий Республики Татарстан.

С помощью вибронализатора «Диана-2М» были произведены замеры виброскорости и спектров виброскорости в режиме холостого хода (ХХ) и режиме нагрузки (РН). Точки замера СКЗ приведены на рисунке 1. Позициями 1-6 обозначены замеры со стороны привода ПБВ и термосифонного фильтра (ВН); 7-11 — с противоположной стороны (НН). Обработка результатов измерений производилась с помощью программного обеспечения «Веста». Протокол вибрационного контроля силового трансформатора приведен на рисунке 2.

Определены: общий коэффициент технического состояния трансформатора - 0.91; Коэффициент прессовки обмотки трансформатора - 0.89; Коэффициент прессовки стали трансформатора - 0.92; Состояние конструкции - 0.96. Общее состояние трансформатора определено как удовлетворительное. Программное обеспечение позволяет наглядно представлять состояние элементов трансформатора в соответствии с нормами 1.0 - 0.90 — хорошо (зеленый), 0.90 - 0.80 — удовлетворительно (желтый), менее 0.80 — недопустимо (красный).

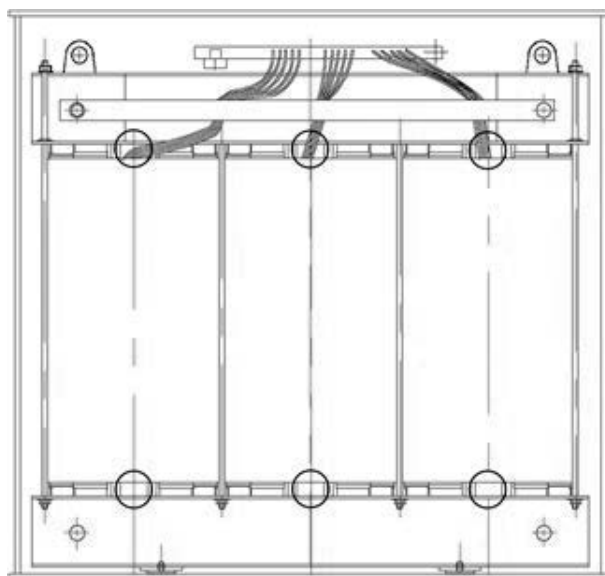


Рис.1. Точки замеров вибрации

При обследовании не выявлены дефекты, препятствующие дальнейшей эксплуатации. И по результатам вибродиагностики в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10816-3-99 (Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на не вращающихся частях) состояние силового трансформатора определено как исправное работоспособное.

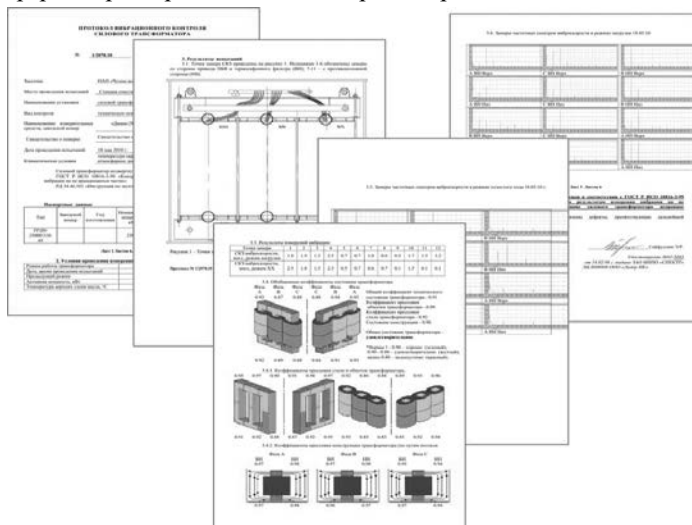


Рис. 2. Пример протокола вибрационного контроля

В качестве примера диагностики динамического оборудования приведены результаты полного виброобследования синхронного электродвигателя типа СТД 6300, выполненного специалистами Центра на одном из крупных предприятий по транспортировке нефти.

Оценка вибрационного состояния электродвигателя производилась как под нагрузкой, так и в режиме холостого хода.

Вибрация измерялась на каждой подшипниковой опоре (на передней и задней), а также в местах крепления элементов электродвигателей к фундаментной плите и плиты к фундамен-



ту. Для проведения виброобследования электродвигателей использовался виброанализатор/коллектор данных «Тест-СК».

На подшипниковых опорах вертикальная составляющая вибрации измерялась на верхней части опоры посередине длины опорного вкладыша, горизонтально-поперечная и горизонтально-осевая составляющие измерялись на уровне оси вала электродвигателя против середины длины опорного вкладыша. Вибрация всех элементов крепления электродвигателя к фундаментной плите и плиты к фундаменту измерялась и контролировалась в вертикальном направлении. В качестве измеряемого параметра вибрации использовалось среднее квадратическое значение (СКЗ) виброскорости в рабочей полосе частот 10–1000 Гц.

Диагностика трещин роторов электродвигателя осуществлялась исследованием вибрационных характеристик электродвигателя в режиме холостого хода при переменной частоте вращения ротора (на выбеге) в диапазоне резонансной частоты системы «ротор - опоры».

Диагностическая информация представлялась в виде амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик, полученных при измерении вибрационных параметров на подшипниковых опорах электродвигателей.

Полная оценка технического состояния электродвигателя по вибрации производилась по РД 153-39ТН-009-96.

Общее заключение по результатам оценки вибрационного состояния:

- уровни вибрации на лапах подшипниковых стояков не соответствуют требованиям РД 17.00-60.30.00-КТН-016-1-05. СКЗ виброскорости в двух точках на лапах подшипниковых стояков (тумба заднего подшипника) превышает нормативную величину 1,8 мм/с.
- проявлений неоднородной жесткости роторов ЭД на выбеге, связанных с возможными трещинами вала или бочки не отмечено;
- ухудшений в техническом состоянии электродвигателя, диагностируемых по вибропараметрам в период трендования не отмечено;
- Снижена общая вибрация на подшипниковых опорах после проведения ремонтно-наладочных работ. Дефектов определяющих развитие показателей вибрационного состояния электродвигатель не имеет.

Рекомендации:

1. Провести дополнительные исследования в части вибрации трубопроводов и определить перечень мероприятий по снижению вибрации на выкидных трубопроводах.
 2. Установить анкерное крепление №3 согласно современным нормам строительного проектирования.
 3. Величины предельных натягов рамы электродвигателя привести в соответствии к нормированным и зафиксировать с учетом равномерности и определенности усилий натяжения.
- Результаты вибродиагностики:

По результатам вибрационного контроля на подшипниковых опорах состояние электродвигателя в соответствии с РД 17.00-60.30.00-КТН-016-1-05 оценивается как - хорошо, а по оценке длительности эксплуатации - как длительная.

По результатам вибрационного контроля на лапах подшипниковых стояков СКЗ виброскорости превышает в двух точках нормативную величину 1,8 мм/с. Состояние ненормативное.

Результаты вибродиагностики представлены в форме актов.

Заключение: По результатам вибродиагностики состояние электродвигателя оценивается по ГОСТ 27.002-89 как - неисправное работоспособное;

Для особо ответственного электрооборудования представляется целесообразным внедрение стационарных систем непрерывного диагностирования и вибромониторинга. В России широко известны такие производители систем вибромониторинга как ООО «Ассоциация ВАСТ» г. С-Петербург и ООО «Производственно-внедренческая фирма «Вибро-Центр» г. Пермь. К сожалению, на предложение к совместному внедрению системы вибромониторинга на одном из крупнейших промышленных предприятий России откликнулся только представитель оборудования Siemens SIPLUS.

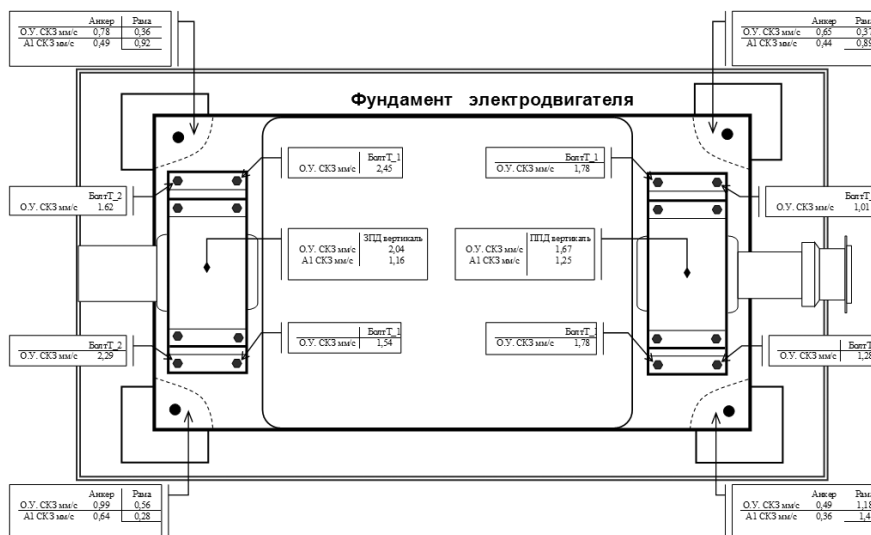


Рис. 3. Контурная характеристика электродвигателя на холостом ходу

Выводы

1. На промышленных предприятиях при переходе на проведение ремонтов электрооборудования по фактическому состоянию целесообразно внедрять многоуровневую систему вибродиагностики, в которую должен быть вовлечен оперативный персонал, персонал электротехнических лабораторий, специализированные организации. Такая система позволит избежать лавинообразного роста затрат на выполнение диагностических процедур.

2. Использование отечественных вибродиагностических приборов и экспертных систем позволяет создавать оптимальные по качеству системы вибродиагностики без значительных единовременных и эксплуатационных расходов.

3. ГАУ «ЦЭТ РТ при КМ РТ» готов оказать промышленным предприятиям услуги как по вибродиагностированию электрооборудования, так и провести комплекс работ по переводу энергетической службы предприятия на проведение ремонтов электрооборудования по фактическому состоянию.

Литература

1. Экспертная система оперативной диагностики состояния и планирования ремонтов вращающегося оборудования по текущему техническому состоянию «Aurora2000». Руководство по использованию программы.
2. Многоканальный синхронный регистратор АТЛАНТ. Руководство пользователя.
3. Система контроля качества прессовки обмоток и стали трансформаторов по замерам вибрации, контроль состояния маслонасосов «ВЕСТА». Руководство по эксплуатации.



НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ТАТАРСТАНА

Грибков А.М., Чичирова Н.Д.,

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

THE BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES ON TATARSTAN POWER PLANT

Gribkov A.M., Chichirova N.D.,

Kazan state power engineering university, Kazan

Аннотация

Описаны проблемы внедрения наилучших доступных технологий сжигания топлива на тепловых электростанциях Татарстана. Предлагаются пути их решения.

Annotation

The adoption of the best available technologies of fuel combustion on Tatarstan power plant is described. The courses to solution are suggested.

Российская Федерация подписала ряд международных конвенций и соглашений, в соответствии с которыми обязана уменьшить как имеющееся, так и потенциальное негативное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду, что может быть достигнуто при внедрении наилучших доступных технологий (НДТ) [1].

В соответствии с этим вступил в силу закон №219-ФЗ от 21 июля 2014 г., в т.ч. касательно выбросов ТЭС в атмосферу. Однако в силу вступили не все статьи. Некоторые получили отсрочки, например пункт 5 статьи 16.3 вступает в силу с 1 января 2020 года. Вот его содержание:

5. В целях стимулирования юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и (или) иную деятельность, к проведению мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду и внедрению наилучших доступных технологий (НДТ) при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду к ставкам такой платы применяются следующие коэффициенты:

коэффициент 0 - за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах технологических нормативов после внедрения наилучших доступных технологий на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду;

коэффициент 1 - за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов;

коэффициент 25 - за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов;

коэффициент 100 - за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные для объектов I категории такие объем или массу, а также превышающих указанные в декларации о воздействии на окружающую среду для объектов II категории такие объем или массу.

Пункт 9 ст. 67 вступает в силу с 1 января 2018 года. Вот его содержание:

9. На объектах I категории стационарные источники, перечень которых устанавливается Правительством Российской Федерации, должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета объема или массы выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ и концентрации загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации об объеме и (или) о массе выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ и о концентрации загрязняющих веществ в государственный фонд данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).



Требования к автоматическим средствам измерения и учета объема или массы выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ и концентрации загрязняющих веществ, техническим средствам фиксации и передачи информации об объеме или о массе выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ и о концентрации загрязняющих веществ в государственный фонд данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) определяются в соответствии с законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений.

Эти требования для РФ еще не сформулированы, однако они сформулированы в [2], которые созданы на основе подходов, принятых в ЕС. В их числе имеется требование наличия расчетной системы контроля выбросов на периоды выхода из строя отдельных элементов автоматической системы приборного контроля.

Вышло также постановление от 28 сентября 2015 г. N 1029, в котором ставилась задача определения критериев для отнесения станций к различным категориям, в т.ч. к первой, для которой будут предъявляться наиболее строгие требования.

Речь идет о том, какие станции будут относиться к I категории:

«е) по обеспечению электрической энергией, газом и паром с использованием оборудования (с установленной электрической мощностью 250 МВт и более при потреблении в качестве основного твердого и (или) жидкого топлива или с установленной электрической мощностью 500 МВт и более при потреблении в качестве основного газообразного топлива);»

Хотя, на наш взгляд, вариант не совсем корректный.

Правильнее было бы написать:

1. е) по обеспечению электрической энергией, газом и паром с установленной электрической мощностью 250 МВт и более при потреблении в качестве основного твердого и (или) жидкого топлива или с установленной электрической мощностью 500 МВт и более при потреблении в качестве основного газообразного топлива;

или

2. е) по обеспечению электрической энергией, газом и паром с использованием оборудования с единичной электрической мощностью 250 МВт и более при потреблении в качестве основного твердого и (или) жидкого топлива или с единичной электрической мощностью 500 МВт и более при потреблении в качестве основного газообразного топлива.

В результате все понимают этот документ так, как им удобнее.

Появились новые предложения. Обсуждается вопрос о том, что к первой категории будут относиться котлы с тепловой мощностью 300 МВт. Это как раз на границе котлов производительностью 420 т/ч по пару и более. При такой формулировке под первую категорию попадет большинство Российских ТЭС и практически все станции Татарстана.

В соответствии с законом №219-ФЗ главные значения для экологической оценки будут иметь концентрации вредных веществ в уходящих газах котлов. Для газомазутных котлов, которые в основном установлены на ТЭС Татарстана, это оксиды азота и серы. Именно по этому факту будут налагаться штрафные санкции.

Чтобы иметь юридические основания для штрафов, должен быть налажен непрерывный автоматический контроль выбросов, и не в дымовой трубе, а по котлам, т.к. ГОСТ на выбросы установлен для котлов, а не для дымовых труб.

Впервые вводимое условие, что при обеспечении технологических нормативов и выполнении требований НДТ станция может быть полностью освобождена от платы за выбросы, требует тщательного анализа ситуации. Технологические нормативы для ТЭС в настоящее время – это допустимые концентрации вредных веществ в уходящих газах котлов, приведенные в ГОСТ, [3].

Реальную возможность обеспечить эти требования имеют газомазутные станции с котлами, установленными до 2001 г., нормы на выбросы оксидов серы для которых предполагают возможность их работы на мазуте без сероочистки при сернистости мазута до 3-4 %. Для более новых топливосжигающих установок эти нормы в 3-4 раза более жесткие и обеспечить их без сероочистки дымовых газов или мазута невозможно.



В ЭНИН им. Кржижановского переведен справочник по НДТ, принятый в ЕС, [4]. Первичные меры по уменьшению выбросов оксидов азота, приведенные в этом справочнике, на станциях Татарстана в основном внедрены. В наибольшей мере это относится к Набережночелнинской ТЭЦ, где эти меры могут обеспечить технологические нормативы. На основе [4] разрабатывается и Российский аналогичный справочник.

Распоряжением Правительства Российской Федерации [5] в 2016-2020 г. планируется «Обеспечение реализации пилотных проектов внедрения наилучших доступных технологий в субъектах Российской Федерации».

Применительно к Татарстанским ТЭС наилучшие перспективы для такого проекта имеет Набережночелнинская ТЭЦ. Это единственная станция в крупном городе с высокими дымовыми трубами, на которой высокий уровень эксплуатации оборудования, а персонал получил навыки работы как с приборами контроля выбросов, так и с вопросами контроля создаваемого станцией загрязнения [6], и котлы на которой установлены до 2001 г.

Литература

1. ГОСТ Р 54097-2010 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации. М, Стандартинформ, 2012, 24 с.
2. ТКП 17.13-01-2008 (02120) Правила проектирования и эксплуатации автоматизированных систем контроля за выбросами загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Минск, 2008 г., 20 с.
3. ГОСТ Р 55173-2012 Установки котельные. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2014, 26 с.
4. Справочник по наилучшим доступным технологиям для крупных топливосжигающих установок (перевод с английского языка). НП «ИНВЭЛ», М.: 2009, 649 с.
5. Распоряжение правительства российской федерации от 19 марта 2014 г. № 398-р, Москва, 10 с.
6. Грибков А.М., Хазеев А.М. Автоматическая система контроля атмосферы выбросами Набережночелнинской ТЭЦ. – Сборник материалов докладов Национального конгресса по энергетике, Казань, 2014, т. II, – с. 143-150.



**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ОБЛАСТИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ТЭС
ОАО «ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ»**

*Игнарица Л.М., Низамеева Р.А., Акчурина Д.Р.,
ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань*

**IMPORT SUBSTITUTION IN THE PREPARATION OF THE WATER TO THE POWER
STATIONS «GENERATION COMPANY» JSC**

*Ignarina L.M., Nizameeva R.A., Akchurina D.R.,
Engineering Center «Energoprogress» LLC, Kazan*

Аннотация

В статье описаны результаты исследований по выбору оптимальных марок ионообменных смол и фильтрующих материалов для эксплуатации в схемах химводоочистки энергосистемы в зависимости от схемы водоподготовки и качества исходной воды.

Annotation

The article describes the results of studies on the choice of optimal brands of ion exchange resins and filter materials for use in the chemical water treatment schemes, depending on the power system circuit water treatment and quality of initial water.

В схемах подготовки обессоленной воды для питания энергетических котлов и подпиточной воды теплосети используются ионообменные смолы и фильтрующие сорбенты. Стоимость каждого материала достаточно высокая и в балансе себестоимости имеет существенную составляющую – от 15 до 20%.

Совершенствование технологий подготовки воды с целью снижения расхода реагентов и воды на собственные нужды, поиск материалов с хорошими технико-экономическими показателями и разумной стоимостью является основной задачей работы химической службы ООО ИЦ «Энергопрогресс».

До настоящего времени специалистами ИЦ «Энергопрогресс» был исследован ряд силанокислотных и карбоксильных катионитов, сильноосновных анионитов отечественного и зарубежного производства. Испытания ионитов в лабораторных условиях в соответствии с действующими нормативными документами [1-5] на соответствие сертификату качества не отражают фактора негативного воздействия на них железо-органических соединений, присутствующих в обрабатываемой воде. Поэтому испытания проводились в условиях эксплуатации в филиалах ОАО «Генерирующая компания». В ходе работы контролировались технико-экономические показатели (обменная емкость, расход реагентов и воды на собственные нужды, качество фильтрата), а также степень сорбции и десорбции ионообменными смолами железо-органических соединений. Низкая десорбция органических соединений приводит к необратимому процессу их отравления и, соответственно, к снижению срока их эксплуатации. Полученные результаты показали, что отечественные ионообменные смолы имеют удовлетворительные технологические показатели при стоимости в 1,5-2 раза ниже зарубежных аналогов. На основе этих данных были выданы рекомендации по их применению.

В 2015 году была проведена работа по исследованию фильтрующих материалов – антрацитов различных марок как отечественного, так и зарубежного производства.

На энергопредприятиях загрузка фильтрующих слоев механических фильтров и поддерживающих слоев ионитовых фильтров в схемах подготовки воды должна проводиться антрацитом, отвечающим требованиям СТО 70238424.27.100.031-2009 [6]. Согласно [6], для приготовления фильтрующей загрузки и поддерживающих слоев должен быть использован антрацит с зольностью до 10%, истираемостью до 1%, измельчаемостью до 5%. Антрацит должен быть стоек химически, при контакте с ним приращение в воде кремнекислотности (SiO_3^{2-}) не должно превышать 2 мг/дм³, окисляемости (по O_2) – 8 мг/дм³, сухого остатка – 10 мг/дм³. Размер частиц антрацита, загружаемого в фильтры в качестве поддерживающих



слоев, должен быть от 2 до 5 мм, в качестве фильтрующей загрузки – от 0,6 до 1,4 мм.

Долгое время отечественная промышленность не выпускала антрацит, соответствующий вышеуказанным требованиям. Для этих целей на электростанции поставлялся антрацит, не соответствующий требованиям по фракционному составу, состоящий в основном из частиц размером от 3 до 10 мм и обладающий низкой механической прочностью. Как следствие, качество фильтрованной воды не соответствовало установленным нормам по содержанию взвешенных веществ. Кроме того, ежегодный износ антрацита составлял от 20 до 30% при норме не более 10%.

В сложившейся ситуации предложение иностранных фирм было актуальным. И с 2008 года для загрузки механических фильтров и поддерживающих слоев ионитовых фильтров стал приобретаться антрацит марки «Аква-Сайт» (AQUA-CITE®) производства фирмы Aqua-TECHNIEK B.V. (Голландия) и гидроантрацит марки «Эверзит-N» (EVERZIT® N) производства фирмы EVERS GmbH & Co. KG (Германия). В настоящее время на рынке фильтрующих материалов появился аналогичный по качеству и более дешевый отечественный антрацит «Аквалат» производства ООО «Терсь» г. Шахты Ростовской области.

В технических условиях ТУ-2164-001-12148148-2009 на антрацит марки «Аквалат» и описании гидроантрацита «Эверзит» не указывается, что они должны соответствовать требованиям отраслевого документа [6]. Поэтому первоначально был выполнен входной контроль их качества на соответствие требованиям [6], и сделан вывод, что антрациты марок «Эверзит» и «Аквалат» отвечают требованиям, предъявляемым к качеству фильтрующей загрузки механических фильтров и поддерживающих слоев ионитовых фильтров по фракционному составу, механической прочности и химической стойкости в нейтральной и щелочной средах, указанных в [6], и не соответствуют требованиям по химической стойкости в кислой среде. Предварительные кислотные обработки антрацита этих марок, что допускается [6], показали их эффективность: они позволили снизить прирост соледержания до нормативного значения. Антрацит указанных марок может применяться в качестве фильтрующей загрузки механических фильтров, а после предварительной обработки – в качестве поддерживающих слоев ионитовых фильтров.

Затем испытание антрацита марок «Эверзит» и «Аквалат» было продолжено на ТЭЦ в условиях эксплуатации механических фильтров в схеме предварительной очистки воды. На данном этапе контролировалось качество фильтрата и грязеемкость антрацита. Грязеемкостью материала называют количество механических примесей, задержанных фильтром за рабочий период, выраженное в килограммах и отнесенное к 1 м³ фильтрующей загрузки [7].

Показатели качества известково-коагулированной воды и фильтрата в период наблюдений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Качество известково-коагулированной воды и фильтрата после фильтров, загруженных антрацитами «Эверзит» и «Аквалат»

Показатель	Качество исходной воды	Качество фильтрата	
		«Эверзит»	«Аквалат»
Жесткость общая, мг-экв/ дм ³	2,5-2,8	2,4 – 2,8	2,4 – 2,7
Щелочность гидратная, мг-экв/ дм ³	0,15-0,2	0,05 – 0,18	0,05 – 0,25
Содержание железа, мкг/ дм ³	47,0-219,0	30,0 – 188,0	25,0 – 130,0
Содержание кремниескислоты, мг/ дм ³	9,8-11,83	9,2 – 11,4	8,9 -11,3
Содержание взвешенных веществ, мг/ дм ³	0,95-1,72	0,0 – 0,39	0,0 – 0,33
Окисляемость, мг О ₂ / дм ³	3,12-3,84	2,08 – 2,88	2,2 – 2,56

Испытания антрацита в схеме предварительной очистки воды ТЭЦ позволили сделать вывод, что качество фильтрата фильтров, загруженных антрацитом исследуемых марок, соответствует требованиям, предъявляемым к осветленной воде. Однако при этом качество



фильтрата антрацита «Аквалат» несколько лучше по содержанию механических примесей, железа, перманганатной окисляемости. Для наглядности динамика изменения качества фильтрата в зависимости от количества очищенной воды и качества исходной (известково-коагулированной воды) представлена на рис. 1 и 2.

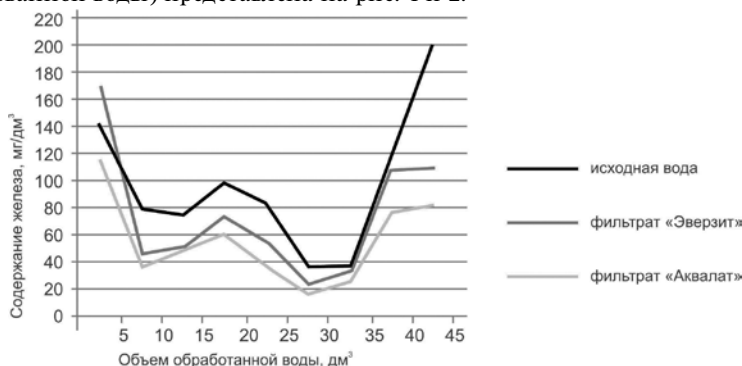


Рис. 1. Динамика изменения содержания железа в исходной известково-коагулированной воде и в фильтрате, $\text{мкг}/\text{дм}^3$

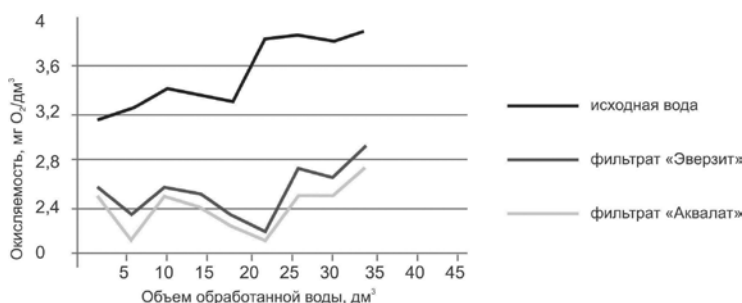


Рис. 2. Динамика изменения содержания органических веществ (в пересчете на перманганатную окисляемость) в исходной известково-коагулированной воде и в фильтрате, $\text{мг O}_2/\text{дм}^3$

Из приведенных диаграмм видно, что в период испытаний:

- качество исходной известково-коагулированной воды и фильтрата отвечало требованиям на известково-коагулированную и осветленную воду соответственно;

- качество фильтрата зависит от качества исходной известково-коагулированной воды, однако, при этом содержание механических примесей, железа, органических соединений в фильтрате после антрацита «Аквалат» несколько ниже, чем их содержание в фильтрате после антрацита «Эверзит». Таким образом, создаются более благоприятные условия для последующей работы Н-катионитовых и анионитовых фильтров обессоливающей установки.

При испытании в условиях химводоочистки ТЭЦ лабораторным фильтром, загруженным антрацитом «Эверзит», было задержано 513 г, лабораторным фильтром, загруженным антрацитом «Аквалат», – 526,5 г на 1 м^3 антрацита взвешенных веществ. Снижения удельной нагрузки фильтров и ухудшения качества фильтрата (превышение содержания взвешенных веществ более $2 \text{ мг}/\text{дм}^3$) не наблюдалось.

Принимая во внимание невысокое содержание взвешенных веществ в известково-коагулированной воде ТЭЦ, было решено продолжить определение грязеемкости с применением в качестве исходной воды раствора, содержащего механические примеси в количестве $10 \text{ мг}/\text{дм}^3$, что соответствует предельно-допустимому значению содержания механических примесей в известково-коагулированной воде. При этом также контролировались удельная нагрузка, качество исходной воды и фильтрата по показателям содержание железа, взве-



шенных веществ, общая жесткость и окисляемость.

Общая грязеемкость фильтров с учетом количества механических примесей, задержанных на первом этапе испытания антрацита в схеме предварительной очистки на ТЭЦ и с модельным раствором, составила: 0,86 кг на 1 м³ антрацита для фильтра, загруженного антрацитом марки «Эверзит», и 0,97 кг на 1 м³ антрацита для фильтра, загруженного антрацитом марки «Аквалат».

Кроме того, на данном этапе контролировался расход воды на последующую взрыхляющую отмывку фильтров. Взрыхляющую отмывку фильтров вели до отсутствия механических примесей в отмывочной воде. Расход воды на взрыхление лабораторных фильтров составил: 19,5 м³ на 1 м³ антрацита для фильтра, загруженного антрацитом марки «Эверзит» и 17 м³ в пересчете на 1 м³ для фильтра, загруженного антрацитом марки «Аквалат».

Из полученных данных видно, что расход воды на взрыхление фильтра, загруженного антрацитом марки «Аквалат», ниже, чем на взрыхление загруженного антрацитом марки «Эверзит».

По полученным данным для условий эксплуатации была рассчитана грязеемкость механических фильтров (диаметр 3,4 м, высота загрузки 0,9 м, объем загрузки 8,1 м³).

Таблица 2

Грязеемкость фильтра

Марка антрацита	Грязеемкость антрацита, кг/м ³	Грязеемкость фильтрующей загрузки, кг	
		Однокамерный механический фильтр	Двухкамерный механический фильтр
«Эверзит»	0,863	7,0	14
«Аквалат»	0,976	7,9	15,8

Из приведенной таблицы видно, что грязеемкость фильтра, загруженного антрацитом «Аквалат», выше на 11%, чем для фильтра, загруженного антрацитом «Эверзит».

Выводы

1. Антрациты марок «Эверзит» и «Аквалат» имеют аналогичные технические характеристики, однако, в эксплуатационных условиях антрацит марки «Аквалат» показал лучшее качество фильтрата по содержанию взвешенных веществ, большую грязеемкость и меньший расход воды на взрыхляющую отмывку.

2. Затраты на закупку отечественного антрацита марки «Аквалат» для загрузки одного механического фильтра, учитывая его стоимость, снизятся в три раза.

3. Применение отечественных ионообменных смол и фильтрующих материалов в схемах подготовки воды на энергопредприятиях ОАО «Генерирующая компания» позволяет значительно снизить ежегодные затраты на их приобретение.

Литература

- СТО ВТИ 37.002-2005 «Стандарт организации. Основные требования к применению ионитов на водоподготовительных установках тепловых электростанций. Технологические рекомендации по диагностике их качества и выбору». ОАО «ВТИ». М., 2005.
- ГОСТ 20255.1,2-89 «Иониты. Методы определения обменной емкости».
- ГОСТ 10900-84 «Иониты. Методы определения гранулометрического состава»
- СТО 70238424.27.100.031-2009 «Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Условия поставки. Нормы и требования». НП «ИНВЭЛ». М., 2009.
- Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. «Водоподготовка в энергетике» Издательство МЭИ, 2003, стр. 95-97.



МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ НЕФТЕГАЗОСБОРА НА ОСНОВЕ СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Кузнецова М.А., Мелещиков К.А., Моряшов А.А.,

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

MODERNIZATION OF OIL AND GAS COLLECTING SYSTEMS WITH JET TECHNOLOGY

Kuznetsova M.A., Meleschikov K.A., Moryashov A.A.,

Kazan state energy University, Kazan

Аннотация

Рассмотрены вопросы разработки научных основ и новых технологий с применением эффекта инверсии фаз для проведения массообменных процессов.

Annotation

The problems of the development of scientific principles and new technologies with an effect of phase inversion for the mass transfer processes are considered.

Модернизация систем нефтегазосбора на основе струйной технологии позволяет повысить эффективность ресурсосбережения. Сегодня на основе струйных технологий разработаны: теплоэнергетическое оборудование для теплоснабжения от котельных; энергосберегающее теплоэнергетическое оборудование для водоподготовки; способ эрлифтной транспортировки двухфазного потока сжатым воздухом и устройство для его реализации; способ осуществления термодинамических циклов с фазовыми переходами; система тепло- и водоснабжения для городского энергохозяйства. В выпарных и опреснительных установках для интенсификации тепло- и массопередачи используют прямоточные струйные конденсаторы и деаэраторы.

Струйная технология находит применение в системе нефтегазосбора для повышения эффективности распределительных систем, совершенства схемы сбора, подготовки и транспортировки нефти и газа; герметизации ступеней сепарации на промыслах.

Основной проблемой в системах промыслового сбора нефти и газа и распределение потоков является разрушение нефтяной пенной эмульсии. Авторы работы [1] считают, что для решения этой проблемы может быть использован эффект инверсии фаз, достигаемый при распылении нефтегазового потока, в частности в струйных дегазаторах [2]. Газ, содержащийся в смеси и поступающий в струйный аппарат, можно условно подразделить на свободный и растворенный.

Фактором ускорения разделения нефти от газа и отбора свободного газа можно считать инверсию фаз. Свободный газ, находящийся в виде дисперсной фазы, определяет газосодержание двухфазной системы. От величины газосодержания зависит и распределение потоков, так как оно, в свою очередь, связано с диапазоном изменения физических свойств смеси.

Для выделения растворенного газа необходимо наличие движущей силы (градиента давления). Степень дисперсности газов нефтяной смеси обуславливается величиной газосодержания ф.

Свободный газ в смеси до струйного аппарата (дегазатора) находится в пузырьках, который мгновенно выделяется при разрушении нефтяных пленок, обволакивающих пузырьки, в приемной камере. В приемной камере в результате распада нефтяных пленок на ансамбль капель жидкая фаза переходит в дисперсную, движущуюся в сплошном газовом потоке. После образования нефтяных капель в них начинаются образовываться зародыши вне пузырька растворенного газа, и происходит выделение растворенного газа, которое продолжается в камере смешения, диффузоре струйного аппарата и трубопроводе до механического отделителя – сепаратора. Но при этом, согласно [3], диаметры капель должны быть не менее 0,1 мм, в противном случае качественной сепарации не достигается.



Скорость выделения свободного газа можно охарактеризовать объемным коэффициентом дегазации k_V , определяемым из соотношения

$$k_V = \frac{G''}{V \cdot \Delta x_{0-2}}, \quad (1)$$

где G'' – количество выделяемого газа, кг/с; V – рабочий объем дегазации, м³;
 $\Delta x_{0-2} = \frac{(x_0^* - x_0) - (x_2^* - x_2)}{\ln \frac{x_0^* - x_0}{x_2^* - x_2}}$ – движущая сила; x_0^* , x_0 и x_0 , x_2 – равновесная и рабочая концен-

трации газа в жидкости соответственно перед дегазатором и в приемной камере струйного дегазатора.

Процесс сепарации в струйном дегазаторе после первой стадии (выделение свободного газа) переходит во вторую – выделение растворенного газа, т.е. процесс десорбции.

В системах с дисперсной фазой при малых перепадах давления, что имеет место в смесительной трубе инжектора – расширителя, дальнейшее газовыделение из нефти будет лимитироваться массопереносом в капле. При равенстве времени пребывания жидкой фазы в дегазаторе расширителе τ' и времени десорбции молекул растворенного газа в капле τ'' происходит полная дегазация нефти. Как только в зоне первичного дробления струи отделяется свободный газ, в каплях начинают образовываться зародышевые пузырьки растворенного газа. В дальнейшем величина газового фактора определяется скоростью выделения зародышевых пузырьков в капле.

Образование большого числа мельчайших пузырьков в капле, радиус которых $10^{-7} - 10^{-8}$ м [4], вновь приводит нефть в дисперсную систему. Причем время роста пузырьков до видимых размеров составляет примерно $10^{-4} - 10^{-5}$ с, а время изменения давления на сопле расширителя $-0,5 \cdot 10^{-5}$ с, т.е. формирование пузырька происходит достаточно быстро. В этих условиях происходит вторичное дробление капель, содержащих дисперсную газовую фазу. В зоне вторичного дробления относительная скорость фаз

$$w = \frac{w'}{1 - \phi} - \frac{w''}{\phi}, \quad (2)$$

где w' , w'' – скорость жидкой и газовой фазы соответственно.

После вторичного дробления скопление капель поступает в камеру смешения, где происходит процесс десорбции растворенного нефтяного газа.

Авторы работы [1] коэффициент массопередачи процесса десорбции k_x определили опытным путем, содержание газа в нефти хроматографическим методом. Движущая сила процесса десорбции газа из нефти между равновесными и рабочими концентрациями растворенного газа в нефти, соответствующими давлению на входе в камеру смешения и на выходе из диффузора.

Проведено сравнение объемов выделенных газов, полученных авторами с известными в литературе данными при практически одинаковом газовом факторе. Результаты позволяют считать, что достижение инверсии фаз в процессе дегазации способствуют увеличению скорости газовыделения.

Литература

1. Губайдуллин М.М., Низамутдинов М.Г., Мутрисков А.Я., Маминов О.В. Вопросы распределения потоков в системе промыслового сбора нефти и газа. М.: ВНИИОЭНГ, 1981. 42 с.
2. Мутрисков А.Я., Губайдуллин М.М., Маминов О.В. К вопросу о разгазировании нефтей. // Известия вузов. Нефть и газ, 1979, №7. с. 43 – 46.
3. Гужов А.И. Совместный сбор и транспорт нефти и газа. М.: Недра, 1973.
4. Гагарин А.Г. О массообмене при образовании пузырьков газа в вязкой жидкости. // Труды Всесоюзного нефтегазового научно-исследовательского института, 1974, №5. с. 178 – 183.



ДИАГНОСТИКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Халиуллин А. Ф.,

*ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань*

DIAGNOSIS OF HIGH VOLTAGE EQUIPMENT BY PARTIAL DISCHARGE

Khaliullin A. F.,

*Center of Energy Saving Technologies of the Republic of Tatarstan at the Cabinet of Ministers of the
Republic of Tatarstan, Kazan*

Аннотация

Статья посвящена современному методу контроля состояния изоляции высоковольтного оборудования. Представлена информация о методе оценки состояния изоляции высоковольтного энергетического оборудования путем измерения характеристик частичных разрядов (ЧР) в изоляции. В статье приведены основные датчики регистрации ЧР. Описаны преимущества использования данного метода.

Annotation

The article is devoted to the modern method of monitoring the insulation condition of high voltage equipment. Provides information about the method of assessment of insulation condition of high voltage power equipment by measuring the characteristics of partial discharges (PD) in isolation. The article presents the main sensors of registration of the PD. Describes the advantages of using this method.

Обширная практика эксплуатации высоковольтного оборудования и кабельных линий (КЛ) показывает, что положительные результаты испытаний повышенным напряжением вовсе не гарантируют безаварийную последующую работу электрооборудования. Для того, чтобы выявить способность оборудования к дальнейшей работе, нужны дополнительные меры диагностики.

Наибольшую популярность в мировой практике получил метод диагностики состояния изоляции высоковольтного оборудования и кабельных линий – методом измерения частичных разрядов (ЧР). Диагностика высоковольтного оборудования методом измерения частичных разрядов обеспечивает контроль текущего состояния оборудования на месте его установки, под рабочим напряжением и, в процессе нормальной эксплуатации. Этот метод позволяет выявлять дефекты изоляции на самых ранних стадиях их возникновения, отслеживать их развитие, оценивать текущее состояние изоляции и возможность дальнейшей эксплуатации оборудования.

Специалисты ГАУ «ЦЭТ РТ при КМ РТ» на протяжении ряда лет оказывает услуги, по оценке изоляции электрооборудования с помощью метода измерения частичных разрядов.

В данной статье хотелось бы кратко поговорить о частичных разрядах и способах их регистрации. Частичные разряды, (ЧР) — это электрические разряды, которые происходят в изоляции электрооборудования, обычно возникающие в электрических системах, работающих при напряжении от 3000 В и выше (хотя ЧР могут происходить при более низких напряжениях). Согласно международному стандарту IEC 60270 и ГОСТ 20074-83 частичным разрядом называется локальный электрический разряд, который шунтирует только часть изоляции в электроизоляционной системе. Частичные разряды возникают в пустотах в твердой изоляции (бумажной или полиэтиленовой), в многослойных системах электродов/проводников, имеющих несколько слоев твердой изоляции, а также в пузырьках газа (в случае жидкой изоляции) или вокруг электродов в газе (коронный разряд) и в большинстве случаев представляют собой воздушные или масляные промежутки в изоляции.

Электрическая изоляция двигателей, генераторов, трансформаторов и кабелей оказалась наиболее подвержена действию ЧР, это обусловлено двумя факторами: особенностью строения изоляции и воздействием на нее повышенных напряженностей электрического поля при уменьшении габаритных размеров оборудования



ЧР обычно не приводят к быстрому пробую изоляционных промежутков, процесс развития ЧР довольно медленный и зависит от интенсивности частичного разряда. Практически в любом высоковольтном оборудовании в рабочих режимах существуют ЧР, однако их разрушающая способность может быть различна. В связи с этим при малой интенсивности ЧР электроизоляционные системы оборудования сохраняют свои функции в течение эксплуатационного ресурса. При большой интенсивности происходит разрушение изоляции в виду разрастания малых воздушных или масляных промежутков, которыми являются ЧР, впоследствии этот процесс приводит к пробую и выводу оборудования из работы до истечения срока эксплуатации.

Регистрация частичных разрядов, оценка их амплитуды и повторяемости является эффективным способом выявления дефектов в высоковольтной изоляции на ранних стадиях развития. Диагностика методом ЧР позволяет получить больший объём информации о состоянии изоляции и более точные данные о состоянии объекта. Она экономически выгодна и при этом без вредного воздействия на объект повышенным напряжением. Это объясняется следующими обстоятельствами:

во-первых, диагностика частичных разрядов проводится при напряжении, равном рабочему, что исключает негативное влияние на изоляцию. Поэтому диагностику частичных разрядов относят к одним из методов неразрушающего контроля;

во-вторых, измерение частичных разрядов может проводиться в «On-Line» режиме, т.е. при работающем объекте и достаточно долгое время, что дает возможность проконтролировать частичные разряды;

в-третьих, преимущество диагностики ЧР перед испытаниями повышенным напряжением – это локализация проблемных участков в устройствах, кабельных линиях и местах с повышенным уровнем ЧР;

в-четвертых, контроль ЧР в режиме «On-Line» ведет к меньшим затратам по сравнению с испытаниями повышенным напряжением, так как нет необходимости выводить из эксплуатации контролируемый объект, производить переподключение потребителей.

В таблице 1 представлена классификация уровней частичных разрядов по основным признакам принята нами при диагностике оборудования, а также рекомендации по эксплуатации энергоустановки для того или иного уровня частичных разрядов.

Таблица 1

Классификация уровней частичных разрядов по основным признакам, рекомендации по эксплуатации электрооборудования для того или иного уровня частичных разрядов

Уровни ЧР, значение Q_m ,	Характеристики изоляции	Рекомендации
Низкий: значение Q_m ниже 100 мВ	Хорошее состояние изоляции.	Требуется периодический контроль на регулярной основе (минимум раз в год).
Умеренный: значение Q_m выше 100 мВ, но ниже 500 мВ	Удовлетворительное состояние изоляции.	Продолжение контроля по периодическому графику в пределах от 2 до 4 раз в год.
Повышенный: значение Q_m выше 500 мВ, но ниже 24000 мВ	Повышенный износ изоляции.	Этот уровень подразумевает, что оборудование проработает без отказа в течении нескольких месяцев. Вероятность отказа 10-20 %. Дополнительные измерений через 1-3 месяца для определения тенденции роста интенсивности ЧР.
Критический: Значение Q_m выше 24000 мВ	Критическое состояние изоляции.	Непрерывный мониторинг. Немедленный визуальный контроль. Применение дополнительных средств диагностики для локализации дефекта. После локализации дефекта может быть принято решение о ремонте или замене оборудования.



Из приведенной таблицы видно, что в качестве норм отбраковки на основе результатов замеров величин частичных разрядов принимают чрезвычайно высокие показатели – появление уровней в десятки тысяч мкВ (рекомендуется 24–48 тыс.мкВ или 10⁻⁸–10⁻⁷ Кл.

Для регистрации частичных разрядов применяются различные приборы, но все они используют однотипные первичные датчики. Наиболее часто используемые на практике датчики частичных разрядов, делятся на три группы:

- Контактные электромагнитные датчики – «C-Sensors». Это различные высокочастотные трансформаторы тока «RFCT» и конденсаторы связи. Они называются контактными потому, что они, так или иначе, монтируются на токоведущих проводниках и заземляющих шинах контролируемого оборудования. Все эти датчики работают в «HF» диапазоне частот.

- Бесконтактные электромагнитные датчики - «UHF-Sensors». Эти датчики представлены различными антеннами для удаленной, бесконтактной регистрации частичных разрядов в оборудовании. Все эти электромагнитные антенны лучше всего работают в «UHF» диапазоне частот, где они регистрируют излучение от импульсов частичных разрядов.

- Акустические датчики частичных разрядов – «A-Sensors». Датчики работают в «LF» диапазоне частот, регистрируют акустическое излучение от частичных разрядов дистанционно или же на заземленных поверхностях высоковольтного маслонаполненного оборудования.

На рисунке 1 представлен пример установки датчика регистрации ЧР (высокочастотных трансформаторов тока) на заземляющую шину электрооборудования.



Рис.1. Пример установки датчиков (высокочастотных трансформаторов тока) для регистрации частичных разрядов в электрооборудовании

На рисунке 2 представлен результат измерения частичных разрядов в высоковольтном электродвигателе на одном из промышленного предприятия РТ. Результат измерения представлен в виде плоскости, на которой показано распределение импульсов частичных разрядов относительно синусоиды приложенного к изоляции напряжения. Импульсы на графике представлены разноцветными точками, где цвет определяет количество импульсов в сигнале относительно фазового угла.

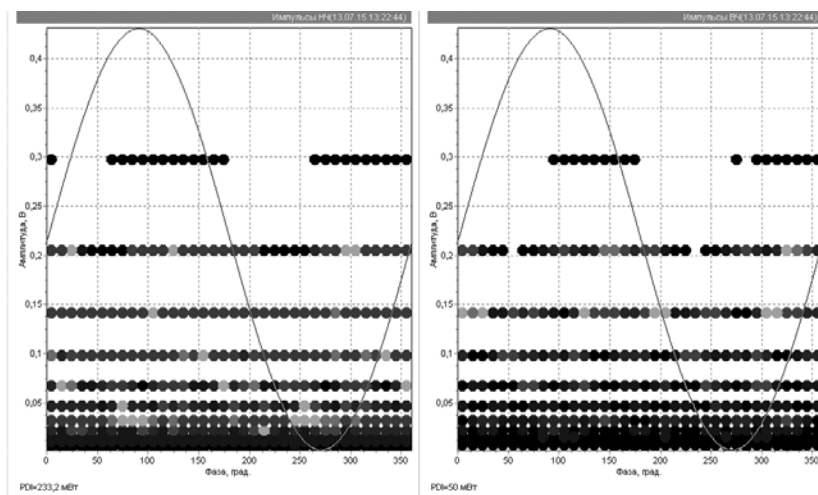


Рис. 2 Результат измерения ЧР в двигателе

Как видно из рисунка 2 максимальная амплитуда разрядов в ВЧ и НЧ импульсе составляет 0,3 В и обладают малой интенсивностью. Большинство разрядов находится в диапазоне 0,05-0,15 В. Данный факт свидетельствует о незначительном износе изоляции и нахождении ее в удовлетворительном состоянии согласно таблице 1.

Для более качественного анализа диагностических данных необходимо вести периодический контроль измерений с построением временных трендов изменения активности ЧР. Наличие временного тренда в изменении параметров ЧР практически однозначно говорит о наличии проблем в изоляции. Изменение интенсивности частичных разрядов в три - четыре раза за один год наблюдения, или скачок в два раза, обозначает, что в изоляции оборудования имеет место развивающийся дефект.

Поскольку при использовании тренда диагностического параметра оценка состояния оборудования производится сравнением с ранее измеренными значениями, такой анализ является универсальным, применимым для любого оборудования.

По нашему мнению, метод контроля состояния изоляции по характеристикам сигналов ЧР необходимо как можно шире внедрять в практику для проведения периодических обследований оборудования. При периодическом контроле резко возрастает надежность обнаружения дефектов изоляции и точность оценки степени их опасности. Широкое применение этого метода должно существенно снизить количество аварий электрооборудования.

Литература

1. Вдовико, В. П. Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования. — М.: Наука, 2007. — С. 156.
2. Русов, В. А. Измерение частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования. — Екатеринбург: УрГУПС, 2011. — С. 368.
3. Сви, П. М. Измерение частичных разрядов в изоляции оборудования высокого напряжения энергосистем. — М.: Энергия, 1977. — С. 200.



РЕКОНСТРУКЦИЯ КАМЕР СГОРАНИЯ ГТЭ-25/НК-37 ЭНЕРГОБЛОКОВ ГТУ-50 КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1

Халиулин Р.Р.,

Филиал ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1, г.Казань

RECONSTRUCTION OF GTE-25/NK-37 COMBUSTION CANS OF GTU-50 POWER UNITS IN KAZAN CHP-1

Haliulin R.R.

Kazan CHP-1 - branch of JSC Generation Company, Kazan

Аннотация

Статья описывает эксплуатацию на КТЭЦ-1 газотурбинной установки в период 2006-2015 годов. Отображены основные технико-экономические показатели и достигнутые результаты.

Annotation

The article describes an operation of gas turbine power plant at KCHP-1 during the 2006-2015. The major technical and economic indicators and achieved results are displayed.

Казанская ТЭЦ-1 строилась в соответствии со знаменитым планом ГОЭЛРО, в то время именовалась КазГРЭС и введена в эксплуатацию 1 июля 1933г, и к концу 1933г. общая электрическая мощность составила 20 МВт. В то время станция внесла поистине революционный переворот в промышленность и быт Казани.

В настоящее время установленная мощность Казанской ТЭЦ-1 составляет:

- Электрическая – 220 МВт.
- Тепловая – 630 Гкал/ч.

Состав оборудования Казанской ТЭЦ-1:

- группа оборудования 130 ата:
 - турбоагрегат ПТ-60-130/13/1,2 ст.№5, 6;
 - турбоагрегат Р-50-130/13 ст.№7;
 - котлоагрегаты ТГМ-84 «Б» ст.№9, 10, 11;
- группа оборудования ГТУ:
 - газотурбинный двигатель ГТД-25/НК ст.№1,2 (на базе авиационного двигателя НК-37);
 - котел-утилизатор ТКУ-13 ст.№1,2;
- пиковая водогрейная котельная:
 - водогрейные котлоагрегаты ПТВМ-50 ст.№1,2.

Технико-экономические показатели работы станции за 2015г.:

- выработка электроэнергии – 738,6 млн. кВтч.
- отпуск тепловой энергии – 1346,0 тыс. Гкал.
- удельный расход топлива на выработку электрической энергии – 302,1 г/кВтч.
- удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии - 144,6кг/Гкал.
- удельный расход электроэнергии на собственные нужды на производство электроэнергии 6,16%;
- удельный расход электроэнергии на собственные нужды на производство теплоты 36,57 кВтч/Гкал.

В июле 2006г. на Казанской ТЭЦ-1 введена в эксплуатацию ГТУ-ТЭЦ. В состав ГТУ-ТЭЦ входят газотурбинные двигатели ГТД-25/НК-37 ст.№ 1 и 2 (на базе авиационного двигателя НК-37) и котлы-утилизаторы ТКУ-13 ст.№1 и 2. Тем самым реализовать самый эффективный способ производства электро и теплоты – это цикл ГТУ-ТЭЦ, в том числе эффективней и цикла ПГУ. КПД цикла ГТУ-ТЭЦ выше ПГУ, из-за отсутствия потерь при



передаче тепла на паротурбинную установку (ПТУ) и потери на самой ПТУ, генераторе ПТУ, конденсаторе ПТУ

Технико-экономические показатели работы ГТУ за 2015 г:

- удельный расход топлива на выработку электрической энергии – 242,7 г/кВтч.
- удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии – 151,5 кг/Гкал.
- удельный расход электроэнергии на собственные нужды на производство электроэнергии 4,73%;
- удельный расход электроэнергии на собственные нужды на производство теплоты 27,05 кВтч/Гкал.
- наработка ГТУ ст.№ 1,2 соответственно 3515 и 3477 час.

В целом по станции при работе ГТУ удельный расход топлива на выработку электроэнергии снижается на 15,5 г/кВтч, а расход электроэнергии на собственные нужды на выработку электроэнергии на 0,34%, что позволяет сэкономить 9980 тун в год (рис. 1.).

В сложившейся ситуации при жесткой конкуренции на оптовом рынке электроэнергии и мощности, где тон на сегодняшний день задают более экономичные станции, работающие по парогазовому циклу одним из вариантов повышения эффективности производства электроэнергии и повышения конкурентоспособности Казанской ТЭЦ-1, является повышение надежности и увеличение числа часов работы ГТУ.

Персонал Казанской ТЭЦ-1 и ОАО «Кузнецов» постоянно направляет усилия на повышение эксплуатационных и экологических характеристик (надежность работы оборудования и ответственных узлов, снижения ЗВ в атмосферу).

г/кВтч *Динамика основного показателя экономичности Казанской ТЭЦ-1,*
г/кВтч

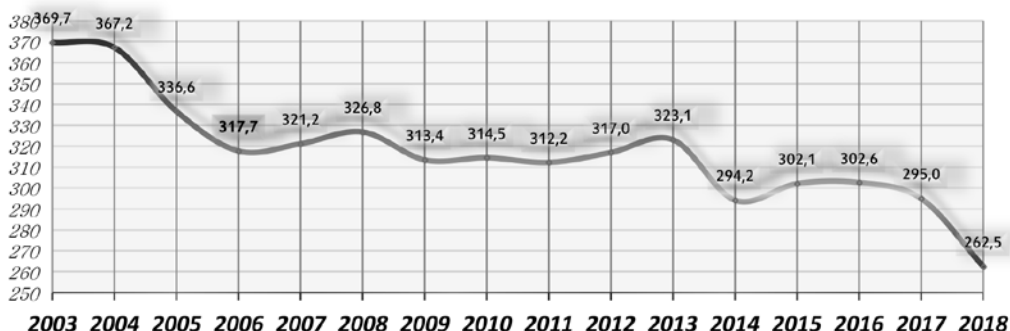


Рис. 1. Динамика удельных расходов топлива на отпуск электрической энергии.

Недостатком ГТД-25/НК является не достаточно низкий показатель по выбросам NOx, который на данный момент составляет 164 мг/нм³ при норме 50 мг/нм³, что снижает число часов использования ГТУ.

ОАО «Кузнецов», являющийся производителем газотурбинного двигателя ГТД-25/НК-37 предложил техническое решение по модернизации камер сгорания газотурбинного двигателя (рис.2.), позволяющее улучшить эффективность процесса сгорания топлива в газотурбинных двигателях и понизить уровень концентрации NOx в уходящих газах до 24 мг/м³ (рис.4.). Модернизированная камера сгорания – это малоэмиссионная камера сгорания (рис. 3.), которая включает в себя:

- кольцевую камеру сгорания традиционного типа;
- малоэмиссионные двухконтурные горелки;
- автоматическую систему управления камерой сгорания.

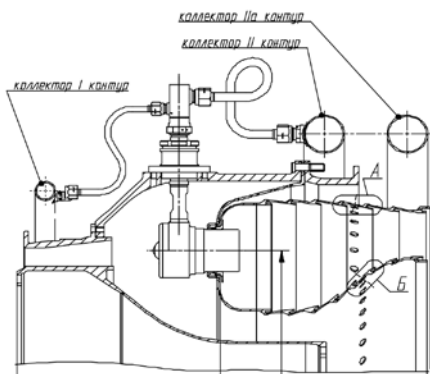


Рис. 2. Чертеж камеры сгорания



Рис. 3. Малоэмиссионная камера сгорания
с выносными горелками

Основные технические решения при модернизации камеры сгорания:

- съемные горелки (28 шт.) обеспечивают возможность их замены в эксплуатации для удаления нагаров и ремонта;
- теплозащитное покрытие ТЗП (600мкм);
- АСУ КС с тремя ДУС и топливными контурами обеспечивает плавное регулирование и низкую величину вредных выбросов в широком диапазоне работы;
- стык жаровой трубы с корпусом турбины в «холодной» зоне исключает температурные поводки в месте стыковки.

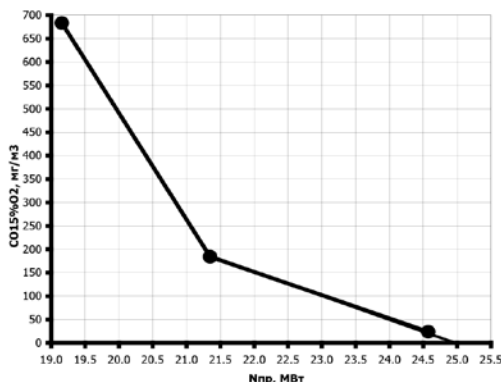
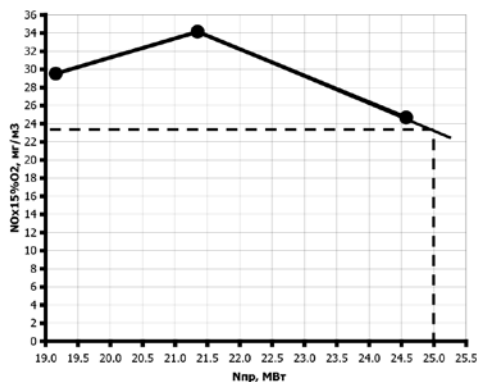


Рис. 4. Выбросы вредных веществ от двигателя НК-37 с МЭКС

Обоснованность принятого решения о модернизации существующих камер сгорания ГТД и дальнейшее увеличение числа часов работы ГТУ-50 в составе действующего оборудования Казанской ТЭЦ-1 подтверждается расчетами технико-экономических показателей работы станции и окупаемости мероприятия:

- удельные расходы топлива на отпуск электрической энергии станции без ГТУ-50 – 320,9 г/кВтч;
- удельный расход топлива на отпуск электрической энергии станции с ГТУ-50 – 297,1 г/кВтч;
- срок окупаемости за счет экономии топлива и дополнительной поставки 50 МВт электрической мощности на оптовый рынок мощности – 3 года.



СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Гаркушенко В.И.,

*ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань*

Аль барри Самоал Хасан,

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

REDUCING ENERGY COSTS IN THE CONTROL SYSTEM OF ELECTRIC DRIVE

Garkushenko V.I.,

*Center of Energy Saving Technologies of the Republic of Tatarstan
under the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan, Kazan*

Al Barry Samoal Hassan,

Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev, Kazan

Аннотация

Рассматривается задача снижения энергетических затрат в многорежимной системе регулирования моментным электроприводом при неизвестном моменте нагрузки с помощью нелинейного ПИД – регулятора и ограничения фазовых токов. Для ограничения фазовых токов используется алгебраический селектор переключения обратных связей без измерения токов. С помощью предложенного регулятора удастся существенно снизить потребление электрической энергии в электромеханической системе по сравнению с ранее предложенным законом управления.

Annotation

The problem of reducing energy costs is considered in reference to multi-mode electric torque drive control system with unknown load torque using a nonlinear PID - control and limitation of the phase currents. To limit the phase currents an algebraic selector of feedbacks is used without measuring the currents. The proposed controller provides means for significantly reducing consumption of electrical energy in the electro-mechanical system in comparison with the previously proposed control law.

При проектировании многорежимных электромеханических систем автоматического управления приходится использовать различные регуляторы для каждого режима работы системы (например, для режима слежения и режима переориентации) с целью минимизации энергетических затрат. В тоже время, для повышения эффективности системы управления необходимо построение универсальных законов управления электроприводом для автоматического перехода из одного режима в другой без переключения регуляторов. Один из способов построения такого регулятора был рассмотрен в работе [1], в которой предложен алгоритм адаптации регулятора в зависимости от значения рассогласования между регулируемым выходом и заданной командой. При этом для ограничения допустимого тока в фазах электродвигателя введено ограничение управляющего напряжения. Данный способ косвенного ограничения тока не позволяет минимизировать потребляемую электрическую мощность.

Для устранения указанного недостатка в настоящей работе предлагается использовать нелинейный ПИД – регулятор для различных режимов работы и ограничение фазовых токов с помощью алгебраического селектора (АС) без измерения токов.

Динамика электромеханической системы описывается уравнениями:

$$\begin{aligned} J\ddot{\theta} &= c_M i - M_c, \\ L\frac{di}{dt} + Ri + c_E \dot{\theta} &= u, \end{aligned} \tag{1}$$



где θ – угол поворота ротора (рад); u, i – напряжение (В), ток (А) якорной цепи; J – приведенный момент инерции ротора двигателя с учетом инерции нагрузки (кг м²), M_c – момент нагрузки на валу двигателя (Н м); R, L – сопротивление (Ом), индуктивность (Гн) якорной цепи; $c_M = c_E$ – параметры моментного двигателя.

Уравнения (1) описывают динамику поворотного устройства, установленного на подвижном основании, которое воздействует на поворотное устройство через момент возмущения M_c [2].

Используется закон управления, полученный в [1], который можно переписать в виде одного нелинейного ПИД-регулятора:

$$u_1 = k_1 \varepsilon + k_2 \frac{p}{0.01p + 1} \varepsilon + k_3(\varepsilon) \frac{1}{p} \varepsilon, \quad k_3(\varepsilon) = k_3^* \exp(-\gamma |\varepsilon|), \quad (2)$$

где $k_1, k_2, k_3^*, \gamma > 0$ – настраиваемые параметры; p – оператор дифференцирования. Нелинейность коэффициента $k_3(\varepsilon)$ позволяет уменьшать влияние интегратора при больших значениях рассогласования ε , тем самым уменьшая динамическую ошибку.

Для ограничения токов в фазах двигателя используется подход [3], основанный на использовании алгебраического селектора. При этом вводятся две вспомогательные обратные связи для ограничения тока:

$$u_2 = c_E \dot{\theta} + Ri_{\max}, \quad u_3 = c_E \dot{\theta} - Ri_{\max}, \quad (3)$$

где $i_{\max}$ – заданный максимальный ток.

Сигналы u_1, u_2, u_3 поступают на вход АС, на выходе которого в каждый момент времени формируется управляющее напряжение $\tilde{u}$, ограниченное по амплитуде значениями u_2, u_3 :

$$\tilde{u} = AC(u_1, u_2, u_3) \quad (4)$$

Для исключения сбоя работы алгебраического селектора, необходимо ограничивать шумы измерений угловой скорости $\dot{\theta}$ и рассогласования ε .

Также как в [1] используется ограничение по напряжению:

$$u = \begin{cases} \tilde{u}, & |\tilde{u}| \leq u_{\max}; \\ u_{\max} \operatorname{sign}(\tilde{u}), & |\tilde{u}| > u_{\max}, \end{cases} \quad (5)$$

где $u_{\max}$ – ограничивающее напряжение.

С целью подтверждения эффективности закона управления (2)-(5) проведено моделирование электромеханической системы с моментным приводом при действии на интервале времени $1.1 < t < 1.6$ с кратковременного возмущения на валу двигателя, для исходных данных принятых в работе [1]: $u_{\max} = 40$ В, $c_E = 10$, $R = 1$ Ом, $k_1 = 180$, $k_2 = 25$, $k_3 = 270$.

Вводится ограничение по току $i_{\max} = 10$ А и принимается значение коэффициента интегратора $\gamma = 5$.

В системе управления моментным приводом измерение рассогласования осуществляется с помощью энкодера с высокой точностью, поэтому при моделировании учитывается только шум измерения угловой скорости $\dot{\theta}$, вычисленной по измерениям углового перемещения.

На рис. 1 представлены переходные процессы рассогласования ε в режиме слежения за командным углом $\theta^* = at$, $a = 1$ рад/сек с законом управления (2)-(5) (сплошная кривая). Для сравнения на рис. 1 представлен также процесс с законом управления [1] (пунктирная



кривая), из которого следует, что процессы по рассогласованию ε достаточно близки, но при этом броски тока в 1,5 раза больше чем при законе управления (2)-(5).

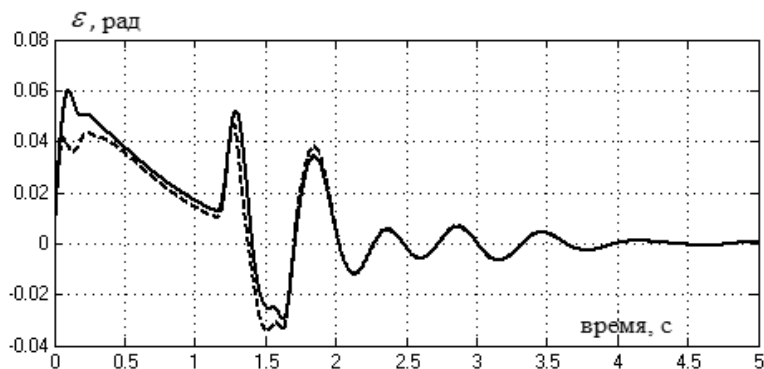


Рис. 1. Переходные процессы по рассогласованию для режима слежения.

На рис. 2 и рис. 3 представлены переходные процессы рассогласования ε и в режиме отработки командного сигнала $\theta^* = \pi / 2$ с законом управления (2)-(5) (сплошная кривая) и с законом управления [1] (пунктирная кривая).

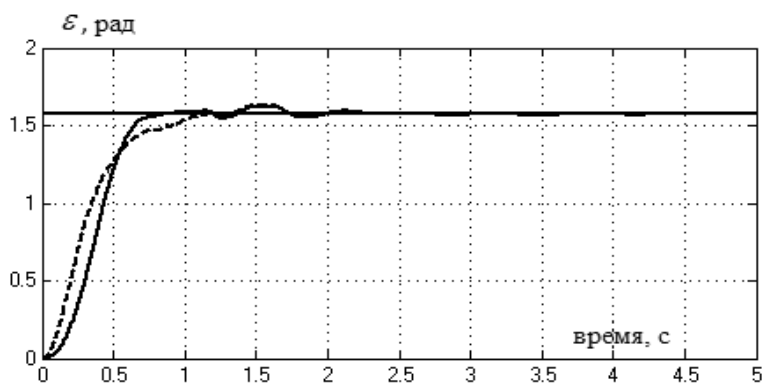


Рис. 2. Переходные процессы по рассогласованию для режима переориентации.

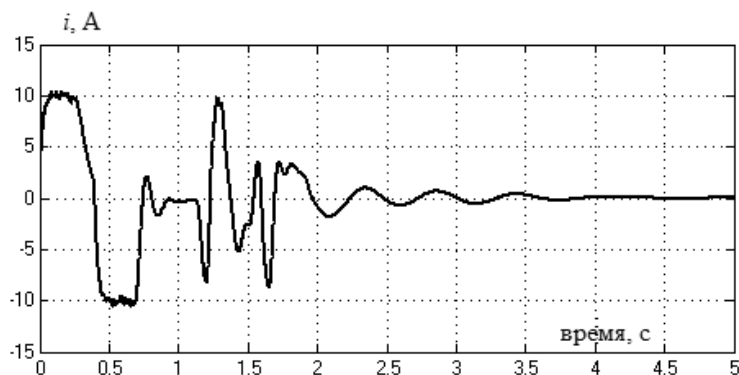


Рис. 3. Переходный процесс по току для режима переориентации.



На рис. 3 и рис. 4 представлены переходные процессы для тока i и управляющего напряжения $\tilde{u}$ на выходе АС в режиме переориентации при наличии шумов измерения угловой скорости θ . Как следует из рис. 3, сигнал на выходе АС $\tilde{u}$ совпадает с сигналом u_1 при вхождении в трубку ограничивающих напряжений u_2 и u_3 . При этом за время работы системы регулирования в течение 5с потребляемая электрическая энергия двигателем в 1,8 раза меньше, чем при законе управления [1].

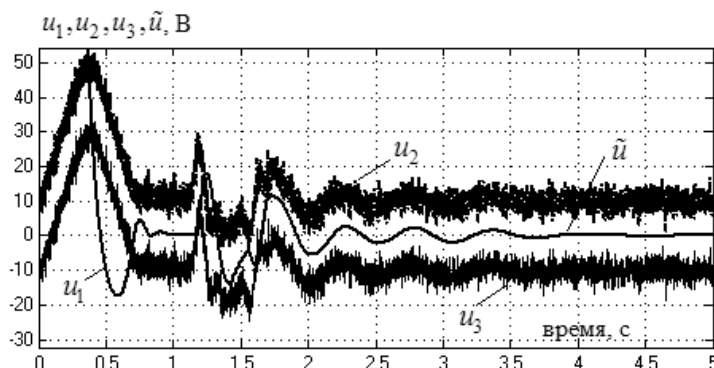


Рис. 4. Переходные процессы по напряжению в алгебраическом селекторе для режима переориентации.

Таким образом, предложенный алгоритм управления с нелинейным ПИД-регулятором и ограничением тока в фазах двигателя позволяет обеспечить требуемое качество переходных процессов и существенно снизить потребление электрической энергии при длительной работе электромеханической системы управления. Предложенная методика синтеза законов управления может быть использована для различных динамических систем.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-05575.

Литература

1. Гаркушенко В.И., Аль Бари Самоал Хасан. Повышение качества ПИД-регулирования моментным электроприводом // Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение», 1-3 апреля 2015 г., Казань, 2015г. С.435-437.
2. С.Х. Аль Бари, В.М. Бородин, В.И. Гаркушенко. Синтез управления оптическим прибором, установленным на транспортном средстве // Труды XI Всероссийского съезда по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, Казань, 20-24 августа 2015г. С.138-140.
3. Петунин В. И. Синтез систем автоматического управления летательными аппаратами с автоматами ограничений предельных параметров // Изв. вузов. Приборостроение. 2010. Т. 53, № 10. С. 18–24.



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДИАГНОСТИКИ

Макаров В.А., Титов В.А.,

*ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров
Республики Татарстан», г.Казань*

TECHNICAL INSPECTION - METHOD LIFE EXTENSION ELECTRICAL EQUIPMENT

Makarov V.A., Titov V.A.,

*Center of Energy Saving Technologies of the Tatarstan Republic at the Cabinet of Ministry of the
Tatarstan Republic, Kazan*

Аннотация

Процедуру продления срока эксплуатации электроэнергетического оборудования согласно [1] необходимо проводить по истечении срока службы, устанавливаемого нормативно-технической документацией. Электрооборудование – оборудование, предназначенное для производства, передачи, распределения и изменения характеристик (напряжения, частоты, вида электрического тока и др.) электрической энергии (например, генератор, двигатель, выключатель, и т.д.).

Annotation

The procedure of extending the service life of power equipment in accordance with [1] should be carried out upon expiry of the service, to establish a regulatory and technical documentation. Electrical equipment - equipment for generation, transmission, distribution and changes of characteristics (voltage, frequency, electric current and form more) electrical energy (e.g., generator, motor, switch, etc.).

Цели и задачи технического освидетельствования и периодичность его проведения.

Целью технического освидетельствования является обеспечение работоспособности и эксплуатационной надежности электрооборудования при его дальнейшей эксплуатации после достижения сверхнормативного срока службы. В соответствии с требованиями пункта 1.6.7 «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ) по истечении установленного нормативно-технической документацией срока службы все технологические системы и электрооборудование должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию. Основной решаемой задачей при техническом освидетельствовании является оценка технического состояния электрооборудования и продление срока эксплуатации электрооборудования. Так как необходимость в процедуре продление срока эксплуатации наступает по истечении установленного нормативно-технической документацией срока службы, то соответственно, и техническое освидетельствование электрооборудования необходимо организовать в тот же период.

Эксплуатация электроустановок сверх нормативного срока (25-30 лет) без проведения технического освидетельствования и продления уполномоченной комиссией срока эксплуатации может быть приостановлена предписанием Ростехнадзора.

Срок проведения последующего технического освидетельствования намечается для каждого оборудования индивидуально в зависимости от его технического состояния.

Организация проведения технического освидетельствования.

Техническое освидетельствование проводится на основании стандарта предприятия, разработанного и утверждённого в установленном порядке. Стандарты по техническому освидетельствованию разработаны Центром для ряда предприятий Республики Татарстан.

Организация работ осуществляется в 3 этапа.



Сбор и анализ технической, эксплуатационной документации

Целью сбора и анализа документации является изучение фактического состояния обследуемого оборудования. В ходе выполнения этого этапа работы решаются задачи по определению соответствия объемов и качество работ по обслуживанию оборудованию, по оценки количества аварий и отказов, по проверки соответствия фактических режимов работы оборудования его паспортным характеристикам.

По результатам анализа первичной документации высококвалифицированные специалисты Центра определяют оборудование для которой необходимо провести техническую диагностику.

Внешний осмотр оборудования

Результатом осмотра является актуальный перечень и экспертное заключение по состоянию эксплуатируемого оборудования. По результатам анализа первичной документации и осмотра оборудования эксперты Центра определяют оборудование, для которого необходимо провести дополнительную техническую диагностику.

Техническая диагностика

Целью технической диагностики является инструментальное определение текущего состояния энергетического оборудования.

Задачами технической диагностики является измерение фактических характеристик в соответствии с требованиями нормативно-техническими документами. Измерение при технической диагностики производится тех показателей, величины которых нормированы. И по соответствию измеренных величин и нормируемого значения определяется состояние энергетического оборудования.

Проведение измерений осуществляется квалифицированным персоналом в соответствии с утвержденными в Ростехнадзоре методикам. При проведении измерений выполняются требования по технике безопасности и охране труда.

Результатом является получение фактических характеристик энергетического оборудования.

Комплексный анализ данных, формирование технического заключения

При комплексном анализе данных состояния энергетического оборудования производится сопоставление данных полученных по результатам документального обследования и инструментального обследования. Целью такого комплексного анализа является подтверждение уровня фактического состояния эксплуатируемого оборудования. При таком сопоставлении увеличивается точность в определении износа оборудования.

Результатом анализа заключение о техническом состоянии проверяемого энергетического оборудования.

Оформлению заключения и актов по результатам технического освидетельствования

Работы по техническому освидетельствованию выполняются Центром с целью определения состояния оборудования и возможности дальнейшей его эксплуатации.

Результаты освидетельствования оформляются актом. Акт подписывается всеми членами комиссии по освидетельствованию и утверждается председателем комиссии.

К акту прилагаются отчет о проведении работ по техническому освидетельствованию и план мероприятий по обеспечению дальнейшей эксплуатации объекта.

Акт технического освидетельствования должен быть занесен в технический паспорт энергетического оборудования и храниться в деле технического паспорта объекта до момента его исключения из эксплуатации (ликвидации объекта).

Вывод о возможности дальнейшей эксплуатации объекта и выработаны мероприятия и условия, обеспечивающие нормальную эксплуатацию, производится по анализу результатов всех этапов выполнения технического освидетельствования.



В зависимости от состояния объекта может быть назначено дополнительное обследование отдельных видов оборудования.

По результатам технической диагностики Центром составляется отчет.

Отчет рассматривается комиссией по техническому освидетельствованию.

Комиссия принимает окончательное решение о дальнейшей эксплуатации объекта, проведению соответствующих мероприятий, а также сроке проведения следующего освидетельствования.

Литература

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ).
2. Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭЭСиС);
3. Положение о порядке продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах. РД 03-484-02.
4. СТО 56947007-29.240.10.030-2009 «Методические указания по проведению периодического технического освидетельствования электротехнического оборудования подстанций ЕНЭС». Стандарт ОАО «ФСК ЕЭС».
5. СТО 56947007-29.240.01.053-2010 «Методические указания по проведению периодического технического освидетельствования воздушных линий электропередач ЕНЭС». Стандарт ОАО «ФСК ЕЭС».



ВНЕДРЕНИЕ МАЛОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

*Бальзамов Д.С., Тимершин Б.Ф.,
ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань*

INTRODUCTION GAS PISTON UNITS AT ENERGY FACILITIES

*Balzamov D.S., Timershin B.F.,
Engineering Center «Energoprogress» LLC, Kazan*

Аннотация

В текущей экономической ситуации предприятия стараются максимально мобилизовать свои ресурсы и минимизировать затраты. Расходы на электроэнергию для многих промпредприятий сейчас – одна из важнейших статей затрат, приходящихся на собственные нужды. Одним из вариантов решения обозначенной задачи является организация собственной генерации электрической энергии на территории предприятия в режиме когенерации.

Annotation

In the current economic situation, companies try their best to mobilize its resources and to minimize costs. The costs of electricity for many industrial enterprises now - one of the major cost items relating to their own needs. One solution to the problem is the organization designated by their own generation of electricity in the plant in cogeneration mode.

В качестве объекта для внедрения газопоршневых агрегатов рассматривается РК «Азино», расположенная в Советском районе г. Казани. Характеристика котельной приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика котельной

Параметр	Значение
Потребление газа, тыс. м ³ /год	21 244
Потребление электрической энергии, тыс. кВтч/год	21 822
Выработка тепловой энергии, Гкал	166 355
Продолжительность работы, ч	5230
Тариф на газ ¹	5,394
Тариф на электроэнергию ²	4,385

Как следует из табл. 1, РК «Азино» характеризуется высоким потреблением электрической энергии на собственные нужды, при этом стоит отметить, что энергоснабжение котельной осуществляется по категории среднего напряжения.

Для снижения затрат на потребляемую электрическую энергию предлагается организовать собственный энергоцентр на территории РК «Азино» на базе газопоршневых двигателей. Положительные аспекты создания мини-ТЭЦ представлены на рис. 1.

Проанализировав почасовые графики электропотребления, определена требуемая мощность мини-ТЭЦ, которая составляет 3,15 МВт с коэффициентом загрузки 0,92. Предполагается принять к установке 9 контейнеров мощностью 350 кВт каждый производства ОАО ПФК «Рыбинсккомплекс». Производитель был выбран на основании сравнительного анализа таких факторов, как стоимость оборудования, стоимость сервисного обслуживания, доступность расходных материалов и запасных частей, ремонтпригодность, срок окупаемости и др.

Результаты технико-экономического обоснования (ТЭО) проекта внедрения мини-ТЭЦ на РК «Азино» представлены в таблице 2.



Рис.1. Положительные аспекты организации собственной мини-ТЭЦ

Таблица 2

Результаты ТЭО ГПА на базе двигателей ЯМЗ мощностью 3,15 МВт на РК «Азино»

Показатель	Ед. изм.	Значение
Стоимость строительства мини-ТЭС «под ключ»	руб.	130 048 984р.
Суммарная электрическая мощность мини-ТЭС	кВт эл.	3 150
Суммарная тепловая мощность мини-ТЭС	кВт т.	2 610
Часовое потребление газа мини-ТЭС	м ³ /ч	1 127
Производимое количество электроэнергии в год	кВт*ч/год	15 156 540
Производимое количество тепловой энергии в год	Гкал/год	8 962
Годовое потребление газа мини-ТЭС	м ³ /год	5 422 836
Годовые эксплуатационные расходы мини-ТЭС	Руб./год	52 787 608
Годовые затраты на приобретение электрической энергии	Руб./год	66 461 428
Годовые затраты на приобретение тепловой энергии	Руб./год	5 885 196
Годовая экономия при эксплуатации мини-ТЭС:		
Экономия при производстве собственной электроэнергии	Руб./год	13 673 820
Дополнительная экономия при утилизации тепла	Руб./год	5 885 196
Общая экономия при эксплуатации мини-ТЭС	Руб./год	19 559 016
Себестоимость электроэнергии (без учёта утилизации тепла)	Руб./кВт ч	3,48
Себестоимость электроэнергии (с учетом утилизации тепла)	Руб./кВт ч	2,5
Срок окупаемости мини-ТЭС (с учетом утилизации тепла)	лет	6,6
Дисконтированный срок окупаемости	лет	12,51



В связи с большими капитальными затратами реализация проекта предполагает привлечение кредитных средств. Процент по кредиту принят на уровне 15%, срок кредитования 5 лет, сумма переплат составит 62806,477 тыс. руб., что негативно сказывается на сроках окупаемости проекта. В связи с этим существует потребность поиска финансового механизма реализации подобных проектов с более выгодными условиями финансирования.

Также было выполнено ТЭО альтернативных вариантов мини-ТЭЦ, результаты которого представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты сравнительного анализа производителей ГПА

Производитель	ЗАО бинском- плекс» ЯМЗ-Э8202 (3,15 МВт)	ООО «Биоэнергоси- ла» ETW 1000 EG	Группа компаний «Дизель» Perkins
Мощность установки, МВт	3,15	3	3
Количество вырабатываемой Э/Э в год, кВт	15 156 540	14 434 800	14 434 800
Количество вырабатываемой тепловой энергии в год, Гкал	8 962	12 218	12 008
Затраты на топливо в год, руб.	27 884 221	18 674 693	19 149 725
Затраты на капитальный ремонт в год, руб.	8 310 834	10 970 850	10 545 710
Эксплуатационные затраты в год, руб.	1 498 200	4 996 881	3 477 703
Наработка до капитального ремонта, часов	1 500	1 500	1 500
Ресурс двигателя, часов	45 000	60 000	50 000
Стоимость мини ТЭЦ «под ключ», руб.	130 758 510	170 658 750	164 281 647
Сумма выплат процентов от привлеченных кредитных средств, руб.	62 806 477	82 116 901	79 016 456
Простой срок окупаемости проекта, лет	6,6	9,1	8,9
Дисконтированный срок окупаемости проекта, лет	12,51	17,84	15,86

Анализируя результаты, видно, что при указанных выше преимуществах отечественных газопоршневых агрегатов у них имеются также слабые стороны, среди которых меньший ресурс двигателя и более высокое потребление топлива на единицу вырабатываемой электрической энергии.

В проекте рассматривается работа газопоршневой электростанции параллельно существующей электрической сети без выдачи мощности в сеть (только на собственные нужды) (рис2).

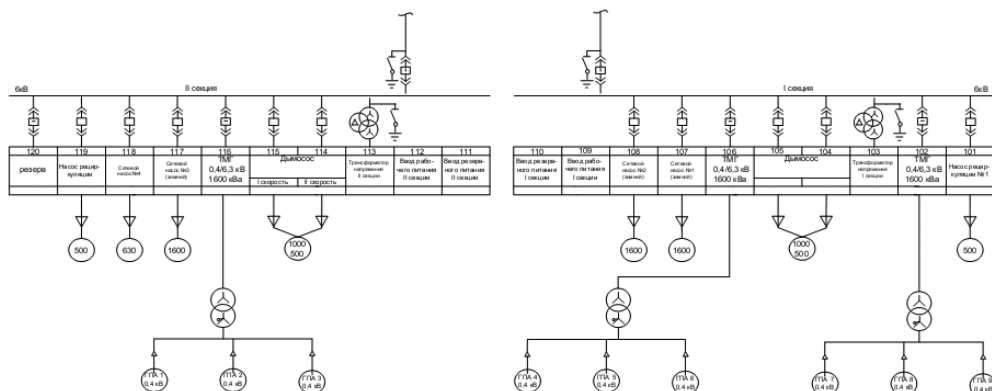


Рис. 2. Схема подключения ГПЭ к существующей электрической сети.

Так как основным потребителем электроэнергии является оборудование, работающее на напряжении 6 кВ, требуется установка повышающего трансформатора 0,4/6 кВ.

Размещение агрегатов планируется в контейнерном исполнении с общим выводом уходящих газов в одну дымовую трубу высотой 13 м. Схема расположения представлена на рис.3.

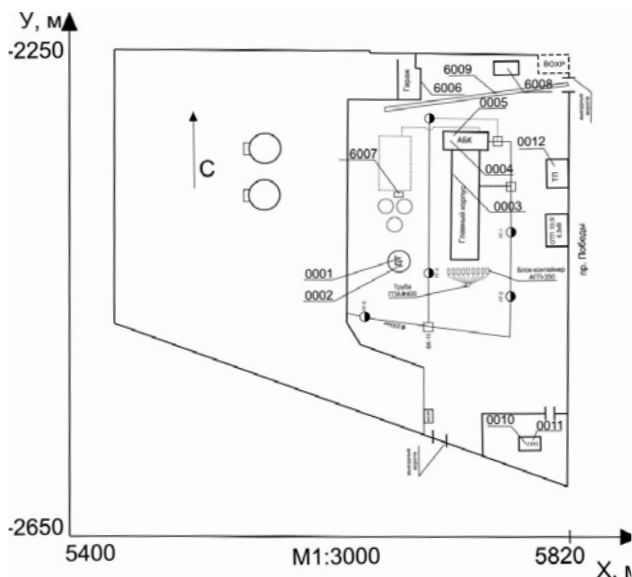


Рис. 3. Схема расположения газопоршневых агрегатов.

Высота дымовой трубы была определена, исходя из расчета концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы с учетом работы котельной и газопоршневых агрегатов. Максимальная приземная концентрация NO_x составит 0,95 долей ПДК (0,19 мг/м^3), NO – 0,1 долей ПДК (0,04 мг/м^3), CO – 0,34 долей ПДК (1,7 мг/м^3), что отвечает требованиям гигиенических нормативов, предъявляемых к качеству атмосферного воздуха населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03).

Была проведена оценка уровня шума от мини-ТЭЦ, в результате чего определено, что на границе жилой застройки уровень звукового давления составит 42,6 дБ, что соответствует санитарным нормативам, предъявляемым к территориям жилой застройки ночного времени суток.



Вывод

Выполненные расчёты показали, что организация собственной мини-ТЭЦ для покрытия части потребляемой электрической энергии позволит снизить расходы котельной на 23,5 млн. руб. при себестоимости получаемой электрической энергии 3,09 руб./кВтч с учетом утилизации тепла.

Литература

1. Конструкция, руководство по эксплуатации и виды применения газопоршневых электростанций ЗАО «ПФК «Рыбинсккомплекс», г. Рыбинск, 2014г.
2. Инструкция по эксплуатации двигателей MWM.
3. Данные ПТО Казанской ТЭЦ-1 по работе котельной РК «Азино».
3. Данные Минэкономразвития по индексам дефляторов.



**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК,
ДИСПЕРГИРОВАННЫХ В РАСТВОРАХ ПАВ,
В НОВЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

*Зуева О.С., Зверева Э.Р., Макарова А.О., Хабибуллина Р.В., Ахметвалиева Г.Р.,
Салихзянова Д.Р., Хатмуллина З.Ф.,*

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

**THE USE OF DISPERSED CARBON NANOTUBES IN THE SURFACTANT SOLUTION F
OR DEVELOPING NEW ENERGY SAVING TECHNOLOGIES**

*Zueva O.S., Zvereva E.R., Makarova A.O., Khabibullina R.V., Akhmetvalieva G.R., Salikhzyanova
D.R., Khatmullina Z.F.,*

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Проанализированы возможности использования углеродных нанотрубок, диспергированных в растворах ПАВ в новых энергосберегающих технологиях. Выявлено, что применение нанотрубок в качестве добавок к тяжелому котельному топливу приводит к снижению его вязкости, тем самым способствуя энергосбережению и ресурсоэффективности за счет снижения затрат на собственные нужды станций и котельных. Показано, что техническое использование композиций углеродные нанотрубки – ПАВ нуждается в выяснении механизмов адсорбции молекул ПАВ на углеродных нанотрубках, а также механизмов их взаимодействия с дисперсионной средой. Рассмотрены доминирующие механизмы подобных взаимодействий.

Annotation

The possibilities of using carbon nanotubes dispersed in surfactants solutions for new energy saving technologies have been analysed. It has been found that the applying of nanotubes as additives for heavy boiler fuel leads to decrease in its viscosity, thus contributing to energy- and resourceefficiency by reducing costs for its own needs power and boiler plants. It has been shown that for technical use of compositions carbon nanotubes – surfactant is need to clarify the mechanisms of adsorption of surfactant molecules on carbon nanotubes, and also mechanisms of their interaction with the dispersive environment. The dominant mechanisms of similar interactions have been considered.

Углеродные нанотрубки в силу особенностей своей структуры считаются одним из самых универсальных наноматериалов. Одностенные углеродные нанотрубки, состоящие из атомов свернутой в трубку графеновой плоскости являются почти идеальными одномерными системами, в которых существует квантовое ограничение и высокая корреляции между носителями заряда. В зависимости от расположения атомов углерода по отношению к оси (т.е. хиральности) нанотрубки могут иметь как полупроводниковые свойства, так и обладать металлическим типом проводимости. У наночастиц, к которым относятся одностенные и многостенные углеродные нанотрубки, значительную часть атомов составляют атомы, находящиеся в приповерхностных слоях, из-за чего свойства наноматериалов крайне чувствительны к микроокружению наночастиц. Любое его изменение, такое, как поверхностный допинг, функционализация поверхности с помощью некоторых органических функциональных групп или ее модификация путем покрытия слоями молекул поверхностно-активных веществ (ПАВ), приводит к изменению электронных и фотофизических свойств наночастиц. Такая чувствительность к внешнему воздействию открывает возможность не только для создания материалов с заданными свойствами, но и для контролируемого изменения этих свойств.

Известно, что использование углеродных нанотрубок дает возможность получать нанокomпозиционные материалы с уникальными оптическими, электрическими, магнитными и каталитическими свойствами, с усовершенствованными эксплуатационными характеристиками и пр. В настоящее время углеродные нанотрубки (УНТ) являются универсальным



добавочным материалом для создания веществ, имеющих принципиально новые или значительно улучшенные физико-механические и физико-химические свойства, причем спектр возможных применений углеродных нанотрубок со временем все более расширяется. В частности, добавление малых количеств углеродных нанотрубок приводит к существенному увеличению прочностных параметров конструкционных и функциональных материалов, что позволяет создавать усовершенствованные строительные, полимерные и резинотехнические нанокomпозиционные материалы, а также материалы, обладающие повышенной износ- и антикоррозионной стойкостью.

В современных энергосберегающих технологиях углеродные нанотрубки могут быть использованы для хранения и транспортировки водорода в водородной энергетике, для термоэлектрического и фотоэлектрического преобразования энергии в альтернативной энергетике, для аккумуляирования и выработки электроэнергии в суперконденсаторах и батареях и т.д. Динамичное развитие нанотехнологий не оставило стороной и подготовку нефтепродуктов к сжиганию: наметилась тенденция к использованию наночастиц, в том числе углеродных нанотрубок в составе присадок к моторному топливу. Существующие на данный момент работы по использованию углеродных нанотрубок в качестве добавок к дизельному и биодизельному топливу подтверждают повышение эффективности сгорания и экономию топлива, а их совместное использование с другими наночастицами (например, церия) дает улучшение экологических характеристик используемого топлива. Кроме того, было отмечено изменение физико-химических свойств дизельного топлива с добавками наночастиц, в частности, его вязкостных характеристик [1].

Поскольку опыт применения углеродных нанотрубок в качестве добавок к моторным топливам оказался успешным для улучшения свойств легких нефтепродуктов, в настоящее время нами изучаются возможности использования наряду с добавками, уже доказавшими свою эффективность [2-5], добавок с углеродными нанотрубками к тяжелому котельному топливу с целью улучшения его эксплуатационных и экологических свойств. Результаты исследований реологических характеристик топочного мазута и водотопливных эмульсий, смешанных с суспензий отечественных углеродных нанотрубок в дисперсиях ПАВ, говорят о возможности значительного уменьшения вязкости мазута. В частности, нами было найдено, что введение подобных суспензий с концентрацией УНТ 0,82 мас.% увеличивает текучесть топлива на 11-26 % [6,7]. Тем самым было показано, что использование УНТ в качестве добавок к тяжелому котельному топливу может дать вклад в решение задач энергосбережения и ресурсоэффективности за счет снижения затрат на собственные нужды станций и котельных при введении в котельное топливо углеродных нанотрубок. Следует отметить, что основной эффект от применения добавок углеродных нанотрубок, как следует из литературных данных по дизельному и биодизельному топливу, может быть связан с их каталитическими свойствами. Наличие синергетического эффекта за счет улучшения не только реологических, но и каталитических свойств топлива, дает возможность предположить экономическую целесообразность их использования в составе добавок к котельному топливу в недалеком будущем.

Технология получения композиционных материалов, содержащих нанотрубки, требуют их равномерного распределения по всему объему образца. Для дезагрегирования углеродных нанотрубок, связанных между собой физическими силами Ван-дер-Ваальса и потому образующих спутанные клубки различной величины, применяется комплекс различных физических и химических методов. Чаще всего перед внедрением углеродных нанотрубок в матрицу основы углеродные нанотрубки диспергируют в растворах ПАВ с помощью ультразвука [8,9]. В этом и во многих других случаях из-за особенностей применяемых технологий углеродные нанотрубки находятся в контакте с жидкостью (вода, электролиты, ионные жидкости), содержащей поверхностно-активные вещества, меняющие свойства поверхности раздела [10]. Кроме хороших диспергирующих свойств, поверхностно-активные вещества, образуя комплексы с УНТ, могут придавать им новые функциональные характеристики.



Взаимодействие поверхности углеродных нанотрубок с молекулами ПАВ, происходящее в растворах, дает возможности для контролируемого изменения свойств систем, включающих УНТ. Применительно к углеродным нанотрубкам использование ПАВ преследует несколько целей:

а) Получение однородных суспензий и определение видов или смесей ПАВ, позволяющих провести эффективное диспергирование для последующего получения композиционных материалов. Конкретный результат в данной области всегда будет зависеть от условий производства, вида и чистоты углеродного наноматериала, а также от преследуемых в работе целей. В частности, составы, которые можно использовать для создания полимеров, будут отличаться от составов, используемых для получения бетонов, и уж тем более от добавок в углеродородное топливо или для использования в медицине. Следует отметить, что прямой перенос результатов, полученных зарубежными учеными, на российские наноматериалы далеко не всегда будет адекватным.

б) Разделение на углеродных нанотрубок на монодисперсные по диаметру, хиральности и длине фракции. В работе [11] показано, как поверхностно-активные вещества могут использоваться для достижения требуемого разделения. Однако для дальнейшего совершенствования этой процедуры, так же как и для контролируемого изменения свойств систем, содержащих нанотрубки, необходимо знать механизмы адсорбции молекул ПАВ на углеродных нанотрубках.

в) Использование уникальных оптических свойств полупроводниковых нанотрубок – способность генерировать излучение в ближней инфракрасной области при электрическом или световом возбуждении с определенными параметрами и управления оптическими характеристиками нанотрубок за счет изменения диэлектрических свойств локального окружения (модификации поверхности).

г) Создание систем, способных нелинейно ограничивать лазерное излучение при возрастании его интенсивности, что является важным при разработке практических материалов для создания средств защиты глаз и сенсоров [12] Разработанные для этого суспензии ограничивают лазерный свет в широком спектральном интервале посредством рассеяния входящего излучения на светоиндуцированных неоднородностях среды. Это перечисление можно еще продолжить.

Однако для всех областей технического использования УНТ важным является как выяснение механизмов адсорбции молекул ПАВ на углеродных нанотрубках, так и механизмов взаимодействия функционализированных углеродных нанотрубок с дисперсионной средой. Причем необходимо исследовать не лабораторные образцы, а реально выпускаемые в промышленных (или в полупромышленных) масштабах отечественные углеродные наноматериалы, такие, как Таунит (позиционировавшийся ранее как многостенные углеродные нанотрубки) и TUBALL (позиционирующийся сейчас как одностенные углеродные нанотрубки, однако содержащий их только 75%).

Механизмы адсорбции молекул ПАВ и их самоорганизация в различные образования на поверхности нанотрубок углеродного наноматериала «Таунит» исследованы нами в работах [13,14]. Были использованы два взаимно дополняющих метода: метод инфракрасной спектроскопии, позволяющий исследовать особенности поглощения пропускаемого через вещество инфракрасного излучения в зависимости от его частоты и метод ядерного магнитного резонанса, дающий представление о роли ближайшего окружения протонов ПАВ и о динамических процессах, происходящих внутри системы. На примере додецилсульфатов натрия, лития и цезия рассмотрены доминирующие механизмы взаимодействия молекул ПАВ с поверхностью нанотрубок и их зависимость от природы ПАВ. Следует отметить, что при создании конкретных технических наноустройств на основе углеродных нанотрубок задача выяснения механизмов адсорбции определенных молекул ПАВ на углеродных нанотрубках станет еще более актуальной, поскольку потребуется не только определенная функционализация графеновой поверхности УНТ с помощью конкретного ПАВ (и эти результаты надо уметь предсказывать), но и возможность управления их характеристиками



за счет изменения локального окружения, т.е. опять же за счет изменения ПАВ.

Взаимодействие углеродных нанотрубок с дисперсионной средой приводит также к существенному отличию реологических характеристик дисперсионной среды. В работе [15] показано, что изменение вязкости, наблюдавшееся нами для тяжелых нефтяных систем при добавлении УНТ, оказывается, является характерным и для других жидких сред при определенной очень небольшой концентрации наночастиц. Подобное явление объясняется тем, что при течении жидкостей, содержащих наночастицы, за счет образования граничных слоев вокруг частиц наполнителя происходит разделение на различающиеся по вязкости слои и возникает послойное сдвиговое течение. Явление структурообразования и возникновение послойного течения в некоторых системах, содержащих наночастицы, продемонстрировано в работе [16]. Механизмы подобных явлений до сих пор до конца не выяснены. Применительно к жидкому котельному топливу задача усложняется из-за неоднородности дисперсионной среды и отличия ее характеристик для каждого образца, а также из-за возможности внедрения УНТ в топливо в составе различных дисперсий.

Правильный подбор композиционной среды, в которой эффективно диспергирование УНТ и выяснение механизма действия углеродных нанотрубок в качестве присадки, даст импульс их реальному применению в целях улучшения эксплуатационных характеристик тяжелого нефтяного топлива.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-08-00731-а).

Литература

1. Shaafi T., et al. // *Renew. Sust. Energ. Rev.* // 2015. – V. 49. – P. 563-573.
2. Зверева Э.Р., Мингалеева Г.Р. и др. // *Нефтехимия*. – 2016. – Т. 56. – № 1. – С. 73-75.
3. Зверева Э.Р. и др. // *Известия ВУЗов. Проблемы энергетики*. – 2012. – № 7-8. – С. 28-33.
4. Зверева Э.Р., Ганина Л.В. и др. // *Технологии нефти и газа*. – 2014. – № 1. – С. 20-24.
5. Зверева Э.Р. // *Бутлеровские сообщения*. – 2011. – Т. 24. – № 4. – С. 97-102.
6. Зверева Э.Р., Хабибуллина Р.В. и др. – В кн.: *Энергоресурсоэффективность и энергосбережение: Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»*. – Казань: Издательство ИП Шайхутдинов А.И., 2015. – С. 315-318.
7. Зверева Э.Р., Зуева О.С., Хабибуллина Р.В., Г.Р. Мингалеева, Г.Р. Ахметвалиева, Д.Р. Салихзянова, З.Ф. Хатмуллина // *Химия и технология топлив и масел*, 2016 (отправлено в печать).
8. Зуева О.С. и др. – В кн.: *Энергоресурсоэффективность и энергосбережение: Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»*. – Казань: Издательство ИП Шайхутдинов А.И., 2015. – С. 367-370.
9. Зуева О.С. и др. // *Фундаментальные исследования*. 2014. – № 11-5. – С. 1021-1027.
10. Губайдуллин А.Т. и др. // *Известия АН. Серия химическая*. – 2016. – № 1. – С. 158-166.
11. Hersam M.S. // *Nature Nanotechnology*. – 2008. – V. 3. – P. 387-394.
12. Венедиктова А.В. и др. // *Оптика и спектроскопия*. – 2014. – V. 116 (3). – P. 448-453.
13. Зуева О.С. и др. // *Известия Академии наук. Серия химическая*. – 2016. – № 5.
14. Borovskaya A.O., et al. // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2016. – V. 690. – № 012030.
15. Пыхтин А.А. и др. // *Вестник МИТХТ*. – 2013. – Т. 8. – № 4. – С. 113-117.
16. Куличихин В.Г. и др. // *Высокомолекулярные соединения* – 2009. – Т. 51. – № 11. – С. 2044-2053.



РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖСК НА ОСНОВЕ МИНИ-ГЭС

Макаров А.Ф., Сидоров А.Е.,

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

DEVELOPMENT OF POWER SUPPLY SYSTEM OF THE HBC-BASED MINI-HYDRO

Makarov A.F., Sidorov A.E.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В большинстве крупных и средних городов любой страны есть централизованный водопровод, а так же сточные воды. Трубы, достаточно большого диаметра, пропускают через себя огромное количество воды, которую используют жители. При этом энергия течения воды никак не используется, и это нужно исправить.

Реализация проекта не слишком сложная: по плану, необходимо заменить некоторые части труб участками с мини-генераторами, которые работают под воздействием воды. На таком участке трубы размещаются четыре 107-см турбины. Предварительные расчеты показывают, что турбины не замедляют ток воды, так что проблемы со снижением пропускной способности трубопровода не возникнут.

При помощи таких малых гидроэлектростанций, можно создать приемлемую стоимость энергоресурсов для проживающих здесь жителей.

Annotation

In most large and medium cities of any country there are centralized water and wastewater. The pipe is quite large diameter, passed through a huge amount of water used by residents. The energy of water flow is not used, and it should be corrected.

The project is not too complicated: according to the plan, you need to replace some parts of the pipe sections with mini-generators that operate under the influence of water. At this section of pipe contains four 107-cm turbine. Preliminary calculations show that the turbine does not slow down the water current, so that decrease in throughput of the pipeline will not occur.

With the help of such small hydropower plants, you can create a reasonable cost of energy resources for residents living there.

Целью работы является: разработка системы мини-ГЭС с использованием сточных вод и повышение эффективности при получении энергии.

Чтобы решить поставленную цель используем задачи:

1. Провести самостоятельный анализ существующих методов получения энергии.
2. Разработать, провести теоретические исследования по обоснованию выбранной конструкции+ и проверочный расчет режимных параметров системы.

Степень исследования: Грег Семлер главный инженер и разработчик, установил в системе городского водопровода мини-турбины (рис.1), которые вращались бы за счёт течения по трубам питьевой воды, поставляемой местным жителям. Главным преимуществом технологии является полное отсутствие какого-либо негативного воздействия на окружающую среду, а также невысокая себестоимость полученной таким способом электроэнергии. Разумеется, мощности одной установки вряд ли хватит на электроснабжение даже пары домов, учитывая диаметр трубы, однако несколько мини-ГЭС уже способны полностью взять на себя снабжение школы или другого государственного учреждения, а также снизить расходы на электроэнергию местных жителей в Америке, город Оригон.

Сейчас проходят тесты установки. Ожидается, что выйти на номинальные показатели заявленной мощности установка сможет уже в этого году. Это означает, что количество генерируемой электроэнергии за счёт монтажа секций с турбинами и генераторами, составит около 1,1 ГВт/год. Если посчитать, что в среднем жильцами одного частного домовладения расходуются 300–400 кВт/ч в месяц, то генерируемой электроэнергии хватит на полное обеспечение электричеством примерно 250 домов.



Рис.1. Установка в канализационной трубе

Мой вклад: изучив все данные установки, а также проанализировав все минусы, пришел к выводу, что можно установку использовать в трубе со сточными водами.

Во-первых, данная установка, в центральном водопроводе, будет создавать дополнительное сопротивление, вследствие чего, водоканалу придется увеличить мощность насосов, чем самым затратив дополнительную энергию.

Во-вторых, сточные воды никому не нужны.

Выбранный для проекта тип гидротурбины, напоминающий внешне ветрогенератор с вертикальной осью вращения, отходит от привычных стандартов. По этой причине возникает сразу несколько вопросов, один из которых касается коэффициента полезного действия гидротурбины с такой несвойственной для неё конструкцией. В расшифровке нуждается и формулировка о незначительных, изменениях в скорости течения воды. Наличие на небольшом участке водопровода сразу нескольких подобных «заслонок», перекрывающих немалую часть площади поперечного сечения трубы, приведёт к ощутимому уменьшению её пропускной способности.

Среди экономических, экологических и социальных преимуществ объектов малой гидроэнергетики можно назвать следующие:

- Их создание повышает энергетическую безопасность региона, обеспечивает независимость от поставщиков топлива, находящихся в других регионах.
- Сооружение подобного энергетического объекта не требует крупных капиталовложений, большого количества энергоёмких строительных материалов. Проектом предусматривается некоторые участки труб диаметром 107 см заменить частями с четырьмя мини-турбинами, которые должны вращаться под воздействием напора воды.
- В процессе выработки электроэнергии ГЭС не производит парниковых газов и не загрязняет окружающую среду продуктами горения и токсичными отходами, что соответствует требованиям Киотского протокола;
- Подобные объекты не являются причиной наведенной сейсмичности и сравнительно безопасны при естественном возникновении землетрясений.
- Они не оказывают отрицательного воздействия на образ жизни населения, на животный мир и местные микроклиматические условия.

Возможные проблемы, связанные с созданием и использованием объектов малой гидроэнергетики, менее заметны:

- Как любой локализованный источник энергии, в случае изолированного применения объект малой гидроэнергетики уязвим с точки зрения выхода из строя, в результате чего потребители остаются без энергоснабжения (решением проблемы является создание совместных или резервных генерирующих мощностей - ветроагрегата, когенерирующей миникотельной на биотопливе, фотоэлектрической установки и т.д.).

В связи с тем, что стоимость оборудования для МГЭС может достигать половины и даже более от общих затрат на строительство, при разработке энергетического оборудования следует обеспечить:



- унификацию и стандартизацию оборудования;
- создание полностью автоматизированного оборудования, позволяющего сократить на ГЭС численность дежурного персонала;
- использование оборудования упрощенной конструкции и повышенной надежности с применением современных материалов;
- использование серийных генераторов и мультипликаторов;
- применение унифицированных систем регулирования (систему регулирования гидроагрегата необходимо привязывать к автоматике ГЭС);
- использование современных технологий для повышения надежности в эксплуатации, снижения затрат на техническое содержание и уход, увеличение срока службы.

Для повышения экономической эффективности строительства необходимо проектировать конкретные объекты на основе передовых проектно-конструкторских решений, используя унифицированные технологические процессы строительства малых ГЭС. Проектирование и производство оборудования МГЭС должно строиться по модульному принципу и состоять из унифицированных блоков и агрегатов. Необходимым условием надежной эксплуатации МГЭС является создание специализированной службы по их обслуживанию и ремонту оборудования.



**КРУГЛЫЙ СТОЛ
«ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 6-10 КВ
ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ»**



ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕДЕНИЯ РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*Галимзянов Р.Х.,
ОАО «Сетевая компания», г.Казань*

PAST AND FUTURE OF LIVE-LINE WORK IN ELECTRICAL NETWORKS

*Galimzyanov R.K.,
JSC «Grid Company», Kazan*

Аннотация

В настоящее время в электросетевом комплексе Российской Федерации большинство видов работ производится со снятием напряжения с электроустановок для обеспечения должной безопасности. При этом потребители остаются обесточенными на время проведения ремонтно-восстановительных работ, а сетевые организации несут убытки из-за недоотпуска электроэнергии. Вместе с тем, в прочих странах мира имеется обширный опыт ведения работ под напряжением. Также, ранее, в СССР был сделан ряд планомерных шагов в направлении обслуживания объектов электросетевого комплекса без снятия напряжения. В данной статье освещены основные этапы становления работ под напряжением.

Annotation

Currently, in the electric grid complex of the Russian Federation, most types of work performed by reenergized electrical installations to ensure proper security. In this case, consumers remain deenergized at the time of maintenance, and grid companies are losing money due to electricity shortage. At the same time, it has an extensive experience of live-line work in other parts of the world. Also, earlier in the Soviet Union it made a number of systematic steps towards maintenance of electrical facilities without reenergizing electric installations. This article highlights the key stages of live-line work.

Ремонт электроустановок, в основном линий электропередачи, без их отключения производился в СССР, почти во всех европейских странах, в США и Канаде, Аргентине, Бразилии, Японии, Китае, Австралии, Новой Зеландии, некоторых странах Африки. При этом на всех уровнях напряжения выполняются работы в США, Швеции, Германии, Венгрии, Испании. Вследствие разнообразия экономических условий, возможностей выпуска или закупки необходимых технических средств объем работ под напряжением, проводимый в отдельных странах, весьма различен.

Как нам подсказывает история, впервые такие работы были проведены в США в 1906 году. В нашей стране и в Европе работы под напряжением начали проводиться в 1920-30-е годы, а именно:

- 1928 г. – строительство линии электропередач для железной дороги;
- 1929 г. – увеличение высоты опор ВЛ высоких напряжений;
- еще в 30-е годы в СССР началось развитие работ на линиях электропередачи под напряжением с применением изолирующих штанг при контроле изоляторов, а также при оперативных переключениях;
- 1932 г. – реконструкция ВЛ 115 кВ с заменой изоляторов, перенос трансформаторной будки;
- 1933 г. – замена деревянных опор и строительство второй линии 60 кВ на отрезке 30 км без снятия напряжения с первой.
- С 1942 г. в годы Великой Отечественной войны в СССР приступили к замене деталей деревянных опор на ВЛ 35-110 кВ под напряжением, а именно: смена стоек, траверс, раскосов, распорок и других деталей деревянных опор, установка накладок на траверсы и стойки, проверка загнивания траверс по всей длине, установка и снятие изоляторов, работы при помощи изолирующей штанги, установка и смена трубчатых разрядников, ревизия и



ремонт грозозащитных тросов, заземляющих спусков на деревянных опорах.

- с 1945 г. советские специалисты приступили к замене изоляторов и ремонту провода по оригинальному, разработанному впервые в мире методу работы на потенциале.

Одновременно в СССР велись поиски и исследования, связанные с такими ремонтными работами, которые требовали касания к проводам и изоляторам, находящимся под напряжением. Проводились работы по определению предельных безопасных значений тока, протекающего через человека, исследовались изоляционные свойства некоторых конструкционных материалов и разрабатывались различные способы доставки электромонтера к проводу. Метод работ, применявшийся в США и основанный на использовании штанг, не мог быть рекомендован для энергосистем страны из-за значительной сложности технологии, многообразия необходимых приспособлений и инструмента, высоких требований к размерам и исполнению подвесов, упоров, кронштейнов и других вспомогательных устройств.

Инициатором разработки и внедрения в СССР стандартов ремонтов линий 35–220 кВ с непосредственным касанием к частям, находящимся под напряжением, в середине 40-х годов явился ОРГРЭС.

В начале 60-х годов объемы работ под напряжением в стране сократились. Причин было несколько: развитие электрических сетей 35–220 кВ и сооружение резервных линий; применение в изолирующих конструкциях электротехнического древесно-слоистого пластика, не обеспечившего стабильности изоляционных свойств (пластик со временем расслаивался); снижение дополнительной оплаты персоналу за выполнение работ под напряжением. Главной же причиной было прекращение выпуска надежных приспособлений и устройств для работ под напряжением.

Специалисты ОРГРЭС продолжали развивать ремонты линий под напряжением: в 1955 г. на экспериментальной базе в г. Хотьково впервые коснулись провода под напряжением 400 кВ; в 1960 г. в ОРГРЭС был создан первый экранирующий костюм для защиты электромонтера, касающегося провода под напряжением, от влияния электрического поля; разработаны и изготовлены телескопические вышки с верхним изолирующим звеном из стеклопластика, созданным в ВЭИ им. В.И. Ленина. В ОРГРЭС был разработан комбинированный способ замены под напряжением изоляторов на линиях 6–10 кВ с применением изолирующих штанг и изолирующей телескопической вышки.

Концентрация энергетических мощностей на крупных электростанциях в 60–70-е годы, ограничение отключений линий электропередачи 220–750 кВ для проведения плановых ремонтов из-за возникающего при этом снижения надежности и экономичности работы электрических сетей вновь выдвинули проблему ремонтов линий электропередачи под напряжением. Потребовались анализ зарубежного опыта, проведение комплекса исследований, технологических и конструкторских разработок, специальная подготовка персонала, организация производства устройств, приспособлений и средств обеспечения безопасности.

В процессе разработки и внедрения в практику энергосистем новой технологии ремонтов линий электропередачи проведены широкие экспериментальные исследования факторов вредного воздействия электрического поля, разработаны нормы допустимых уровней воздействия, конструкции экранирующих комплектов спецодежды, исключающих при работах под напряжением воздействие на человека вредных факторов, установлены основные положения и разработаны технологии работ на линиях 110-750 кВ, обеспечивающие безопасные и комфортные условия труда и учитывающие конструктивные особенности линий электропередачи.

Высокие требования, предъявляемые к надежности линий электропередачи 330-750 кВ, ограниченные возможности их отключения, а также экономические соображения вызвали необходимость возобновления и СССР работ на линиях высших классов напряжения без их отключения. Для ускорения внедрения был использован опыт Германии и Венгрии. С 1981 г. и Минскэнерго начались работы по замене дефектных изоляторов поддерживающих гирлянд и ремонту дистанционных распорок на ВЛ 330 кВ но технологии и с применением приспособлений и устройств ГДР. С 1982 г. в Молдавской энергосистеме разработан и применяется



оригинальный метод замены изоляторов поддерживающих гирлянд на ВЛ 330 и 400 кВ. В 1982 г. в энергосистемах Украины начались ремонты под напряжением поддерживающих гирлянд и дистанционных распорок на ВЛ 750 кВ по технологии и с применением приспособлений Венгрии. С этого времени началось интенсивное развитие работ под напряжением на ВЛ 220-750 кВ. По инициативе Минэнерго УССР, Винницаэнерго, Донбассэнерго, Львовэнерго, других энергосистем Украины при активном участии Союзтехэнерго разрабатываются новые технологии работ под напряжением на линиях 220–750 кВ с железобетонными и металлическими опорами различного типа, в том числе на поддерживающих и натяжных гирляндах, на фазах с двумя, тремя, четырьмя и пятью проводами; разработаны и выпускаются приспособления для выполнения работ под напряжением. Союзтехэнерго проведены исследования и разработка экранирующих комплектов спецодежды для защиты работающих под потенциалом провода от влияния электрического поля. Экранирующие комплекты выпускались Опытно-экспериментальным предприятием по внедрению работ под напряжением в Винницаэнерго, с 1986 г. изготавливаются предприятиями Минлеглапрома СССР. В 1985 г. на основе проведенных экспериментальных работ специалисты производственных объединений «Союзтехэнерго» и «Дальние электропередачи» осуществили пробные работы под напряжением на опытном участке электропередачи 1150 кВ.

Реальный экономический эффект от применения ремонтов ВЛ 330, 500 и 750 кВ под напряжением только в энергосистемах Украинской ССР и производственного объединения «Дальние электропередачи» за 1984-1987 гг. составил более 70 млн. руб. работы под напряжением, как показала практика, представляют эффективный способ достижения бесперебойности работы действующих сетей, достоинства которого во все большей степени проявляются по мере распространения на линии всех классов напряжения и расширения масштабов внедрения в энергосистемах страны.

В 1986 году служба воздушных линий Казанских электрических сетей освоила работу под напряжением для обслуживания линии 500 кВ Заинская ГРЭС-Киндери. Тогда таких бригад в СССР было не более 10, а в зоне ОДУ Средней Волги она была единственной. Данная бригада была способна выполнять:

- Замену изолирующей подвески провода;
- Замену изолирующих распорок одной фазы;
- Замену поддерживающих зажимов;
- Установку ремонтных зажимных или спиральных муфт.

Нормативные документы того времени предусматривали полный набор мероприятий для безопасного ведения работ, включая применение экранирующих комплектов, специальных тележек для передвижения по проводу, специальный такелаж.

Потом в СССР развитие этих видов работ было прервано, хотя разработанные еще в то время ГОСТы для работ под напряжением до сих пор существуют.

Если не учитывать работы, традиционно выполняемые под напряжением, например удаление набросов с проводов с помощью изолирующих штанг, операции с разъединителями с применением оперативных штанг, замена предохранителей изолирующими клещами, измерение токов нагрузки и т.д., то исходя из опыта работ под напряжением в СССР и зарубежных странах последовательность внедрения работ под напряжением представляется следующей:

- Работы в электроустановках 0,38 кВ. Работы под напряжением на ВЛ: присоединение и отсоединение ответвлений от линии, ремонт вводов в здания, замена изоляторов и крюков для крепления изоляторов, вязок проводов к изоляторам, наложение бандажей на поврежденный провод, подтяжка контактных зажимов, выправка опор, замена стоек опор, ремонт контактной системы, замена линейных разъединителей, перетяжка провода, ремонт заземляющих спусков.

- Работы под напряжением на кабельных линиях: установка ответвительных муфт, разрезание кабеля, монтаж соединительных и концевых муфт, монтаж и замена муфт вводов в здания, замена коробов кабельных вводов.



- Работы под напряжением в распределительных устройствах (РУ): подключения в коробках вводов в здания и РУ, техническое обслуживание коробок вводов в здания и РУ (подтяжка болтовых соединений, чистка губок рубильников, чистка от ржавчины и окраска); замена оснований плавких предохранителей, замена рубильников, контакторов, автоматических выключателей, замена и установка измерительных приборов, ремонт освещения, контуров заземления, замена сборных шин. чистка изоляции.

Работы под напряжением в электроустановках потребителей: замена счетчиков электроэнергии, работы в РУ уличного освещения.

- Работы в электроустановках 6-20 кВ: замена штыревых изоляторов, крючьев, штырей; установка двойных креплений провода к изолятору, замена креплений провода к изолятору; мелкий ремонт провода, подтяжка болтовых зажимов; под соединение к трансформаторной подстанции, присоединение ответвлений; ремонт заземляющих спусков, замена и установка разрядников; выправка опор; перетяжка проводов; замена стоек опор; замена (монтаж) шлейфов; замена приводов линейных разъединителей, замена и установка линейных разъединителей.

- Работы в РУ 6–20 кВ: чистка изоляции, подключение к линии, подтяжка болтовых соединений, замена дефектных изоляторов, замена (установка) разрядников.

- Работы на ВЛ 35–150 кВ: замена отдельных изоляторов и поддерживающих и натяжных гирлянд, установка дополнительных изоляторов выправка гирлянд изоляторов, замена арматуры, ремонт провода (установка банджа, вплетание жилы, установка шунта, замена участка провода), осмотр провода с вскрытием поддерживающих зажимов, замена траверс опор, установка и замена гасителей вибрации, установка и снятие разрядников, замена изоляторов и узлов крепления грозозащитного I роса, замена трососпуска на деревянных опорах, замена грозозащитного троса.

- Работы на ВЛ 220–1150 кВ: замена отдельных изоляторов, поддерживающих и натяжных гирлянд (отдельных ветвей) целиком; замена арматуры; мелкий ремонт провода; ремонт и замена дистанционных распорок проводов фазы; установка дополнительных изоляторов и деталей арматуры в гирлянды; замена изоляторов и арматуры подвески грозозащитного троса; замена и установка гасителей вибрации.

Технология работы под напряжением имеет много социальных и экономических плюсов. Такой подход позволяет осуществлять бесперебойное энергоснабжение уже имеющихся потребителей и подключать новых и при этом снизить трудозатраты. Работы проводятся оперативнее, чем обычно, потребители не ограничены в энергоснабжении, а значит компания не терпит убытки из-за недоотпуска электроэнергии.

Возрождать традицию работ под напряжением в ОАО «Сетевая компания» начали в 2009 году. Был изучен зарубежный опыт ведения работ под напряжением в США и в Финляндии.

В 2009 году в филиале Чистопольские электрические сети была создана бригада, работающая на уровне напряжения 0,4 кВ. После соответствующего переобучения через несколько лет члены бригады освоили этот метод уже на уровне 10 кВ.

В 2015 году ОАО «Сетевая компания» для обучения бригад электромонтеров распределительных сетей в Татарстане было решено организовать Ресурсный центр на базе Заинского политехнического колледжа.

На торжественном открытии ресурсного центра присутствовал Президент Республики Татарстан Рустам Минниханов. На этот центр возложены большие надежды руководства нашей республики, так как именно этот центр должен стать «кузницей» специалистов, работающих под напряжением, не только в нашей Республике, но и по всей России.

Особенность проведения работ под напряжением заключается в том, что электромонтер выполняет все необходимые операции в четком соответствии с инструкциями и требованиями безопасности, и такое следование правилам приводит к тому, что при РПН существенно снижен электротравматизм работников. Например, в Европе не было зафиксировано ни одного подобного случая за последние 28 лет.



В настоящее время в ОАО «Сетевая компания» ведется обширное внедрение технологии производства работ под напряжением в сетях 0,4-10 кВ.

Одними из основных преимуществ технологии РПН являются:

- обеспечение надежного электроснабжения;
- предотвращение возможного ущерба у потребителя, связанного с выводом из работы отдельных участков электрической сети;
- сокращение непроизводительных трудовых затрат, потерь времени на согласование заявок, затрат, связанные с отключением (и обратным включением) участков сети;
- повышение безопасности персонала, выполняющего РПН;
- снижение вероятности ошибочных действий персонала при переключениях и их последствий;
- повышение уровня квалификации персонала и культуры производства работ.

На данном этапе в ОАО «Сетевая компания» работает 14 обученных бригад, закуплены необходимые инструменты, приспособления и защитные средства. С начала 2015 года бригадами выполнены 2164 работы без отключения потребителей.

В планах Компании продолжить дальнейшее развитие технологии РПН, в том числе и на класс напряжения 35 кВ и выше.

Таким образом внедрение технологии поможет поддерживать работоспособность оборудования и сетей на высоком уровне, качественно проводить эксплуатационные и ремонтные работы, а также осуществлять стратегические цели ОАО «Сетевая компания» по построению клиентоориентированной компании и миссию по бесперебойному снабжению потребителей электроэнергией.



РЕСУРСНЫЙ ЦЕНТР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТАМ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*Галимов А.И., Кузнецов Б.В.,
ОАО «Сетевая компания», г.Казань*

RESOURCE CENTER FOR LEARNING OF LIVE-LINE WORKS IN ELECTRIC GRIDS

*Galimov F.I., Kuznetsov B.V.,
JSC «Grid Company», Kazan*

Аннотация

Для обучения бригад электромонтеров распределительных сетей работам под напряжением было ОАО «Сетевая компания» решено организовать ресурсный центр на базе Заинского политехнического колледжа. Уникальность учебного центра заключается в том, что до сегодняшнего дня в России отсутствовали подобные учебные центры. Работа под напряжением – это современная форма технического обслуживания распределительных электросетей, которая пока не получила широкого распространения на территории России, и поэтому ее можно смело назвать «технологией будущего».

Annotation

With the object to train distribution grid's service teams to get live-line works JSC «Grid Company» decided to organize a resource center based on Zainsk Polytechnic College. The uniqueness of the training center is the fact that until today in Russia there were no similar training centers. Live-line work is a modern form of the maintenance of electricity distribution networks, which is not widespread in Russia, and therefore it can be considered a «technology of the future».

При активном содействии ОАО «Сетевая компания» и под патронажем Президента Республики Татарстан в г. Заинске на базе Заинского политехнического колледжа создан Ресурсный центр по подготовке специалистов для производства работ под напряжением. Для подготовки специалистов разработаны 2 программы обучения.

Одна из программ предусматривает обучение электромонтеров безопасным методам выполнения работ под напряжением на воздушных и кабельных линиях электропередач 0,4 кВ, а также в распределительных устройствах до 1 кВ. Программа обучения включает в себя теоретическую часть длительностью 20 часов и практическую часть длительностью 116 часов. Общая продолжительность обучения занимает 18 дней. Обучение заканчивается экзаменами в виде устного собеседования с комиссией, и выполнением нескольких практических работ на полигонах каждым обучающимся отдельно и в составе бригады. По результатам обучения выдаются удостоверения государственного образца.

Вторая программа позволяет освоить ревизию контактной части электроустановок, доливку масла и чистку под напряжением оборудования электроустановок до 10 кВ. Программа обучения делится на теорию длительностью 12 часов и практическую часть длительностью 24 часа. Общая продолжительность обучения составляет 6 дней.

Для проведения теоретической части обучения оборудованы две учебные аудитории в энергетическом полигоне. Аудитории оснащены самыми современными интерактивными средствами обучения и коммуникации. Здесь могут одновременно обучаться 40 человек.

Построены учебно-тренировочные полигоны - два закрытых и два открытых полигона, в которых можно получить практические навыки безопасного выполнения работ под напряжением.

Полигон «А» имеет в своем составе следящее электрооборудование: уменьшенные макеты ВЛ для отработки навыков стоя на полу, макеты линии, приближенные к реальным размерам ВЛ, для отработки навыков стоя на когтях. На макеты воздушных линий и распределительных устройств через специальный стенд управления рабочими местами,



подается напряжение 220 вольт без токовой нагрузки. Защита, установленная на стенде, мгновенно отключает оборудование при ошибочных действиях, обучающихся и подает звуковую и световую сигналы. Все это сделано для создания условий работы, максимально приближенных к реальным.

Открытый полигон «Б» с оборудованием реальных размеров. Полигон построен с применением всех видов опор, траверс, изоляторов, проводов, всех видов трансформаторных подстанций, применяемых в распределительных сетях.

Полигон «В» предназначен для отработки навыков работы под напряжением 10 кВ.

В настоящее время продолжается монтаж полигона «Г», который предназначен для симуляции работ во внутренней части ЗТП, БКТП.

В учебном центре имеются комплекты специального инструмента, средств индивидуальной и коллективной защиты, а также другой необходимой оснастки для обучения работам под напряжением. По желанию заказчика слушатели по завершении обучения могут быть оснащены инструментом и необходимыми средствами защиты для выполнения работ под напряжением.

Для комфортного проживания обучающихся проведен капитальный ремонт общежития, находящегося на территории колледжа. Комнаты общежития рассчитаны на проживание 2-3 человек. Общежитие имеет две кухни, зона отдыха с кабельным телевидением и возможностью выхода в интернет через Wi-Fi. Организовано трехразовое питание обучающихся в столовый колледж.

В 2016 году в Ресурсном центре запланировано обучение 51 бригады со всех филиалов ОАО «Сетевая компания» и подрядных организации. На сегодняшний день получили удостоверения 7 бригад (28 человек), на данный момент обучается еще 4 бригады.

Помимо функций обучения, центр разрабатывает инструкции, технологические карты и консультирует обученных специалистов при возникновении любых вопросов, связанных с работами под напряжением.

В январе 2016 года специалисты ОАО «Сетевая компания» побывали в учебном центре SLTC в США. Данная компания обучает электромонтеров как традиционному ведению работ, так и по работам под напряжением. Совместно с данной компанией разрабатывается программа и методика для обучения российских специалистов для работы на оборудовании всех уровней напряжения. С июня 2016 года в ресурсном центре будет начато совместное обучение специалистов «Сетевой компании».



ВЕДЕНИЕ РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*Ахметов Р.Ф., Шаповалов Д.Г., Парамонов М.А.,
ОАО «Сетевая компания», г.Казань*

ELECTRICAL GRIDS' LIVE-LINE MAINTENANCE

*Akhmetov R.F., Shapovalov D.G., Paramonov M.A.,
JSC «Grid Company», Kazan*

Аннотация

Работы, выполняемые с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под рабочим напряжением, впервые были проведены в США более века назад. В Советском Союзе эти разработки широкого применения не нашли, не смотря на то, что у этой технологии много социальных и экономических плюсов, такой подход позволяет осуществлять бесперебойное энергоснабжение уже имеющихся потребителей и подключать новых. Работы проводятся оперативнее, чем обычно, потребители не ограничены в энергоснабжении, а значит компания не терпит убытки из-за недоотпуска электроэнергии. Такой подход к работе в сетях позволяет обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителей и при этом снизить трудозатраты.

Annotation

Works performed by touching the live parts under voltage, were first held in the United States more than a century ago. These developments in the Soviet Union did not find wide application in spite of the fact that this technology many social and economic advantages, this approach allows to provide uninterrupted power supply for existing consumers and connect new ones. Work is carried out more quickly than usual, users are not limited in energy supply, and therefore the company does not suffer losses due to undersupply of electricity. Such approach to work in networks allows to provide uninterrupted electricity to consumers and in so doing reduce the work.

Особенность проведения работ под напряжением (далее - РПН) заключается в том, что электромонтер выполняет все необходимые операции в четком соответствии с инструкциями и требованиями безопасности, и такое следование правилам приводит к тому, что при РПН существенно снижен электротравматизм работников. Например, в Европе не было зафиксировано ни одного подобного случая за последние 28 лет.

В настоящее время в ОАО «Сетевая компания» ведется обширное внедрение технологии производства РПН в сетях 0,4-10 кВ. Одними из основных преимуществ технологии РПН являются:

- обеспечение надежного электроснабжения;
- предотвращение возможного ущерба у потребителя, связанного с выводом из работы отдельных участков электрической сети;
- сокращение непроизводительных трудозатрат, потерь времени на согласование заявок, затрат, связанные с отключением (и обратным включением) участков сети;
- повышение безопасности персонала, выполняющего РПН;
- снижение вероятности ошибочных действий персонала при переключениях и их последствий;
- повышение уровня квалификации персонала и культуры производства работ.

В планах Компании продолжить дальнейшее развитие технологии РПН, в том числе и на класс напряжения 35кВ и выше. На данном этапе работает 14 обученных бригад, закуплены необходимые инструменты, приспособления и защитные средства. В 2016 году планируется обучить дополнительно 51 бригаду для РПН (в том числе переобучение 14 бригад РПН для работы в сетях 6-10 кВ). В январе 2016 года уже прошли обучение 4 бригады Буинских электрических сетей.

Одной из основных проблем при внедрении методов РПН на данном этапе является отсутствие, локализованного в России, производства оснастки и приспособлений для РПН.



Сегодня налажено производство лишь на уровень 0,4кВ. По данному вопросу ведутся переговоры с единственным производителем оснастки и приспособлений в России по вопросу локализации производства в Республике Татарстан. Также привлекаются зарубежные партнеры. Также сложности вызывает отсутствие требований по сертификации автовышек с изолированным звеном. Для решения данной проблемы была организована поездка в США и налажены контакты со специалистами производителей спецтехники для РПН.

Для обучения бригад электромонтеров распределительных сетей было решено организовать Ресурсный центр на базе Заинского политехнического колледжа. Уникальность учебного центра в том, что сегодня ни в Татарстане, ни в России нет ничего подобного. РПН – это современная форма технического обслуживания распределительных электросетей, которая пока не получила широкого распространения на территории России, и поэтому ее можно смело назвать «технологией будущего». Для обучения подготовлены несколько кабинетов и большая территория для энергетического полигона. Здесь расположены макеты 11 опор электрических передач, подвешены провода, СИП, установлены светильники, трансформаторные подстанции.

Учебные кабинеты колледжа обеспечены интерактивными системами, компьютерами, современной проекционной аппаратурой. По уровню оснащения, программам и технологиям обучения полностью соответствует всем стандартам по подготовке специалистов современного уровня.

Для ведения РПН разработана программа, составленная с учетом местных особенностей производства электротехнических работ. Обучение персонала, имеющего базовое электротехническое образование, проводится в виде теоретического курса и практических занятий. Первоочередная задача, стоящая перед ними – освоение напряжения по 0,4 кВ. В дальнейшем по освоенным методикам бригада сможет выполнять под напряжением более 90 видов работ, в том числе: подключение ответвлений от воздушной линии, замену изоляторов, монтаж светильников уличного освещения. В перспективе планируется осваивать и другие виды работ – такие, например, как замену опор без ограничения потребителей или перетяжку провода на опорах в больших объемах, и другие работы, позволяющие обеспечивать бесперебойное электроснабжение потребителей при выполнении плановых работ по техническому обслуживанию и ремонту электроустановок.

Программа обучения предусматривает обучение электромонтеров распределительных сетей работам без отключения напряжения на воздушных, кабельных линиях электропередачи и распределительных устройствах до 1кВ, а также чистку электроустановок под напряжением до 10кВ.

Прибывшие из филиала компании специалисты, прошедшие через жесткое сито отбора, в том числе и через собеседование с психологом, демонстрируют высокий уровень профессиональной подготовки, а также выражают живой интерес к новой технологии. Этому способствует использование оснастки, отвечающей современным требованиям. Культура производства находится на высоком уровне и является немалым позитивным моментом РПН. По возвращении в филиалы обученные члены бригад получают разработанные в центре соответствующие технологические карты, специализированное оборудование, снаряжение и оснастку для проведения РПН. Через год планируется провести переобучение бригад РПН 10 кВ.

Таким образом внедрение РПН поможет поддерживать работоспособность оборудования и сетей на высоком уровне, качественно проводить эксплуатационные и ремонтные работы, а также осуществлять стратегические цели ОАО «Сетевая компания» по построению клиентоориентированной компании и миссию по бесперебойному снабжению потребителей электроэнергией.

В 2015 году бригадами выполнены 2164 работы без отключения потребителей. РПН позволили сократить время производства на 380 часов и снизить недоотпуск на 548 148 кВт ч. Годовая экономия в течении 2015 года от снижения недоотпуска электроэнергии составила 1,5 млн рублей.



МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ ТИПА НКФ

Ильдарханов Р.Г.,

ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань

FAILURES DETECTION METHODIC IN PRIMARY WINDING VOLTAGE TRANSFORMER TYPE NKF-110

Ildarkhanov R. G.,

Engineering Center «Energoprogress» LLC, Kazan

Аннотация

В работе приводится описание методики обнаружения дефектов в первичной обмотке измерительных трансформаторов напряжения типа НКФ, возникающих вследствие ферро-резонанса. Методика основана на совместном использовании метода частотного анализа и метода измерения сопротивления постоянному току.

Annotation

This paper describes the methodic used for detecting failures in the primary winding voltage transformer type NKF-110. The technique is based on the combined usage of frequency response analysis method and resistance measurement method with direct current.

Измерительные трансформаторы напряжения (ТН) – важный элемент электрической сети, обеспечивающий устойчивую работу релейной защиты и автоматики, а также приборов учёта. Надёжное функционирование данного звена электросети является не только условием обеспечения устойчивости энергосистемы, но и способности оперативно выполнять команды Системного оператора. Указанные факторы определяют как надёжность электроснабжения потребителей, так и успешность работы на оптовом рынке электроэнергии.

В настоящее время, в составе электрических сетей эксплуатируется большое количество трансформаторов напряжения типа НКФ на номинальные напряжения 110 – 500 кВ. Обусловлено это тем, что подстанции данных напряжений широко распространены в распределительных сетях Российской Федерации. И, несмотря на ведущиеся работы по модернизации, доля ТН типа НКФ в составе установленного оборудования остается высокой. Необходимо отметить также, что в номенклатуре выпускаемой продукции трансформаторных заводов содержится ТН рассматриваемого типа.

Трансформаторы напряжения подвержены влиянию ферромагнитного резонанса, возникающего в случае длительного повышения питающего напряжения с последующим насыщением магнитопровода ТН. Данный режим работы способен вызывать возникновение витковых замыканий первичной обмотки. Включение в сеть ТН с дефектами обмоток может приводить к серьезным повреждениям, в том числе с разрывом фарфоровой рубашки дефектного ТН и разливом масла. Подобные аварии несут угрозу жизни и здоровья персонала, эксплуатирующего электроустановку, а также угрозу возникновения пожара.

Первичные обмотки ТН типа НКФ изготавливаются из круглого медного провода весьма малого сечения. Объясняется это тем, что сопротивление нагрузки стремится к бесконечности и ТН фактически работает в режиме холостого хода. Таким образом, ток, протекающий в цепи ТН, очень мал, что не требует больших сечений проводников обмотки. Вследствие этого, например, номинальное сопротивление первичной обмотки НКФ-110 равно величине порядка 4 кОм (рис.1).

Первичная обмотка ТН типа НКФ включается на половину рабочего напряжения [1]. Это делается для облегчения продольной изоляции и снижения габаритов трансформатора. Недостатком такого решения является подверженность продольной (витковой) изоляции повреждениям под воздействием длительных повышений напряжения, а также волн пере-напряжения с крутым фронтом нарастания (среза).

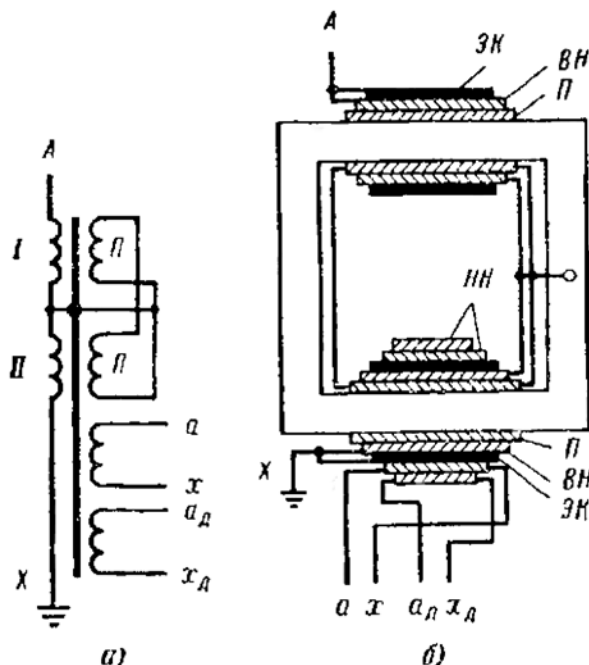


Рис.1. а - схема соединения обмоток, б - схема расположения обмоток на магнитопроводе.

I, II - номера каскадов первичной обмотки, II - выравнивающая обмотка,

ВН - первичная обмотка, ЭК - экран, НН - вторичные обмотки.

A, a, ad, X, x, xd – обозначения выводов обмоток.

Повреждение продольной изоляции первичной обмотки приводит к возникновению виткового замыкания, когда часть витков «выключается» из работы. Следствием этого является уменьшение сопротивления постоянному току, а, значит, увеличение тока, протекающего по обмотке. Учитывая малое сечение провода обмотки, повышение тока, протекающего в ней, ведёт к нагреву дефектного участка. Локальное повышение температуры обмотки может служить причиной разложения изоляционного масла, образования газовых включений и начала разрядной активности в изоляции ТН.

Всё это является условием развития дефекта, который, в конечном счёте, может вывести ТН из строя. В ряде случаев развитие подобного дефекта происходит молниеносно, что не позволяет выявлять его при периодическом контроле.

Изучение нормативной документации по испытаниям ТН показало недостаточную разработанность методов по определению указанных дефектов.

Например, пункт 8.1.3 РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» [2] регламентирует измерение сопротивления обмоток постоянному току только для связующих обмоток. При этом отклонение измеренного сопротивления обмотки постоянному току от паспортного значения или от измеренного на других фазах не должно превышать 2%. Данная погрешность обусловлена классами точности измерительных приборов при вольт-амперном методе измерения сопротивления. Для ТН, первичная обмотка которого содержит порядка 35 тысяч витков, данный уровень погрешности является слишком высоким и не позволяет выявлять дефекты на ранней стадии развития.

ГОСТ 1983-2001 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия» [3] регламентирует необходимость измерения сопротивления обмоток постоянному току при квалификационных испытаниях, а также периодических испытаниях не реже одного раза в пять лет. Однако конкретные виды обмоток (первичная, вторичная, связующая), а также допустимые отклонения значений сопротивления в документе не указаны.



При указании метода измерения сопротивления обмоток постоянному току ГОСТ 1983-2001 ссылается на ГОСТ 3484.1-88 «Трансформаторы силовые. Методы электромагнитных испытаний» [4], в котором указывается возможность измерения мостом постоянного тока.

Учитывая вышесказанное, Инженерным центром «Энергопрогресс» в лице автора при сотрудничестве с кафедрой «Электрические станции» Казанского государственного энергетического университета разрабатывается усовершенствованная методика диагностики ТН типа НКФ, позволяющая выявлять дефекты первичной обмотки на ранней стадии развития.

Основные положения методики заключаются в следующем:

1. Отключить ТН после обнаружения факта воздействия аварийных режимов работы.
2. Провести измерения омического сопротивления постоянному току первичной обмотки ТН типа НКФ. Измерения необходимо проводить на отключенном оборудовании сразу после воздействия аварийных режимов работы.
3. Измерения необходимо проводить с помощью моста постоянного тока для обеспечения максимальной точности.
4. В процессе измерения фиксировать температуру обмотки ТН, результаты замеров приводить к температуре первичного измерения.
5. Вычислить относительное отклонение значения первичного и текущего сопротивления обмотки в процентах.
6. Измерить АЧХ обмотки, сравнить частоты резонансов текущей АЧХ с частотами резонансов АЧХ, полученной при первичном измерении.
7. Сравнение частот резонансов необходимо проводить на основе результатов спектрального анализа полученных АЧХ.

Преимущество предлагаемой методики в том, что её применение позволяет оперативно определять состояние обмоток ТН и выявлять дефекты на ранней стадии развития.

Выводы

1. Измерительные трансформаторы напряжения – важный элемент технологической цепочки системы диспетчерского управления, обеспечивающий устойчивую работу релейной защиты и автоматики, а также приборов учёта. Надёжная работа трансформаторов напряжения определяет надёжность электроснабжения потребителей.
2. Трансформаторы напряжения подвержены влиянию феррорезонанса, способного приводить к серьезным повреждениям, несущим угрозу жизни и здоровья персонала, эксплуатирующего электроустановку, а также угрозу возникновения пожара.
3. Изучение нормативной документации показало недостаточную разработанность методов по определению дефектов обмоток трансформаторов напряжения.
4. Инженерным центром «Энергопрогресс» при сотрудничестве с кафедрой «Электрические станции» Казанского государственного энергетического университета разрабатывается усовершенствованная методика диагностики ТН типа НКФ, позволяющая выявлять дефекты первичной обмотки на ранней стадии развития.
5. Новая методика диагностирования заключается в контроле значений омического сопротивления постоянному току, а также частотных характеристик первичной обмотки трансформатора напряжения.

Литература

1. Вавин В.А. Трансформаторы напряжения и их вторичные цепи, М., «Энергия», 1967.
2. РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» 6-е издание (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.10.2006). – М.: ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС», 2008 год. Производственно-практическое издание.
3. ГОСТ 1983-2001 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия». Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2006.
4. ГОСТ 3484.1-88 «Трансформаторы силовые. Методы электромагнитных испытаний» (с Изменением №1) Сб. ГОСТов. – М.: Издательство стандартов, 1989.
5. Мартин Ндайизейе, Р.Г. Ильдарханов, А.Е. Усачев, Г.Г. Ильдарханов. Методика обнаружения дефектов первичной обмотки измерительного трансформатора напряжения типа НКФ // Известия ВУЗ. Проблемы энергетики № 5-6, 2015. Стр. 134-143.



ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

*Кашапов Р.Р., Парамонов М.А.,
ОАО «Сетевая компания», г.Казань*

APPLIANCE OF BOOSTER TRANSFORMERS

*Kashapov R.R., Paramonov M.A.,
JSC «Grid Company», Kazan*

Аннотация

Загородные электрические сети, в том числе сельские, отличаются от городских большей длиной линий среднего напряжения, что отрицательно сказывается на качестве электроэнергии. Особо эта проблема проявляется в зимнее время в районах, в которых отсутствует газоснабжение. При увеличении потребления электроэнергии населением, падение напряжения в линии может превысить нормы ГОСТ. Эту проблему частично решали повышением напряжения, путем переключения ПБВ питающего трансформатора. При этом не все трансформаторы имеют возможность регулировки, а при дальнейшем уменьшении потребления электроэнергии, необходима повторная регулировка напряжения.

Annotation

Suburban electric networks, including rural, differ from urban medium-voltage lines longer, which affects the quality of electricity. Especially this problem is manifested in the wintertime in areas where there is no gas supply. With the increase in electricity consumption by the population, the voltage drop in the line can exceed the standards GOST. This problem is partially solved by voltage increasing through switching transformer. However, not all transformers are able to adjust, and in further reducing electricity consumption, require repeated voltage regulation.

В 2015 году для решения проблемы с ненадлежащим качеством электроэнергии персоналом Тукаевского РЭС было принято решение установить вольтодобавочные трансформаторы ENSTO Buster VB45K-3P в сетях 0,4 кВ. Проанализировав замеры максимальных нагрузок в зимнее время и обращения граждан, были выбраны 6 наиболее проблемных участков. Преимущество этих трансформаторов заключается в следующем:

- Малые габариты и масса;
- Простота монтажа и демонтажа (устанавливается непосредственно на опоре и не требует дополнительных силовых конструкций);
- Автоматическая регулировка напряжения нагрузки в пределах ГОСТ.

На основании многочисленных жалоб от потребителей и со стороны администрации Тукаевского района на качество электрической энергии, а также в связи с отсутствием возможности разукрупнения сетей 6 кВ было принято техническое решение выполнить работу по установке пункта автоматического регулирования напряжения ПАРН на базе трех вольтодобавочных трансформаторов типа ВДТ/VR 32-6(10)-200У1 на фидере 6 кВ ПС Сидоровка.

Основу устройства составляют автотрансформатор, переключающее устройство и шкаф управления. На одном общем сердечнике ВДТ имеются 2 обмотки (общая и последовательная), которые гальванически отделены друг от друга. Такое исполнение позволяет включать обмотки встречно или согласно. Для плавного регулирования выходного напряжения на последовательной обмотке имеются отпайки. Переключение отпайек осуществляет переключающее устройство. Важно отметить, что переключение отпайек производится под нагрузкой.

Основные положительные стороны данного технического решения:

- Падение напряжения, в часы наибольших нагрузок, на ВЛ-6кВ в точке присоединения к КТП будет составлять порядка 6,7%, наилучший результат из всех предложенных вариантов;
- Возможность кольцевания с фидером 6 кВ ПС БСИ без влияния на уровень напряжения в н.п. Н.Суык-су, В.Суык-су, Нов.Мусабай;



- Возможность постоянного регулирования напряжения и поддержание его на требуемом уровне (предел регулирования $\pm 15\%$);
- Возможность использования ПАРН на других проблемных участках, после проведения работ капитального характера, таких как строительство дополнительной ПС 110/10кВ с переводом питания потребителей напряжением 6кВ на напряжение 10кВ;
- Универсальность использования ВДТ как на напряжение 6кВ так и на напряжение 10кВ без замены основного оборудования (только измерительные трансформаторы и ТСН);
- При выходе из строя одного из трансформаторов возможна работа ПАРН по схеме не полного треугольника на оставшихся двух (ограничение по пределу регулирования до $\pm 10\%$), при этом падение напряжения в конце линии будет 10-12% (аналогичное ранее предложенным вариантам).

Общая протяженность фидера 6 кВ ПС Сидоровка составляет 27322 м. Расстояние до выбранного места установки ПАРН составляет 7550 м. Линия питает 3 населенных пункта, 28 КТП, суммарная мощность которых составляет 6,65 МВА. Важными объектами являются школа и детский сад.

После установки были проведены повторные замеры показателей, в т.ч. в зимнее время. В моменты пиковых нагрузок напряжение остается в пределах нормы, количество обращений граждан по вопросам качества электроэнергии уменьшилось. В дальнейшем рассматривается приобретение мобильного ВДТ, который можно будет использовать при переключениях нагрузки во время проведения ремонтных и строительных работ.



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК РЕЗУЛЬТАТ МОДЕРНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

*Гиззатуллин Р.Ш., Парамонов М.А.,
ОАО «Сетевая компания», г.Казань*

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVINGS AS THE RESULT OF UPGRADING THE DISTRIBUTION GRID

*Gizzatullin R.Sh., Paramonov M.A.,
JSC «Grid Company», Kazan*

Аннотация

Традиционно наиболее слабым звеном в системе электроснабжения являются воздушные распределительные сети 10(6) кВ – последний этап на пути электрической энергии к потребителю. Протяжённость воздушных линий (ВЛ) 10(6) кВ России составляет более 1,5 млн. км, это почти 45% общей протяжённости линий электропередачи 0,4-10 кВ. Около 70% всех нарушений электроснабжения происходит именно в сетях данного класса напряжения. Для снижения нарушений электроснабжения в рамках модернизации Мамадышского района электрических сетей 10 кВ, были установлены элегазовые выключатели нагрузки Ensto Auguste. Впервые в России была введена в строй инновационная система автоматического секционирования распределительной сети 10 кВ, основанная на элегазовых выключателях нагрузки Ensto Auguste, коммутируемых дистанционно при помощи интеллектуального терминала управления. Реализация данного технического решения позволила построить «умную сеть».

Annotation

Traditionally the weakest part of the electrical system are air distribution grids 10 (6) kV is the last step in the path of the electrical energy to the consumer. The length of the air lines (VL) 10 (6) kV in Russia is more than 1.5 million. km, it is almost 45% of the total length of transmission lines 0.4 kV -10. About 70% of all violations of electricity occurs in the networks of the voltage class. To reduce violations of electricity within the modernization Mamadyshsky area of electrical networks 10 kV SF6 insulated overhead load-break switches were installed Ensto Auguste. For the first time in Russia was put in operation innovative automatic system for distribution grid's isolation based on 10 kV gas insulated switches Ensto Auguste, switched remotely using intelligent management. Implementation of this technical solution has made it possible to build a smart grid.

Модернизация распределительной сети 10 кВ продиктована большим количеством длинных воздушных 10 кВ, протяженностью от 20 до 40 км, расположенных в труднодоступных местах, что затрудняло поиск поврежденных участков линий и приводило к продолжительным простоям аварийно-отключенных линий. До установки выключателей нагрузки замыкание на одной из отпайек приводило к отключению всего фидера вместе с его потребителями.

Установка элегазовых выключателей нагрузки позволила секционировать распределительную сеть 10 кВ, что позволило существенно снизить время на обнаружение места повреждения, и увеличить надежность электроснабжения потребителей. При появлении короткого замыкания на защищаемом участке, релейная защита выключателя сигнализирует в SCADA-систему по каналам телеметрии о превышении протекающего тока. В случае неуспешного АПВ выключателя, расположенного с питающей стороны, Auguste, используя энергию, запасенную собственной аккумуляторной батареей, 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.

Функция автоматического секционирования может быть реализована на выключателях нагрузки Ensto Auguste, независимо от подключения к SCADA-системе. В ходе автоматиче-



ского процесса осуществляется анализ и сохранение в памяти количества устойчивых КЗ, определенных детекторами. Так же происходит выполнение автоматического размыкания контактов выключателя в момент бестоковой паузы в случае превышения предельного числа замыканий (которое может регулироваться от 1 до 5) в течение заданного интервала времени. Короткое замыкание считается устойчивым, если попытка автоматического повторного включения, выполняемая выключателем, установленным с питающей стороны, оказывается неудачной.

При стандартной уставке времени срабатывания токовой защиты 300 мс, учитываться будут замыкания продолжительностью более 350 мс, а замыкания продолжительностью менее 250 мс игнорируются.

Головной терминал автоматического секционирования NM-CCU имеет встроенную логику, которая позволяет автоматически предпринимать те или иные действия в зависимости от изменений, произошедших в сети. Например, можно настроить устройство таким образом, чтобы оно отключало дистанционно-управляемый разъединитель на одной из линий. Но отключало его только в момент бестоковой паузы в цикле работы АПВ на головном выключателе этого участка сети. Тем самым произойдет автоматическое секционирование линии, и поврежденный участок будет отделен от сети.

Выключатели нагрузки Auguste располагаются на существующих опорах 10 кВ и не требуют отвода земель в установленном порядке. Также к преимуществам использования выключателей нагрузки относится отсутствие необходимости технического обслуживания в течение всего срока эксплуатации (30 лет) выключателя. Трансформатор собственных нужд для питания шкафа управления располагается внутри бака выключателя. Благодаря очень низкому внутреннему давлению газа SF₆ минимизируется риск утечек. Для обеспечения безопасности на случай возникновения внутреннего короткого замыкания и образовании продуктов распада элегаза, бак выключателя оснащен защитной мембраной, которая разрушается при возникновении избыточного давления. Для предотвращения несчастных случаев мембрана закрыта защитной крышкой, которая предотвратит разлёт осколков мембраны в случае аварии.

Выключатели Auguste рассчитаны на номинальные токи величиной до 630 А и напряжение 10-20 кВ. Коммутирование аппарата возможно осуществлять как вручную, с помощью штанги, так и дистанционно, с помощью системы SCADA.

Для обеспечения согласованности работы выключателей нагрузки их подключают к SCADA системе по каналу GSM связи через терминал управления Netcontrol NM-CCU500, расположенный в диспетчерском пункте РЭСа.

Автоматическое секционирование распределительной сети 10 кВ является элементом Smart Grid. Применение данного инновационного технического решения существенно повысило степень надежности электроснабжения потребителей Мамадышского РЭСа.



**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПОВЕРКИ ЦИФРОВЫХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА МЕСТАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

*Мазитов И.Р., Парамонов М.А.,
ОАО «Сетевая компания», г.Казань*

**DEVELOPMENT OF COMPLEX SOFTWARE AND HARDWARE TOOLS FOR FIELD
VERIFICATION OF DIGITAL MULTIFUNCTIONAL MEASURING INSTRUMENTS AND
MEASURING TRANSDUCERS**

*Mazitov I.R., Paramonov M.A.,
JSC «Grid Company», Kazan*

Аннотация

В ОАО «Сетевая компания» на сегодняшний день установлено и эксплуатируется более 9 тысяч единиц цифровых многофункциональных измерительных приборов типа ЦМ120, ЦМ96 и измерительных преобразователей ЭНИП-2 различных модификаций, которые были установлены на подстанциях основной сети в рамках реализации долгосрочной целевой Программы по оснащению энергообъектов современными цифровыми электроизмерительными приборами на 2011-2015 годы. С учетом межповерочного/межкалибровочного интервала данных приборов (для ЦМ120 и ЦМ96 он составляет 6 лет, а для ЭНИП-2 – 8 лет), с 2016 года необходимо ежегодно проводить метрологическое обслуживание большого количества цифровых электроизмерительных приборов, трудоемкость калибровки которых по результатам хронометраж рабочего времени составляет в среднем 8 часов 40 мин. С целью снижения трудоемкости работ по поверке и калибровке цифровых многофункциональных электроизмерительных приборов была выполнена НИОКР по автоматизации процесса.

Abstract

JSC «Grid Company» found and exploited more than 9 thousands of digital multi-function meters SM120, SM96 and transducers ENIP-2 that were installed at transmission substations within the framework of realization of the long-term target program to equip the electrical objects with modern digital devices on 2011-2015 years. Taking into account the calibration interval these devices, since the 2016 annual metrological maintenance is needed for a large number of digital electrical measuring instruments, which are based on the results of the calibration labour input duration of working time is an average of 8 hours 40 minutes. In order to reduce the labor intensity of work on verification and calibration of digital multi-function electrical measuring instruments R&D was performed for process automation.

Основная суть данного проекта состоит в автоматизации процесса поверки/калибровки многофункциональных измерительных приборов типа ЦМ120/96 и ЭНИП-2 на местах эксплуатации, в том числе без демонтажа приборов, с применением специализированного комплекса программно-технических средств.

Сложность этой НИОКР потребовала привлечения сторонней организации, поэтому в качестве основного исполнителя было выбрано ЗАО «Инженерный центр «Энергосервис» (г.Архангельск), поскольку это предприятие является разработчиком приборов ЦМ120 и ЭНИП-2, обладает необходимой компетенцией, высоко квалифицированный персоналом, производственной базой и опытом выполнения аналогичных работ, хорошо зарекомендовало себя при реализации других совместных проектов.

В ходе НИОКР был реализован данный комплекс на базе имеющегося в филиалах компании переносного эталонного и вспомогательного оборудования. Для управления таким комплексом разработано программное обеспечение, совместимое с имеющимся оборудовани-



ем, которое будет работать по заданному алгоритму, в условиях действующего энергообъекта, по специально разработанной и утвержденной в Росстандарте методике.

В частности, комплекс реализован на основе трехфазного программируемого источника переменного тока и напряжения «Энергоформа 3.3» и эталонного цифрового счетчика, прибора сравнения «Энергомонитор 3.3» (Производитель ООО «НПП Марс-Энерго»). В этих приборах имеется возможность цифрового управления от ПК или ноутбука по специальной программе.

В рамках проработки данного проекта, был определен состав эталонного и вспомогательного оборудования и определена структура программно-технического комплекса. В техническом задании проекта были определены основные исходные данные для разработки методик поверки и калибровки данных приборов на местах эксплуатации в условиях действующего энергообъекта.

Результатами работы стали:

- утверждение в ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» методики поверки и калибровки преобразователей измерительных многофункциональных ЭНИП-2 и приборов измерительных многофункциональных цифровых ЩМ120, ЩМ96 с использованием комплекса программно-технических средств;

- разработка и испытание ПО «GridcomTest» (вер. 1.0.0.2);

- подготовлены и переданы заказчику аппаратные ключи HASP HL и 2-портовые преобразователи интерфейсов USB в RS-232 UPort 2210.

В течение 4 квартала 2015 года комплексы программно-технических средств были внедрены в промышленную эксплуатацию во всех метрологических службах филиалов ОАО «Сетевая компания».

По результатам внедрения данной НИОКР метрологические службы филиалов ОАО «Сетевая компания», получили современный высокопроизводительный комплекс программно-технических средств для проведения поверки и калибровки многофункциональных измерительных приборов типа ЩМ120/96 и ЭНИП-2 на местах эксплуатации, обеспеченный соответствующей нормативной-методической документацией. При этом трудоемкость процесса калибровки одного прибора удалось существенно снизить в среднем до 40 минут. Кроме того, комплекс обеспечивает высокое качество выполнения калибровочных работ за счет исключения ошибок, допускаемых калибровщиком (человеческий фактор). Протокол калибровки формируется в электронном виде, что позволяет вести электронный архив протоколов, т.е. реализовать безбумажную технологию документирования.



**СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ: РАЗВИТИЕ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЖКХ.
ПОДГОТОВКА
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ.
ЗАСЕДАНИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ СОВЕТОВ
ПРОГРАММ «НАУКА» И «ТЕПЛО» РООР
«СОЮЗ КОММУНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»**



РОЛЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Ахметов Т.Р.,

ОАО «Казэнерго», г.Казань

THE ROLE OF ENERGY SAVING IN THE ENTERPRISE OF THERMAL NETWORKS

Akhmetov T.R.,

Kazenergo, Kazan

Аннотация

Теплоснабжение является одним из наиболее социально – напряженных и значимых видов деятельности. Например, ОАО «Казэнерго» обеспечивает тепловой энергией 25% потребителей города Казани, вырабатывая на собственных котельных около 2,1 млн. Гкал/год. Из этого объема 64% тепловой энергии потребляет население города.

Annotation

Heat is one of the most socially intense and meaningful activities. For example, JSC «Kazenergo» provides with thermal energy of 25% of the consumers of the city of Kazan, developing at its own boiler about 2.1 million Gcal/year. Of this amount, 64% of thermal energy consumed by the population of the city.

С учетом требований пункта 25 «Основ ценообразования в сфере теплоснабжения», утвержденных Постановлением Правительства РФ от 22.10.2012 N 1075 «О ценообразовании в сфере теплоснабжения» («не допускается установление тарифов ниже экономически обоснованного уровня для одних категорий потребителей за счет установления тарифов выше экономически обоснованного уровня для других категорий потребителей»), любое повышение тарифов на тепловую энергию непосредственно оказывает влияние на уровень жизни населения. В целях недопущения значительного роста тарифа на тепловую энергию, Правительство РФ ежегодно устанавливает предельные индексы роста (цен) тарифов. В связи с этим ценообразование в сфере теплоснабжения осуществляется не столько методом учета в тарифе всех обоснованных затрат регулируемой организации, сколько «урезанием» данных затрат до величины установленного предельного уровня роста, безотносительно к степени их обоснованности.

Также нужно отметить, что на сегодняшний день, все виды деятельности в сфере теплоснабжения (передача тепловой энергии, горячее водоснабжение, технологическое присоединение к системе теплоснабжения) являются регулируемыми и на них распространяется описанное выше ограничение.

Одним из немногих методов, позволяющих теплоснабжающим предприятиям не нести значительных убытков от своей деятельности, является энергосбережение и повышение эффективности. Причем в данном случае намеренно не используется термин «энергоэффективность». Традиционное словосочетание «энергосбережение и повышение энергоэффективности» подразумевает в первую очередь снижение потребления любых видов энергоресурсов, в то время как сейчас почти любое энергосберегающее мероприятие ведет к появлению комплексного эффекта, сочетающего в себе не только снижение потребления энергии, но и оптимизацию других видов затрат: эксплуатационных, ремонтных, фонда заработной платы.

Базовым нормативно – правовым актом в этой сфере стал Федеральный закон №261 от 23.11.2009 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности». Конкретизируют требования к энергосбережению в теплоснабжающих организациях Федеральный закон от 27.07.2010 года №190-ФЗ «О теплоснабжении», Приказ Минэнерго России от 30.06.2014 N 398 «Об утверждении требований к форме программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства и муниципального образования, организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, и отчетности о ходе их реализации».



Однако, многие теплоснабжающие предприятия, приступили к разработке и реализации своих программ энергосбережения задолго до принятия данного закона.

Так ОАО «Казэнерго» с 2000 года выполняет уже третью пятилетнюю программу энергосбережения и повышения энергетической эффективности. За 15 лет предприятие снизило фактический удельный расход топлива на выработку тепловой энергии со 172,8 кг.у.т./Гкал до 159,5 кг.у.т./Гкал (снижении расхода газа в среднем на 30,4 млн. $\text{нм}^3/\text{год}$). Соответственно средний фактический КПД котлоагрегатов за тот же период увеличился с 82,9% до 90%. Это тем более актуально, что в структуре тарифа предприятия доля газа в 2016 году составляет 60%, при этом увеличившись за последние 10 лет на 5,5%. Подчеркиваю, доля затрат на топливо в тарифе растет, при значительном снижении удельных расходов топлива на выработку тепловой энергии. Это наглядно свидетельствует о ежегодном уменьшении в тарифе всех иных затрат в пользу топливной составляющей.

Потери тепловой энергии в тепловых сетях предприятия составляют 10,4%.

За последние 10 лет численность персонала предприятия снижена на 119 человек, при увеличении протяженности тепловых сетей на 5%. Отмечу, что фонд оплаты труда находится на втором месте в структуре тарифа ОАО «Казэнерго» и составляет 18% в 2016 году.

Удельный расход электроэнергии за 15 лет снижен с 30 кВт*ч/Гкал до 24,9 кВт*ч/Гкал, что в натуральном выражении составляет около 6 млн. кВт*ч в год. При этом расходы на электроэнергию составляет в структуре тарифа ОАО «Казэнерго» 8,3% в 2016 году.

Расход воды на подпитку тепловых сетей на протяжении последних 10 лет устанавливается по предприятию из расчета 0,15% от объема сетей (примерно 290 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$), при нормативном значении, установленным правилами 0,25%. Даже при заниженной величине норматива предприятие ежегодно экономит до 30% подпиточной воды, что свидетельствует о плотности тепловых сетей.

Достижение данных показателей эффективности деятельности предприятия стало возможно благодаря ежегодному внедрению большого объема энергосберегающих мероприятий, которые, в соответствии с законодательством, являются частью инвестиционной программы ОАО «Казэнерго».

С учетом того, что единственным источником финансирования инвестиционной программы предприятия является амортизация, основные принципы формирования инвестиционной программы ОАО «Казэнерго» сводятся к включению мероприятий направленных:

- непосредственно на снижение уровня износа основных фондов, повышение надежности и качества теплоснабжения путем реконструкции и замены оборудования, а также мероприятия, косвенно влияющие на уровень износа и надежности;
- энергосберегающие мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности предприятия, снижение удельных расходов топлива, электроэнергии, воды, оптимизацию режимов работы, численности персонала в целях недопущения большого роста себестоимости и обеспечения доступности тепловой энергии для потребителей.

При этом наиболее эффективным решением при формировании инвестиционной программы является включение мероприятий, которые позволяют одновременно решить задачи повышения надежности и энергоэффективности.

Нужно отметить, что перечень энергосберегающих мероприятий, применяемых предприятиями тепловых сетей и имеющих существенный экономический эффект, приемлемый срок окупаемости не так уж велик. Основные мероприятия можно свести к следующему перечню.

- реконструкция котельных и ЦТП, с заменой морально и физически устаревшего основного и вспомогательного оборудования на современное, высокоэффективное (с 2000 года ОАО «Казэнерго» выполнена реконструкция и строительство 87 котельных, смонтировано и введено в эксплуатацию 218 котлоагрегатов с повышенным КПД);
- автоматизация и диспетчеризация технологического процесса в котельных и ЦТП (автоматизировано 142 котлоагрегата в 72 котельных, 24 котельные полностью автоматизированы и диспетчеризованы, работают без обслуживающего персонала);



- установка частотно – регулируемых электроприводов на электродвигателях оборудования с переменным режимом работы, устройств плавного пуска электродвигателей (в настоящее время на предприятии установлено: 450 частотных преобразователей; 198 устройств плавного пуска);

- монтаж в котельных ГПУ для выработки электроэнергии на собственные нужды (установлена ГПУ мощность 315кВт в котельной Каштановая, 18);

- применение современных видов тепловой изоляции, предизолированных труб (12% тепловых сетей на отопление заменены на предизолированные трубопроводы);

- замена традиционных стальных трубопроводов на трубы из полимерных материалов, как альтернатива установки ИТП для приготовления горячей воды у потребителей (выполнена замена 50% сетей горячего водоснабжения, имеющихся на балансе предприятия на трубопроводы из полимерных материалов);

- установка в котельных современных приборов учета (с минимальной погрешностью измерений) природного газа, электроэнергии, воды, тепловой энергии. Применение АСКУЭ (модернизация 102 узлов учета электрической энергии, 99 узла учета расхода газа, 179 узлов учета расхода воды, внедрена система автоматизированного коммерческого учета электроэнергии);

- использование современных теплообменников, оборудованных регуляторами температуры (смонтировано 124 регулятора температуры ГВС);

- оптимизация и автоматизация поддержания нормативного водно – химического режима (был произведен монтаж 10 автоматических установок Na-катионирования и 113 установок дозирования реагентов);

- оптимизация режимов работы источников тепловой энергии путем переключения нагрузки на более эффективные котельные или тепловоды от ТЭЦ, с ликвидацией неэффективных котельных (с 2000 года ликвидировано с переключением на другие источники ОАО «Казэнерго» 15 мелких неэффективных котельных, подготовлено к переключению на тепловые сети ОАО «Генерирующая компания» - 3 котельные).

Выполнение значительного объема энергосберегающих мероприятий, ежегодное сокращение расходов, не в последнюю очередь, позволило предприятию осуществлять свою деятельность в условиях жесткого ограничения роста тарифа предельным индексом, недофинансирования отдельных статей расходов.

Все вышесказанное вроде бы заставляет сделать очевидный вывод: энергосбережение, повышение эффективности деятельности теплоснабжающего предприятия актуальнейшая задача, играющая положительную роль в развитии отрасли, смягчающая социальные последствия роста тарифов. Действительно цепочка очевидна: государство как в области законодательства об энергосбережении, так и установлением предельного индекса роста тарифов буквально заставляет теплоснабжающие организации заниматься энергосбережением; мотивированное предприятие внедряет ряд мероприятий, повышает свою эффективность, получает экономический эффект, который частично закрывает недофинансирование в тарифе; государство сдерживает рост тарифов, снижает нерациональные потери энергоресурсов, снижает энергоемкость.

К сожалению столь же очевидно, что приведенная цепочка не может быть бесконечной. И финал ее зависит от общеизвестного термина «потенциал энергосбережения».

Обратимся к опыту ОАО «Казэнерго» по внедрению энергосберегающих мероприятий и оценим их эффективность по стандартной паре величин: затраты на мероприятия – полученный эффект.

Затраты на реализацию мероприятий программы энергосбережения в за 2006 – 2010 годы составили 304,36 млн. рублей. Экономический эффект составил 85,664 млн. рублей. Простой срок окупаемости 3,5 года.

Затраты на реализацию мероприятий программы энергосбережения в за 2011 – 2014 годы составили 433,03 млн. рублей. Экономический эффект составил 73,7 млн. рублей. Простой срок окупаемости 5,9 лет.



В 2015 году затраты на внедрение энергосберегающих мероприятий составили 127,29 млн. рублей. Планируемый экономический эффект составит 14 млн. рублей. Простой срок окупаемости 9 лет.

Анализируя величину достигнутых предприятием удельных расходов топлива, электроэнергии, воды, прочих показателей эффективности, ежегодное неуклонное увеличение затрат на каждый полученный рубль экономии напрашивается вывод о скором исчерпании потенциала энергосбережения предприятия.

Как раз в этом и заключается основная проблема, которой посвящен мой доклад и которая неизбежно приведет теплоснабжающие предприятия к значительным убыткам. Причем ирония ситуации заключается в том, что первыми всю тяжесть проблемы почувствуют на себе наиболее эффективные организации, занимающиеся внедрением энергосберегающих мероприятий долгие годы.

Позиция государства предельно понятна: потенциал энергосбережения в целом по отрасли очень значителен, эффективность теплоснабжения нужно повышать, рост тарифов нужно сдерживать. Федеральное законодательство устанавливает единые требования ко всем организациям, не разделяя их по уровню эффективности. Также не установлены предельные уровни эффективности, после достижения которых дальнейшее снижение затрат противоречит законам физики.

Таким образом, любая теплоснабжающая организация, исчерпавшая потенциал энергосбережения оказывается в ситуации когда недофинансирование экономически обоснованных затрат в тарифе невозможно перекрыть с помощью эффектов от энергосбережения. И как это не парадоксально звучит, наиболее эффективные теплоснабжающие организации смогут избежать банкротства только при условии значительного роста тарифа на тепловую энергию, либо любых вариантов дотаций.



РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Садыков М.Ф., Ширьев Р.Р.,

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

INDOOR LIGHTING CONTROL SYSTEMS UNIT

Sadykov M.F., Shiriev R.R.,

Kazan state energy University, Kazan

Аннотация

В настоящее время существуют различные варианты систем управления освещением: от простого до самого сложного, когда с помощью специализированного программного обеспечения можно создавать сценарии освещения любой сложности.

Мы предлагаем реализацию такой системы управления освещением, при помощи которой будет возможно получение параметров, а также их мониторинг и контроль.

С целью повышения энергоэффективности и энергоресурсосбережения предлагаем заменить существующие светильники общего рабочего освещения КГЭУ на светильники, оснащенные нашими блоками управления.

Annotation

Currently, there are various types of lighting control systems, from simple to the most complex one. With specialized software you can create lighting scenarios of any complexity. We offer the realization of a lighting control system, with which it will be possible to obtain the parameters, as well as their monitoring and control. In order to improve energy efficiency and energy saving in Kazan state power engineering university we offer to replace current mounted lamps to the lamps equipped with our control units.

Разрабатываемая система состоит из персонального компьютера, специализированного ПО (программного обеспечения), светильников с блоком управления и драйвером регулировки яркости, которые связаны между собой посредством беспроводной сети. Персональный компьютер с установленным на него специализированным программным обеспечением служит источником управляющего сигнала. Наша система имеет наиболее широкие возможности из всех встраиваемых систем, она позволяет:

- применять любые цветодинамические эффекты для группы, состоящей как из одинаковых светодиодных светильников, так и для группы, состоящей из светильников разных моделей;
- создавать, сохранять и редактировать сценарии подсветки и освещения любой длительности, состоящие из любого количества эффектов;
- регулировать яркость и насыщенность света;
- контролировать уровень потребления тока;
- просматривать созданный сценарий освещения в вузе в режиме реального времени (например, с помощью единого диспетчерского центра управления и мониторинга работы всей системы, установленного в Центре энергосбережения КГЭУ);
- добавление новых устройств в сеть. Отражается только на программе компьютера (например, будет возможно собирать данные счетчиков воды или контролировать открытие двери в аудитории);
- возможность автоматического включения/выключения освещения по факту наличия/отсутствия людей в помещении; временные интервалы таймера задержек выключения освещения от датчиков движения и датчиков освещенности могут задаваться пользователем в процессе эксплуатации;



- возможность контроля внештатных ситуаций: аварии, пожар, несанкционированной доступ в охраняемые помещения.

К тому же, для расширения возможности мониторинга и управления всей системой освещением в вузе можно подключить ПК к интернету, что позволит легко через сотовый телефон получать сведения о работе и состоянии светильников в аудиториях.

На рис.1 показан пример функционирования системы управления освещением.

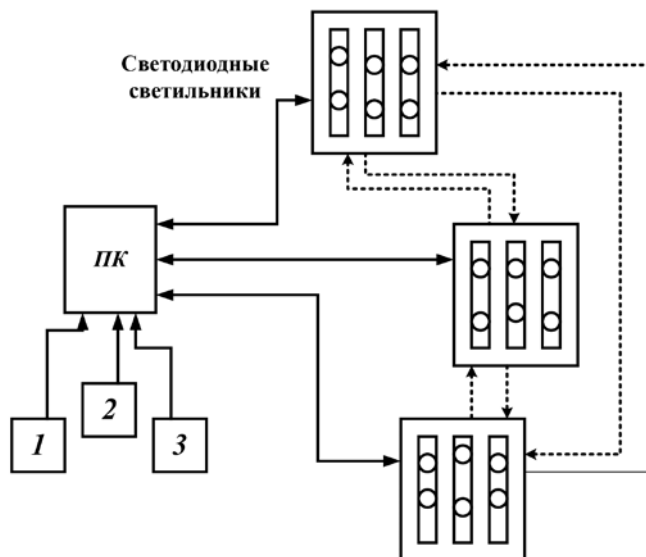


Рис. 1. Схема работы системы управления освещением:
1, 2, 3 – параметры (присутствие людей, освещенность в помещении и т.п.);
ПК – персональный компьютер (Табло в Центре энергосбережения КГЭУ);
– беспроводные линии связи

Разработка системы предусматривает следующие основные этапы:

1) Разработка технических требований к разрабатываемому опытному образцу программно-аппаратного комплекса. На данном этапе разрабатываются технические требования, проводится патентно-информационный поиск, составляется технико-экономическое обоснование на разработку с обоснованием потребности, планируемой стоимости изделия и экономических параметров внедрения (экономического эффекта).

2) Разработка конструкторской документации и технической документации. На данном этапе пишется информационный отчет, разрабатывается проект технических условий.

3) Изготовление опытных образцов. На данном этапе приобретаются материалы и комплектующие, изготавливается опытный образец программно-аппаратного комплекса, проводятся испытания, дорабатывается опытный образец и корректируется конструкторская документация по результатам испытаний, разрабатываются технические условия и эксплуатационная документация.

4) Проведение испытаний опытных образцов. На данном этапе разрабатываются программа и методика испытаний, проводятся эксплуатационные и приемочные испытания, дорабатываются опытный образец программно-аппаратного комплекса, конструкторская документация и эксплуатационный документ по результатам приемочных испытаний, утверждаются технические условия.

5) Изготовление промышленных образцов с последующим монтажом и наладкой.

6) Серийное производство готовых к эксплуатации изделий в требуемом количестве.



7) Оформление разрешительной документации. На данном этапе оформляются охранные свидетельства (патенты) на полезную модель и т.д., получают разрешительную документацию на применение и производство.

На данный момент имеется экспериментальная партия светодиодных светильников в количестве 20 штук, которые мы предлагаем разместить в корпусе Д на 2 этаже (рис. 2).

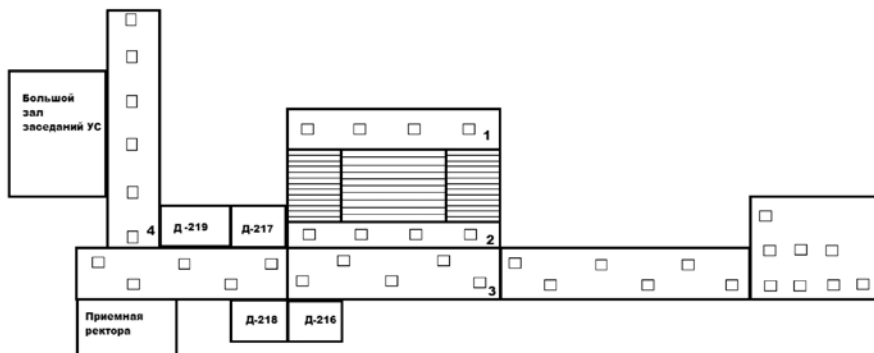


Рис. 2. Схема 2-го этажа корпуса Д: 1 - первая группа, 2 - вторая группа, 3 - третья группа, 4 - четвертая группа светильников

Первая группа (рис. 2) светильников, расположенная вдоль оконных проемов будет реагировать автоматически на уровень освещенности, и имитировать световой день, а именно: включаться на полную мощность в темное время суток, в пасмурную погоду и дневное время регулировать яркость в соответствии с нормами освещенности.

Вторая группа светильников предназначенная для освещения лестничной площадки по своему функциональному назначению близка к первой группе, однако в эту зону попадает значительно меньше дневного света. Система управления позволит снизить затраты на электроэнергию посредством автоматического регулирования уровня освещенности и тем самым интенсивности излучения светильников.

Третья группа светильников, расположенная в холле 2-го этажа также не должна иметь полную нагрузку по мощности, так как часть дневного света проникает и в эту область. Автоматическое диммирование посредством встроенной системы управления, разработанная нами позволит своевременно регулировать интенсивность светового потока светильников.

Четвертая группа светильников расположена в коридоре на 2-ом этаже возле Большого зала заседаний Ученого Совета. Протяженность коридора и неравномерное распределение окон создает резкий перепад освещенности. В отличие от предыдущих зон, данная область является менее людной, и соответственно не требует поддержания высокого уровня освещенности. Алгоритм управления этой группы светильников будет учитывать все эти нюансы. Наша система позволит выровнять уровень освещенности, и автоматически снижать при отсутствии людей в коридоре, световой поток до уровня дежурного освещения.

Все группы светильников будут автоматически реагировать на присутствие человека, отключаясь и включаясь при необходимости. Регулирование освещенности каждого светильника в отдельности, позволит обеспечить значительную экономию энергопотребления. С помощью единого диспетчерского центра управления и мониторинга, установленного в Центре энергосбережения КГЭУ, можно будет контролировать состояние отдельно взятого светильника или всей системы в целом. Также будет создан демонстрационный стенд системы освещения всех помещений КГЭУ, который позволит в режиме реального времени отслеживать и автоматически управлять состоянием системы.

Основные режимы работы системы показаны в таблице 1



Таблица 1

Режимы работы системы освещения

№	Режимы освещения	Выполняемые функции	Особенности
1	Рабочее освещение	1) обеспечение видимости, 2) контроль освещенности, 3) контроль присутствия	1) плавное регулирование интенсивности светового потока 2) включение, отключение и изменение яркости светильников
2	Дежурное освещение	1) освещение для дежурного персонала 2) выборочное включение отдельных светильников 3) контроль присутствия	1) низкий уровень освещенности 2) работа в заданный промежуток времени (ночью)
3	Аварийное освещение	1) стабильное поддержание необходимого в аварийных ситуациях уровня освещенности	1) невозможность самостоятельного (без команды) перехода в другие режимы

Для обеспечения максимального комфорта система освещения должна обеспечивать наилучший цветовой климат, представляющий собой особенности спектрального состава освещения. С целью оптимизации параметров освещения были проведены исследования влияния цветовой температуры светодиодных светильников на работоспособность и эмоциональное состояние человека.

Научный поиск отечественных и зарубежных исследователей [2,7,3] свидетельствует о заметном влиянии уровня цветовой температуры светового потока источников света на циркадные ритмы человека – циклические колебания интенсивности различных биологических процессов, связанных со сменой дня и ночи. Принято считать, что отдыху и подготовке ко сну способствует освещение «теплых» тонов, для работы рекомендуется «нейтральная» (около 4000K) цветовая температура, а более «холодные» тона провоцируют к более высокой умственной активности [4,2]. Эти общеизвестные постулаты базируются в основном на результатах научных достижений прошлого века, когда объектом научных исследований в сфере светотехники служили лампы накаливания и газоразрядные источники света.

Большинство нынешних публикаций в светотехнических журналах посвящены светодиодным светильникам, приобретающим все большую популярность в силу бурного развития этой отрасли. В них видят решение некоторых экономических и технических проблем в условиях мирового кризиса и, в частности, связанных с необходимостью обеспечения комфортных условий труда и быта. Спектральный состав светодиодного освещения сильно отличается от спектра излучения ламп накаливания и газоразрядных источников света. Процессы зрительного восприятия человека настолько сложны, что было бы неверно приписывать одним источникам света свойства, присущие другим.

Таким образом, осознав тот факт, что современные светодиодные светильники требуют всестороннего изучения а, в частности, на предмет взаимосвязи цветосветовой среды, работоспособности и эмоционального состояния человека, совместно с ООО «МГК «Световые Технологии», производителем и поставщиком современных энергоэффективных светотехнических решений, были проведены данные научные исследования.

Одна из лабораторий КГЭУ оснащена светотехническим оборудованием, в состав которого вошли восемь светильников на полупроводниковых источниках света – светодиодах LINER/S DR LED 1200 CF мощностью по 27 Вт каждый (рис. 3), микроконтроллер и пульт управления. Замена имеющихся светильников с люминесцентными лампами на светодиодные позволило снизить затраты на электроэнергию в четыре раза.



Рис. 3. Экспериментальные светильники LINER/S DR LED 1200 CF в учебной лаборатории КГЭУ

Попутно совместными усилиями был разработан план научных исследований. Было решено провести несколько серий экспериментов, в том числе оценку, внимания, работоспособности, утомляемости с помощью корректурных проб и теппинг-теста, оценку психоэмоционального состояния человека.

Согласно общепринятой доктрине, обеспечение высокой достоверности результатов испытаний предполагает использование как минимум двух репрезентативных выборок. Одну из них называют «опытной» группой, а другую – «контрольной». Поэтому тестирование проводилось в двух учебных аудиториях с разными типами освещения. Учебные планы кафедры предусматривают проведение различных видов занятий с применением разнообразных оценочных средств в устной и письменной формах с обязательной интерактивной составляющей. Это дало нам широкие возможности при планировании и проведении инновационных исследований, имеющие громадное значение для развития отраслей национальной экономики и позволило получить новые научно-технические результаты.

Эксперимент состоял из двух циклов и по времени занял три месяца. В исследованиях в качестве испытуемых были задействованы студенты мужского и женского пола в возрасте 20-22 лет (рис. 4). Объем выборки ограничивался количеством учащихся в группе. Использовались три вида тестовых задания. Оценка внимания, работоспособности, утомляемости осуществляли с помощью корректурных проб и теппинг-теста, а оценку эмоционального состояния – с помощью опросника САН. Тестирование проводилось дважды в день при разных условиях освещения: светильниками с люминесцентными лампами (ЛЛ) с цветовой температурой $T_c = 4000\text{K}$ и светодиодное (СД) освещение ($T_c = 2800, 4000, 5800\text{K}$).



Рис. 4. Одна из групп испытуемых



Анализ результатов тестирования показал, что у более половины опрошенных при освещении светодиодными светильниками со цветовой температурой $T_c = 5800\text{K}$ («холодный свет») повышалась активность. Предположение о том, что зрительная работоспособность должна коррелировать с четырьмя исследуемыми режимах освещения, подтвердилось. При тестировании испытуемых в помещении со светодиодным освещением и цветовой температуре (T_c) равной 5800K по сравнению с люминесцентным освещением темп выполнения тестовых заданий и продуктивность возрастали до 15-20% ($p \leq 0,05$). Выявлено влияние различных режимов освещения на психофизиологический фон, в частности, тенденция к расслаблению при «теплом» светодиодном освещении ($T_c = 2800\text{K}$).

Практическое применение осветительных установок способных изменять интенсивность и спектр излучения светильников, при необходимости имитируя световой день, будет способствовать поддержанию благоприятного светового микроклимата в помещениях и оздоровлению психофизического состояния людей.

Данная разработка, направленная к тому же и на решение задач энергоресурсосбережения, не ограничивается лишь заменой одних светильников на более экономичные источники света. Дальнейшее развитие темы предполагает применение солнечных модулей или других альтернативных источников электрического питания, что позволит значительно снизить затраты на электроэнергию. Инновационная система освещения (Рис. 5) способна будет получать электрическое питание от стандартной сети энергоснабжения, солнечных батарей, расположенных снаружи на стене учебного корпуса «Д», и ветрогенераторов, размещенных на крыше одного из учебных корпусов КГЭУ.

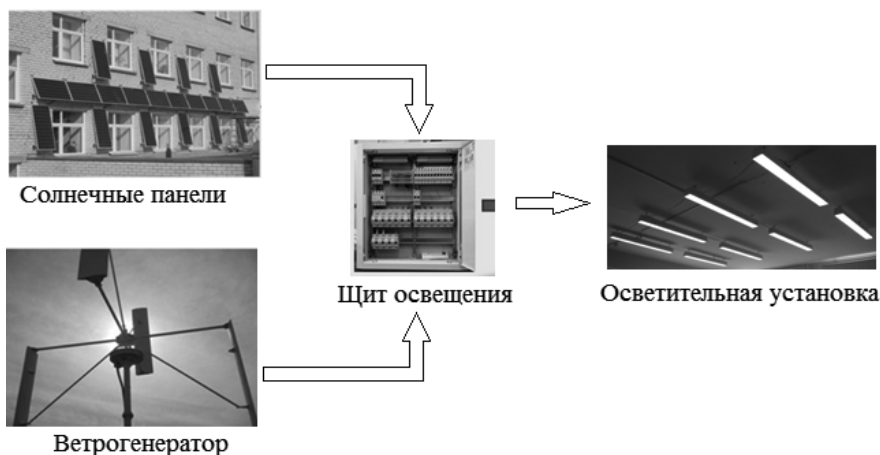


Рис. 5. Структурная схема инновационной системы освещения с альтернативными источниками энергии

Традиционная сеть электроснабжения в данном случае будет являться дополнительной мерой, предназначенной для обеспечения бесперебойности электрического питания осветительной установки.

Возможности практического применения результатов наших исследований в экономике заключаются в продвижении принципиально новой продукции как катализатора роста соответствующих секторов экономики. К тому же, повсеместное применение аналогов описанной инновационной системы освещения и устройств альтернативной энергетики – солнечных батарей и ветрогенераторов – в качестве источников электрического питания вызовет значительное снижение издержек на электроэнергию.



Литература

1. Аладов А.В., Закгейм А.Л., Мизеров М.Н., Черняков А.Е. О биологическом эквиваленте излучения светодиодных и традиционных источников света с цветовой температурой 1800-10000 К // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 7-10.
2. Аверьянов В.А. Исследование и оценка динамического по спектру освещения в производственных помещениях / В.А. Аверьянов, Н.М. Беляева, Н.И. Зоз, С.И. Мельникова // Светотехника. – 1981. – №3. – С. 13-16.
3. Архангельский Д.В. Исследования влияния света на зрительную работоспособность и утомление человека с учетом его циркадных ритмов / Д.В. Архангельский, В.Ю. Снетков // Вестник Московского энергетического института. – 2012. – №5. – С. 104-108.
4. Берзинь В.И. Гигиеническое обоснование оптимальной освещенности в учебных помещениях вузов / В.И. Берзинь // Светотехника. – 1978. – №1. – С. 17-19.
5. Зак П.П., Островский М.А. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков // Светотехника. 2012. – № 3. – С. 46.
6. Психологические тесты / Под ред. А.А.Карелина. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999.
7. С. Ри Марк, Дж. Фигуэро Марианна, Ди Баллоу Джей. Циркадная фотобиология: новые горизонты практической и теоретической светотехники. Перевод: А. Шаракшанэ // Полупроводниковая светотехника. – 2012. – № 4. – С. 58-63.



ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЖКХ СРЕДСТВАМИ ДАТЧИКОВ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Кашаев Р.С., Козелков О.В.,

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

ENERGY SAVING IN HOUSING BY MEANS OF SENSORS AND INSTRUMENTATION

Kashaev R. S., Kozelkov O. V.,

Kazan state energy University, Kazan

Аннотация

Рассмотрены некоторые разработки кафедры «Приборостроение и автоматизированный электропривод» (ПАЭ) КГЭУ направленные на применение новых приборов, а также технологических элементов и устройств в энерго- и теплосбережении в ЖКХ.

Annotation

Described some elaborations of the chair «Device creation and automated electric drive» of KSPEU intended on use of new devices, as well as technologic elements and installations for energy- and heat saving.

Энергосбережение невозможно без информационного обеспечения и контроля состояния системы контрольно-измерительными приборами и автоматикой (КИПиА), доля которых должна быть не менее 25% капиталовложений. Такое соотношение гарантирует безотказность, позволяет избежать техногенных аварий и обеспечить охрану окружающей среды. Важно также применение современных технологий теплосбережения и использования бросового тепла, а также новых способов генерации электроэнергии с использованием потоков. Это в полной мере относится и к системе жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Рассмотрим некоторые разработки кафедры «Приборостроение и автоматизированный электропривод» (ПАЭ) КГЭУ направленные на применение новых приборов, а также технологических элементов и устройств в энерго- и теплосбережении в ЖКХ:

1. Снижение температуры статорных обмоток электродвигателей, используемых в ЖКХ, для повышения их КПД;
2. Использование альтернативных топлив на основе топливных эмульсий из воды и мазута, котельного топлива, а также водо-угольных суспензий;
3. Разработка и внедрение проточных электрогенераторов (ПЭГ) на потоках воды, пара, газа и воздуха.
4. Разработка и внедрение термогенераторов (ТЭГ) для использования тепла окружающей среды и бросового тепла различных источников для питания КИПиА и термоэлектрогенерации и концепции «умный дом»;
5. Контроль качества воды и загрязнений сточных вод и почв, а также предварительная очистка стоков перед сбросом в канализацию.

1. Известно, что 65% вырабатываемой в РФ электроэнергии потребляют электроприводы (ЭП), обеспечивающие в том числе и технологические процессы в ЖКХ. Из них 60% - это ЭП переменного тока с асинхронными двигателями (АД). В связи с неуклонным удорожанием электроэнергии актуальными являются проблемы энергосбережения (Макаров, Матюшин) [1]. Существуют несколько путей повышения энергоэффективности ЭП: совершенствование существующих ЭП на базе полупроводниковых преобразователей ЭЭ с повышенными энергетическими характеристиками [2,3] и разработка новых типов ЭД [4].

Однако, важен еще один фактор повышения КПД ЭД - за счет снижения температуры статорных обмоток. Установлено [1], что при изменении (росте) их температуры на 100 К КПД ЭД падает с 0.5 до 0.325 при скорости ротора $\omega = 60 \text{ с}^{-1}$ и на 10% при $\omega = 300 \text{ с}^{-1}$.

Охлаждение обмоток можно осуществлять с использованием конструкции по нашему патенту [5] с помощью термоэлектрических охладителей в виде каскадов термоэлементов



(ТЭ), отводящих тепло (охлаждающих) обмотки генерирующих электрический ток, который можно использовать для питания датчиков и КИПиА.

2 *Использование альтернативных топлив на основе топливных эмульсий из воды и мазута, котельного топлива, а также водоугольных суспензий экономически выгодно и экологично.*

Мировая энергетика все в большей степени делает ставку на водо-топливные (мазут, котельное топливо) эмульсии (ВТЭ) в качестве топлива для котельных и тепловых электростанций (ТЭС). В котлах горение мазута идет с образованием тяжелых канцерогенных высокомолекулярных соединений. ВТЭ за счет взрыва капель воды в пламени факела диспергируют топливо, что ведет к полному сгоранию и конверсия углерода при малых концентрациях кислорода, снижению на 65-80% выбросов NO_x . Использование ВТЭ позволяет на 10-20% экономить топливо. Появляется возможность использования бросовых, обводненных нефтяных остатков, органических отходов, обезвреживая промышленные стоки Кашаев, Малайон, Самигуллин, Матухин [6].

Для использования ВТЭ необходима система поддержания в ней концентрации воды при определенном значении, например 20%. Нами Кашаев, Козелков [7] рассмотрена реализация такой системы на примере котельной на котлах ДКВР – 10 – 13 централизованного теплоснабжения жилых, общественных и промышленных зданий (рис.1).

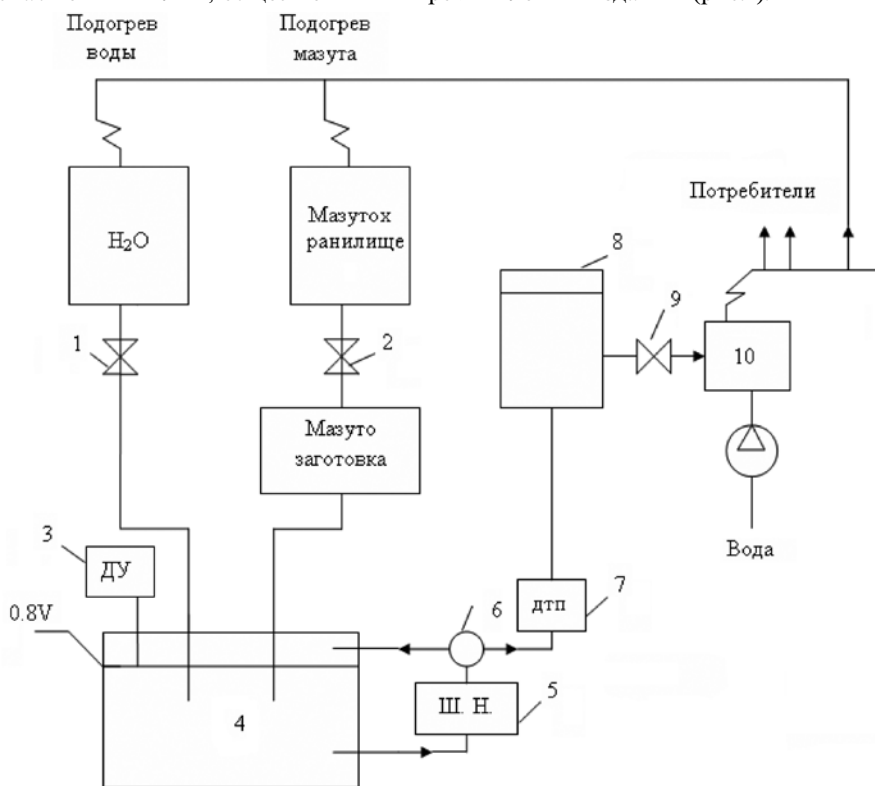


Рис.1. Принципиальная схема системы топливоснабжения. 1,2 и 9- вентили, 3- датчик уровня, 4- емкость, 5- насос, 6- клапан, 7- датчик технологического параметра, 8- промежуточная емкость, 10- котел.

Топливо – ВТЭ на мазуте с теплотворной способностью $Q = 9170$ ккал/кг. ВТЭ образуется смешением мазута (котельного топлива) и воды. Количество воды в смеси должно быть $20\% \pm 2\%$. Топливо и вода (H_2O) поступают при последовательном открытии вентилей 1 и 2. Эти жидкости заполняют емкость 4, за заполнением емкости ведется контроль датчиком уровня. При заполнении емкости до объема равного $0,8V$ вентили 1 и 2 закрываются. При



понижении уровня в емкости до 0,5 V датчик уровня работает на открытие 1 и 2. После заполнения емкости включается насос. Он перемешивает топливо и воду в течение заданного времени ($t_{\text{зад}}$), по истечении которого открывается клапан 6, смесь начинает поступать в промежуточную емкость. В это время смесь анализируется датчиком технологического параметра, в нашем случае – датчиком релаксометра ядерного магнитного резонанса (ЯМР). В зависимости от процентного соотношения воды в смеси открывается вентили либо 1, либо 2. Время открытого состояния вентилей зависит от количества воды в смеси. Отклонение ее на 1% соответствует 0,5 секундному открытию вентилей. Если же смесь отвечает заданным условиям, открывается вентиль 9 и смесь подается в котел. Разработан алгоритм функционирования системы.

Контрольно-измерительный проточный комплекс для анализа ВТЭ на базе ЯМР-анализатора представлен на фото рис. 2.

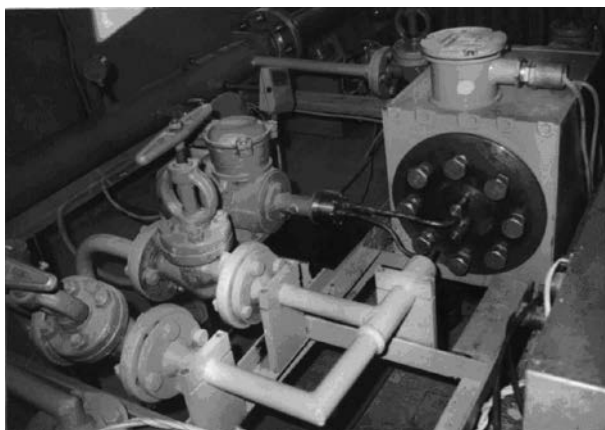


Рис 2. Поточный ЯМР-анализатор

В соответствии с Распоряжением правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р к 2030 году планируется увеличить долю угля в структуре внутреннего потребления топливно-энергетических ресурсов за счет замены «грязного» угля на технологию «чистого угля» в виде водоугольных суспензий (ВУС) – от небольших котельных до крупных ТЭС. В работе Гильманова, Шамсутдинова [8] разработаны рекомендации по работе с ВУС.

3. *Разработка и внедрение проточных электрогенераторов (ПЭГ) на потоках воды, пара, газа и воздуха.* Проблема получения электроэнергии от потоков в трубопроводах существует в связи с необходимостью питания датчиков и приборов на трубопроводах в труднодоступных для централизованного энергоснабжения и удаленных районах. Предлагаемый проточный электрогенератор (Кашаев, Матвеев, Шипилов) [9] вырабатывает электроэнергию на основе магнитогидродинамического (МГД) эффекта от взаимодействия потока воды, электролитов с внешним магнитным полем.

В МГД-генераторе (МГДГ) энергия потока электропроводящей среды во внешнем магнитном поле преобразуется в электрическую энергию. Это проявление эффекта отклонения траектории движения заряженных частиц в магнитном поле под действием силы Лоренца-произведение заряда q ионов на векторное произведение скорости потока частиц v на величину магнитной индукции поля B : $F_L = q \cdot v \times B$

По техтребованиям ПАО «Татнефть» по разработке ПЭГ для питания расходомеров при измерении расхода воды $Q = 0 \div 20 \text{ м}^3/\text{сут}$; диаметре трубопровода – $\varnothing = 89 \times 7$ или 119×9 мм; потерях давления 10 атм (при 150 атм); плотности среды – $1000\text{-}1190 \text{ кг/м}^3$, выходное напряжение должно быть 24 В. Эксперименты с новой конструкцией радиального ПЭГ (находится на стадии получения патентов) показали, что вполне достижимы требования выдвигаемые заказчиком.



4. Разработка и внедрение термогенераторов (ТЭГ) для использования тепла окружающей среды и бросового тепла для питания КИПиА и в концепции «умный дом».

Для питания автоматических датчиков и КИПиА в настоящее время используют фотоэлектрические (ФЭ) солнечные панели. При этом используемый ФЭ диапазон длин волн $\lambda = 200-800$ нм охватывает лишь 58% энергетической эффективности солнечного излучения и 42% энергии в диапазоне $\lambda = 800-3000$ нм в области инфракрасного излучения недоступна для фотоэлементов, т.е. не используется (рис.3).

Кроме того, ФЭ снижают свой КПД при их нагреве до 10-12 % [10], а также не способны к электрогенерации в ночное время суток.

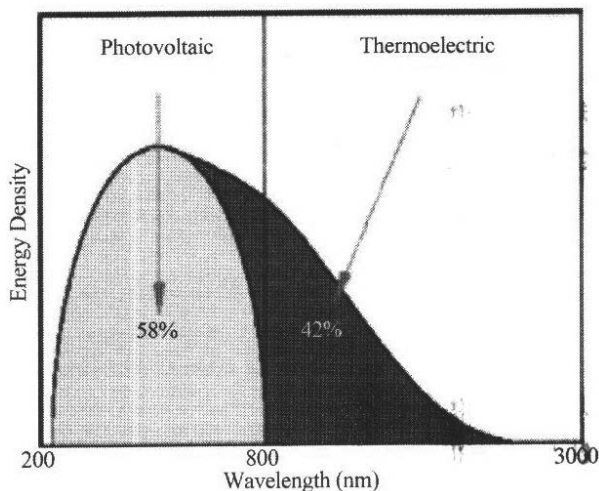


Рис.3. Энергетическая плотность излучения Солнца в зависимости от длины волны излучения и его использования фотоэлементами и термоэлементами [1]

Как одно из решений задачи является использование термоэлектрических элементов (ТЭ) на эффекте Зеебека [11] – преобразовании в электроэнергию перепада температур аккумуляторов тепла от Солнца, а также бросового тепла отходящих газов ТЭС и котельных, нефти в трубопроводах, температур воздуха и проточной воды и др.

Оригинальный способ получения термоэлектрогенерации – использование экзотермического эффекта при остывании рабочего вещества ночью. Термоэлектрические зависимости для теплоаккумулирующих материалов (ТАМ) – кристаллогидратов $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ демонстрируют экзотермический пик термоЭДС $U(t)$ со скачком термоЭДС $\Delta U \approx 0.3-0.4$ В в течение 3 часов (рис.4). Это дает возможность использования данного ТАМ и ТЕС-127-06С для выработки электроэнергии даже при малом (30-40°C) перепаде температур. Нами разработаны ТЭГ круглосуточной генерации электрической энергии от перепада температур окружающей среды, описанные в работах Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н. [12-14] и защищенные патентами РФ [15,16]. В ТЭГ тепло среды и солнца аккумулируется днем и используется ночью от скачка температур при экзотермическом эффекте.

Автоматическое управление теплоснабжением общественных и жилых зданий позволяет экономить тепло на 11.8% при автоматическом снижении температуры с 20 °С до 15 °С в ночное время суток и в выходные дни (Ртищева [17]).

Новая, практически не используемая система теплосбережения, основана на накоплении тепла окружающего пространства и Солнца днем и его потребления за счет экзотермических фазовых переходов ночью и в холодное время (Кашаев, Масиаб) [18].

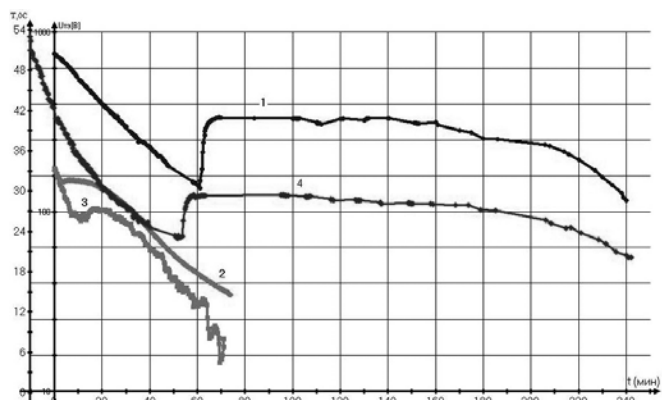


Рис.4. Кривые 1,2,3 – термоЭДСU(t) для $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и зависимости температуры от времени $T(t)$ для $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

5. Контроль качества воды и загрязнений вод и почв

В ЖКХ стоит проблема оперативного контроля загрязненности сточных вод органическими отходами и солями тяжелых металлов. Существующие анализаторы контроля обеспечивают диапазон измерений 0-200 мг/л (ОСМА-300 HORIBA, КН-1, Флюорат, Люмин), но они используют растворители и реактивы, длительность анализа до 30 минут и не могут быть использованы для контроля на потоке или в случаях концентраций нефти в воде, превышающих указанные в анализаторах пределы. То же относится к анализаторам загрязненности почв.

Для преодоления данных недостатков в аппаратуре и методиках по ТУ 25-4823764.0031-90 нами разработан портативный релаксометр ЯМР NP1 (рис.5). Измерения не требуют подготовки пробы. Время измерения в среднем не более 2 минут.



Рис.5. Портативный автономный переносной релаксометр ЯМР NP1

Прибор не имеет мировых аналогов, удостоен Золотой медали на Салоне инноваций (Москва, 2007), защищен патентами Российской федерации: №67719, №2319138, №73486. Его преимущества: оперативность, т.е. время измерения не более 2 минут; автономность (питание от аккумулятора в 12 В); практически не требуются реактивы (кроме концентрирующих патронов); неконтактность и неразрушающий контроль, взрывобезопасность. ЯМР-релаксометр может дать информацию на уровне ПДК по параметрам:

Загрязненности сточных и отработанных вод нефтью и нефтепродуктами с использованием формулы: $N_{oil} = A \cdot \Delta$



где $\Delta = A_1 - A_{ш}$ - разность между амплитудой первого эха и шума.

Загрязненности (концентрации N парамагнитных ионов тяжелых металлов) сточных и отработанных вод гальванических, кожевенных и т.д. производств солями тяжелых металлов [19], которая подчиняется формуле: $N = K_{l(2)}^{-1} [(T_{l(2)}^{-1})_{изм} - (T_{l(2)}^{-1})_0]$

где $(T_{l(2)}^{-1})_{изм}$ и $(T_{l(2)}^{-1})_0$ - скорости релаксации в образце и в растворителе в отсутствии парамагнитных ионов, $K_{l(2)}$ - коэффициент релаксационной эффективности. Минимально определяемые концентрации парамагнитных ионов C_{min} определяется минимальной разницей между $(T_{l(2)}^{-1})_{изм}$ и $(T_{l(2)}^{-1})_0$, т.е. точностью аппаратуры, характеризуемой коэффициентом f : $C_{min} = (T_{l(2)}^{-1})_0 (f - 1) / K_{l(2)}$

Релаксометр ЯМР в проточном исполнении (рис.2) позволяет на потоке во взрывоопасной и токсической зоне определять параметры:

Загрязненность сточных и отработанных вод нефтью и нефтепродуктами в диапазоне 0.1 - 100% с абс. погрешностью 0.03%;

Загрязненность (концентрации N парамагнитных ионов тяжелых металлов) сточных и отработанных вод солями тяжелых металлов (Ni, Cr, Co, V, Fe, Zn, Cu и др.) от 0.05 мг/л, верхний не ограничен.

Загрязненность почв нефтью и нефтепродуктами с относительной погрешностью 1.5%. с нижним пределом 0.05% весовых к весу образца почвы, верхний предел не ограничен.

Кроме того, на кафедре ПАЭ (Кашаев, Арзютова [20]) разрабатывается система автоматического контроля и управления очисткой от нефтеорганических примесей воды сточных вод, например, от станций технического обслуживания автомобилей. Система разработана на основе отладочного набора и системы проектирования STK500 для AVR флэш-контроллеров фирмы Amtel, который поставляется с микроконтроллером ATMEGA8515L. Для экспресс-контроля жидкостей на потоке используется ЯМР-анализатор (рис.2). Интерфейс лицевой панели управления измерительной установкой представлен на рис. 6.

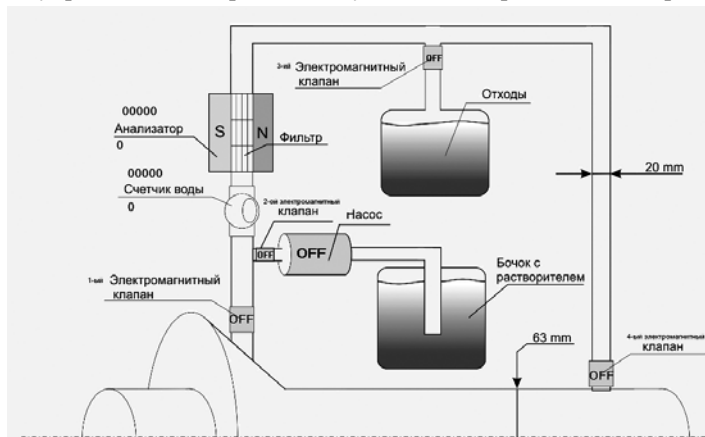


Рис.6. Интерфейс лицевой панели управления измерительной ЯМР-установкой для автоматического контроля качества воды и стоков

Литература

1. Макаров В.Г., Матюшин В.А. Изв. Вузов. Проблемы энергетики. 2013, №3-4, с. 101-107.
2. Гуревич М.К., Козлова М.А., Шешнев Ю.А. Электротехника. 2004. №10, С.3-7;
3. Ковалев В.Д., Евсеев Ю.А., Сурма А.М. Электротехника. 2005. №8, С.3-23.
4. Васильченко В.А. и др. Электротехника. 2005. №5, С.42-47.
5. Кашаев Р.С. Устройство для охлаждения тепловыделяющего оборудования Патент РФ №137156 от 04.10.2013. Оpubл. 27.01.2014 Бюл. №3.



6. Кашаев Р.С., Малацион С.Ф., Самигуллин Ф.М., Матухин В.Л. // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2003, №11-12.
7. Кашаев Р.С., Козелков О.В. Нургалиева // Сб. материалов докладов МКТЭ Междун. Конф. «IX Семинар ВУЗов по теплофизике и энергетике» 21-24 окт. 2015, КГЭУ, Казань. Т.IV. с.70-77; Первая Поволжская Конференция «ПАЭТЭКЖКХ», 10-11 дек. 2015, КГЭУ, Казань. с. 234-237.
8. Гильманов Р.М., Шамсутдинов Э.В. // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2013, №.3-4, С.131-134.
9. Кашаев Р.С., Матвеев Д.В., Шипилов И.А. Сб. материалов докладов МКТЭ Междун. Конф. «IX Семинар ВУЗов по теплофизике и энергетике» 21-24 окт. 2015, КГЭУ, Казань. Т.IV. с.102-113.; Сб. материалов докладов I Поволжской Конф. «ПАЭТЭК», 10-11 дек. 2015, КГЭУ, Казань. с.241-244.
10. Специальные электрические машины: (Источники и преобразователи энергии). Учеб. Пособие для вузов/ А.И.Бертинов, Д.А.Бут, С.Р.Мизюрин и др. Под ред. А.И.Бертинова. - Энергоиздат, 1982. - 552 с. Ил.
11. Самойлович А.Г. Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии. М.: 2007. ЛКИ -224 с.
12. Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н. // Энергетика Татарстана. 2013.-№4. С.347-354;
13. Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н. // Фундаментальные исследования. 2013.№10 (ч. 8). С.1724-1729;
14. Kashaev R.S., Masiab A.G.N. // Chemical and Materials Engineering. 2013, V.1(3), PP.78-84.
15. Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н. Патент РФ № 135450 РФ. Бюл. № 34;
16. Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н. Патент РФ № 134698 РФ. Бюл. № 32.
17. Ртищева А.С. // Изв. вузов. Проблемы энергетики. 2013, №.3-4, С.19-25.
18. Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н. // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2014, №.3-4.
19. Кашаев Р.С., Девятков Ф.М. // Сб. материалов докладов I Поволжской Конф. «ПАЭТЭК», 10-11 дек. 2015, КГЭУ, Казань. с. 145-150.
20. Кашаев Р.С., Арзюгова Е.М. //Сб. материалов докладов I Поволжской Конф. «ПАЭТЭК», 10-11 дек. 2015, КГЭУ, Казань. с. 232-234.
21. Кашаев Р.С. Энциклопедия «Российские научные школы» М.: Изд. дом Академии Естествознания, 2015. - Т. 8. - 208 с., ISBN 978-5-91327-348-2, с. 87-88



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО РЕЗИНОВОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПО ТРУБОПРОВОДАМ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Закирова И.А.,

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

STUDY OF USING THIN RUBBER COATING TO REDUCE HEAT TRANSMISSION LOSSES OF THERMAL ENERGY IN PIPELINES OF HEAT NETWORKS

Zakirova I. A.,

Kazan state energy University, Kazan

Аннотация

В работе рассмотрен вопрос энергосбережения посредством снижения потерь тепла в тепловых сетях при применении тонкопленочного резинового покрытия. Приведены результаты экспериментальных исследований по определению плотности теплового потока проходящего через теплоизоляционную конструкцию тепловых сетей и тепловизионной диагностики тепловой изоляции с тонкопленочным резиновым покрытием и без него.

Annotation

The paper considers the problem of energy saving by reduction of heat losses in heat networks in the application of thin rubber coating. The results of experimental studies to determine the heat flux passing through the thermal insulation structure of thermal networks and thermal imaging diagnostics of thermal insulation with thin rubber coating and without it.

В современных условиях задачей любого государства является энергетическая безопасность, в основе решения которой стоят вопросы энергосбережения и экономии топливно-энергетических ресурсов. В связи с этим, на государственном уровне огромное внимание уделяется вопросам рационального использования энергоресурсов и повышения энергоэффективности.

С принятием Федерального закона №261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» вопросы энергосбережения обрели масштабный характер во всех областях промышленности и ЖКХ. Основными направлениями государственного контроля и регулирования является учет энергоносителей, величина их потребления и условия их транспортировки.

Наиболее важными факторами, влияющими на энергоэффективность систем теплоснабжения, являются потери обусловленные потерями теплоносителя, а также тепловыми потерями через изолированную поверхность трубопроводов тепловых сетей.

Для решения проблем энергосбережения и экономии топливно-энергетических ресурсов в энергетике, промышленности и ЖКХ, необходимо повысить эффективность изолируемых объектов, повысить качество применяемых теплоизоляционных и покровных материалов.

Величина тепловых потерь через изолируемую поверхность трубопроводов зависит от многих факторов [1], которые включают в себя протяженность трубопроводов различных диаметров, применяемые теплоизоляционные конструкции, принятые температурные графики работы, состояние тепловых сетей и сроки их эксплуатации, поэтому тепловые потери являются индивидуальной характеристикой каждой тепловой сети.

Значительные потери тепловой энергии при ее транспортировке связаны с неудовлетворительным состоянием существующих систем теплоснабжения характеризующихся нарушением тепловой изоляции [2]. До сих пор, в качестве тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей продолжают эксплуатироваться изделия на основе минерального волокна с защитным покрытием из стеклоткани. Поэтому, модернизация существующих систем теплоизоляции является актуальной задачей.

Нельзя не отметить работу [2] в которой был приведен опыт улучшения эффективности изоляции при использовании тонкопленочных теплоизоляционных покрытий, отличающих-



ся простотой нанесения на теплоизолирующую поверхность. В развитии данного направления была рассмотрена концепция применения тонкопленочного резинового покрытия на поверхности покровного слоя и проведено исследование его влияния на изменение плотности теплового потока проходящего через теплоизоляционную конструкцию.

В качестве тонкопленочного резинового покрытия использовался самовулканизирующийся термостойкий материал на основе каучука СКЭПТ [3]. Особенностью данного покрытия является простота нанесения на теплоизолируемую поверхность распылителем или кистью.

С целью определения величины плотности тепловых потоков (q) применялся прибор ИТП-МГ4.03 ПОТОК.

Исследования проводились на установке, которая моделирует участок изолированного трубопровода, изображенной на рис. 1, где 1 - стальная труба $\phi 57 \times 3$; 2 - стальная заглушка; 3 - минераловатная изоляция марки М-100 толщиной 60 мм; 4 - стеклоткань марки РСТ-140, на которую было нанесено тонкопленочное резиновое покрытие; 5 - нагревательный элемент; 6 - датчики теплового потока; 7 - датчики температуры.

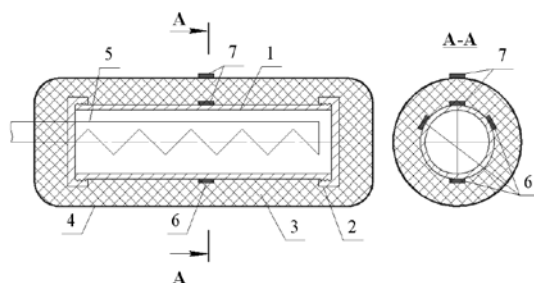


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для определения плотности тепловых потоков проходящих через теплоизоляционную конструкцию

Эксперимент проводился в условиях естественного охлаждения в диапазоне температур 90-60°C, характерных для режима работы тепловых сетей.

На рис. 2 приведены данные изменения величины плотности теплового потока проходящего через тепловую изоляцию модельного участка трубопровода с тонкопленочным резиновым покрытием нанесенным на поверхность покровного слоя в виде стеклоткани и без него.

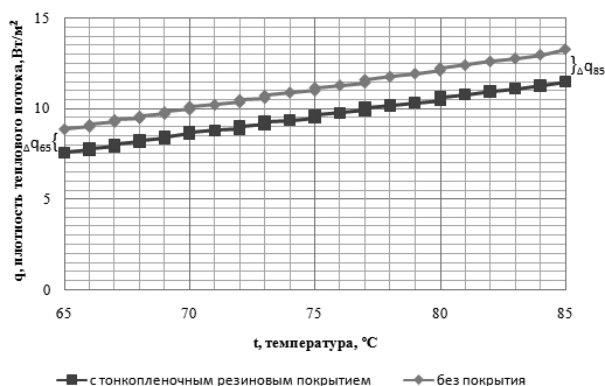


Рис. 2. График влияния тонкослойного резинового покрытия на величину плотности теплового потока проходящего через тепловую изоляцию трубопровода

Как видно из рис. 2, при применении тонкопленочного резинового покрытия на поверхности стеклоткани, величина плотности теплового потока снижается по всему диапазону



рассматриваемых температур, в среднем на 15%, в сравнении с традиционной изоляцией без дополнительного покрытия.

Полученные результаты позволяют проследить тенденцию увеличения разностей плотности тепловых потоков Δq в области более высоких температур теплоносителя, что ведет к дополнительному повышению энергоэффективности применения тонкопленочного резинового покрытия. В частности при температурах 65°C и 85°C разность значений плотности тепловых потоков Δq проходящих через тепловую изоляцию с тонкопленочным резиновым покрытием и без него составляет $\Delta q_{65^\circ\text{C}} = 1,3 \text{ Вт/м}^2$ и $\Delta q_{85^\circ\text{C}} = 1,97 \text{ Вт/м}^2$ соответственно.

Дальнейшее исследования были посвящено изучению влияния тонкопленочного резинового покрытия на поверхности тепловой изоляции действующего трубопровода тепловой сети на изменение плотности теплового потока.

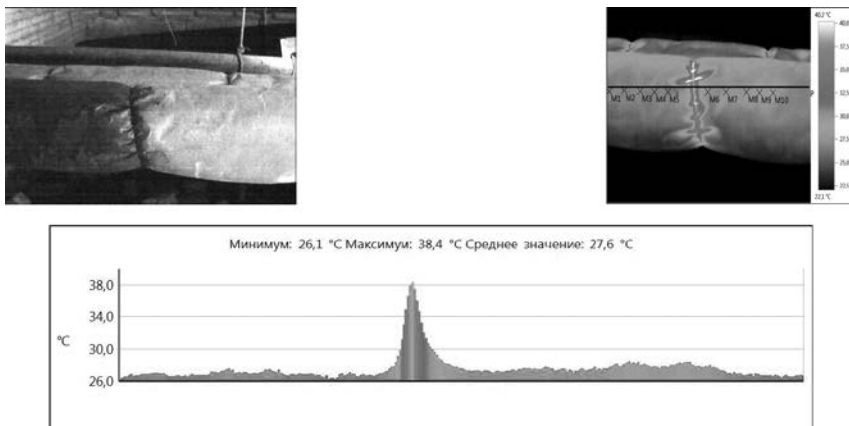


Рис. 3. Тепловизионная диагностика эффективности применения тонкопленочного резинового покрытия

По результатам проведенного исследования были получены результаты подтверждающие снижение плотности теплового потока на 15 %. Данный факт наглядно представлен на результатах тепловизионной диагностики участка, рис. 3. Характерно представлено изменение температуры на поверхности тепловой изоляции до и после нанесения тонкопленочного резинового покрытия. Очевидно, снижение плотности теплового потока достигается за счет снижения инфильтрационных потерь через теплоизоляционную конструкцию.

Литература

1. Байбаков С.А., Тимошкин А.С. / Методики определения и оценки фактических тепловых потерь через изоляцию в водяных тепловых сетях систем централизованного теплоснабжения без отключения потребителей // Новости теплоснабжения. 2009, № 5 (105), www.nts.ru.
2. Рыженков В.А., Прищепов А.Ф., Логинова Н.А., Кондратьев А.П. О влиянии структурированного тонкопленочного теплоизоляционного покрытия на термическое сопротивление теплопроводов. Энергосбережение и водоподготовка. – 2010. - №5(67). – С. 58-59.
3. Ключников О.Р., Закирова И.А. Защитное покрытие на основе этилен-пропилен-диенового эластомера холодной вулканизации для локального ремонта гидро- и электроизоляции. Энергетика Татарстана. – 2010. - №4. – С. 21-24.



ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ЖКХ: ПРОБЛЕМЫ, ЗАДАЧИ, ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

Локтев Н.Ф.,

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

TRAINING OF SPECIALISTS IN THE SPHERE OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES: PROBLEMS, CHALLENGES, TECHNOLOGY TRAINING

Loktev N.F.,

Kazan state energy University, Kazan

Аннотация

Рассматриваются основные проблемы при подготовке специалистов в сфере ЖКХ и пути их решения. Предлагается новая модель обучения специалистов в области эксплуатации, сервисного обслуживания и пуска-наладки теплотехнического оборудования автономных источников теплоснабжения и ГВС. Данная модель основана на создании объединенной образовательной площадки на базе вуза с привлечением к образовательному процессу производителей оборудования и эксплуатирующих организаций в сфере ЖКХ на взаимовыгодных условиях. Представлена структурная схема взаимодействия между вузом, производителем оборудования и эксплуатирующей организацией в процессе подготовки специалистов. Приведен пример действующей объединенной образовательной площадки в виде Учебно-исследовательской лаборатории «Энергоэффективное отопительное оборудование BOSCH» (УИЛ «ЭЭО BOSCH») на базе ФГБОУ ВПО «КГЭУ». Представлены результаты функционирования УИЛ «ЭЭО BOSCH» и выводы по модели подготовки специалистов в формате «объединенная образовательная площадка».

Annotation

Discusses the main challenges in preparing professionals in the housing sector and ways of their solution. We propose a new model of training specialists in operation, servicing and commissioning of heating equipment self-contained sources of heat and hot water supply. This model is based on creating a unified education platform at the University involving the training of equipment manufacturers and operators in the housing sector on mutually beneficial terms. A block diagram of an interaction between the University, the equipment manufacturer and the operating organization in the process of training. An example of the current joint educational platforms in the form of Teaching and research laboratory «Energy Efficient heating equipment from BOSCH» (T&R laboratory «Energy Efficient heating equipment from BOSCH») on the basis of Federal State State-subsidized Educational Institution of Higher Professional Education «KAZAN STATE POWER ENGINEERING UNIVERSITY». Presents the results of the operation T&R laboratory «Energy Efficient heating equipment from BOSCH» and the findings regarding the model of training in the format of «unified education platform».

Введение. Текущее состояние подготовки специалистов. Проблематика

В настоящее время подготовка специалистов в области ЖКХ осуществляется на начальном профессиональном, среднем техническом и высшем профессиональном уровнях в соответствующих учебных заведениях. Выпускник данных учебных заведений зачастую не обладает достаточными профессиональными знаниями, навыками и умениями прикладного характера и не знаком с профессиональными задачами, которые необходимо решать на рабочем месте. Речь идет о знаниях и умениях работы с действующим оборудованием, с нормативными документами, проектной документацией, представлениях об оперативной работе с оборудованием.

Частично данный пробел знаний решает наличие в учебных рабочих планах различных видов практик: производственная, преддипломная, научно-производственная и т.д. Кроме



того ФГБОУ ВПО «КГЭУ» проводит со студентами выездные учебные занятия в виде лабораторных работ на действующих объектах малой и большой энергетики. Но продолжительность данных форм занятий не всегда достаточная для получения необходимых навыков применения теоретических знаний в практической плоскости.

Последствия недостаточной квалификации выпускников учебных заведений - это:

- узкий объем технических знаний прикладного характера у молодых специалистов;
- отсутствие навыков и умений работы с современным энергоэффективным оборудованием;
- недостаточный опыт работы с действующим оборудованием;
- низкая культура обслуживания;
- снижение ресурса работы оборудования;
- перерасход энергоносителей;
- сложности адаптации в рабочем коллективе.

Постановка основных задач. Технология подготовки специалистов в сфере ЖКХ и малой энергетики

Для решения проблем подготовки специалистов в сфере ЖКХ и малой энергетики необходимо выполнить следующие задачи:

- расширение материально-технической базы образовательного учреждения;
- закрепление знаний путем выполнения курсовых и ВКР по проблематике предприятий и организаций с использованием нормативно-технической документации;
- более глубокое изучение современного оборудования в виде лабораторных и практических занятий (основы пуско-наладки, настройки режимов работы и монтажа);
- привлечение ведущих специалистов отрасли для проведения семинаров;
- привлечение слушателей и учащихся к разработкам, проектированию и прикладным исследованиям в сфере малой энергетики и ЖКХ.

Для выполнения данных задач необходимо некое единое образовательное пространство, в которое активно вовлекаются будущие работодатели, производители основного и вспомогательного оборудования, признанные высокопрофессиональные специалисты отрасли и авторитетный профессорско-преподавательский состав вуза в соответствии с главой 2 статьей 15 [1].

Предлагается образовательная технология, основанная на базе объединенной образовательной площадки в процессе подготовки высококвалифицированных специалистов.

Объединенная образовательная площадка - это учебное пространство на базе высшего учебного заведения (например ФГБОУ ВПО «КГЭУ»), оснащенное современным оборудованием от производителя, где осуществляется обучение учащихся вуза и слушателей курсов по актуальной тематике, в соответствии с тенденцией развития отрасли.



Рис.1. Схема структурного взаимодействия участников объединенной образовательной площадки. ◄.....► – материально – техническое взаимодействие; ◄==> – учебно – исследовательское взаимодействие; ◄---> – информационное взаимодействие (передача опыта)



В представленной схеме (рис.1) взаимодействия участие производителей оборудования может рассматриваться в виде оснащения учебной аудитории современным оборудованием, консультации и помощь в пуско-наладочных работ, монтаже, проведение семинаров с приглашением высокопрофессиональных специалистов компаний производителей.

При этом взамен производитель оборудования получает: возможность проведения совместными усилиями с вузом модернизации, оптимизации, пробных опытных исследований оборудования, используя научно - исследовательский потенциал ППС вуза, площадку для проведения своих семинаров, право демонстрации возможностей своего оборудования широкому кругу потенциальных клиентов, площадку для дискуссий и обменом опытом.

Форма участия в объединенной образовательной площадке эксплуатирующих предприятий и организаций (работодателя) может быть следующей: участие в организации и проведении курсов, а также в формировании контингента слушателей, участие в актуализации тематики программ курсов, предоставление статистических данных и опыта эксплуатации оборудования.

При этом взамен эксплуатирующие предприятия и организации получают возможность: ознакомления с энергоэффективным современным оборудованием и условиями его эксплуатации, участия на площадке для обмена опытом эксплуатации с производителем оборудования.

Форма участия в объединенной образовательной площадке учебного учреждения может быть представлена в следующем виде: предоставление свободных площадей для размещения оборудования, предоставление возможности сотрудничества ППС вуза с производителями и организациями ЖКХ на общей площадке, возможность ознакомления среди широкого круга профессионалов современных эффективных технологий и оборудования в сфере ЖКХ.

При этом образовательное учреждение преследует следующие интересы: расширение материально-технической базы, развитие современных форм обучения и прикладного исследования.

Основные преимущества объединенной образовательной площадки являются:

- возможность получения знаний и навыков работы с современным действующим оборудованием;
- обмен опытом между ключевыми участниками сферы ЖКХ;
- возможность проведения прикладных исследований;
- взаимовыгодное участие участниками сферы ЖКХ;
- широкая аудитория слушателей;
- более квалифицированная подготовка молодых специалистов.

Пример реализации концепции «объединенная образовательная площадка»

На базе ФГБОУ ВПО «КГЭУ» была создана объединенная образовательная площадка в формате Учебно-исследовательской лаборатории «Энергоэффективное отопительное оборудование BOSCH», на базе которой проводятся лабораторные и практические занятия со студентами в сфере тепломеханического оборудования (котлы, системы теплоснабжения и ГВС), а также прикладные исследования. УИЛ «ЭЭО BOSCH» оснащена действующими современными источниками теплоснабжения, работающими на различном топливе, питающие контуры отопления, «теплых полов» и ГВС. Регулирование системы отопления осуществляется погодозависимой автоматической системой, кроме того осуществляется удаленная диспетчеризация системы по учету расхода эл/энергии, тепла и газообразного топлива. Котлы оснащены необходимым вспомогательным оборудованием и по сути УИЛ «ЭЭО BOSCH» представляет собой полноценную котельную (табл.1).



Таблица 1

Установленное основное оборудование в УИЛ «ЭЭО BOSCH»

№ п/п	Наименование	Характеристики
1	Котел BUDERUS LOGANO G125-25se	Мощность 25 кВт КПД 92-94%
2	Котел BUDERUS LOGANO G234-38ws	Мощность 32 кВт КПД 92-94%
3	Котел BUDERUS LOGAMAX U052-24	Мощность 24 кВт КПД 92-94%
4	ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ BOSCH THERM 8000 S	Мощность 24 кВт Коэффициент использования топлива 92-107 %
5	Котел BUDERUS LOGAMAX PLUS U072	Мощность 24 кВт Коэффициент использования топлива 92-109 %
6	Котел BUDERUS LOGAMAX PLUS GB162	Мощность 60 кВт Коэффициент использования топлива 92-110 %
7	КОТЕЛ BOSCH CONDENS 7000	Мощность 24 кВт Коэффициент использования топлива 92-109 %

Основные направления деятельности лаборатории:

1. развитие студентами навыков работы с котельным оборудованием и отопительными системами;
2. оптимизация режимов работы котельного и отопительного оборудования в сфере ЖКХ;
3. повышение квалификации специалистов в сфере монтажа, пуско-наладки и эксплуатации котельного и отопительного оборудования (табл.2).

Таблица 2

Контингент слушателей в УИЛ «ЭЭО BOSCH»

Контингент	Численность, чел.
Студенты групп, обучающиеся по направлению «Теплотехника и теплоэнергетика» (8 групп в семестр)	98-150 (в зависимости от численности групп)
Слушатели семинаров по особенностям устройства, монтажа и пуско-наладке котельного оборудования. Семинары проводят сотрудники ООО «Бош Термотехника»	10-40 (1-2 курсов в месяц)
Сотрудники вуза	до 10-20 в год

Выводы

За время функционирования объединенная образовательная площадка в формате Учебно-исследовательской лаборатории «Энергоэффективное отопительное оборудование BOSCH» показала эффективность совместной программы подготовки специалистов, показала высокую квалификацию ВКР и востребованность при трудоустройстве на работу среди работодателей.

Литература

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»



ЭНЕРГОРЕСУРСООБЪЕДИНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Медведева Г.А., Ахметова Р.Т.,

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

ENERGY AND RESOURCE EFFICIENT MATERIALS FOR BUILDING PURPOSE WITH THE USE OF WASTES FROM THERMAL POWER PLANTS

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

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Исследовано влияние активирующей добавки хлорида титана при утилизации отходов теплоэнергетики методом пропитки силикатных бетонов в серном расплаве. Показано, что использование модифицирующей добавки хлорида титана улучшающей реологические свойства серного расплава, существенно повышает прочностные, водостойкие и теплоизоляционные свойства получаемых материалов, что позволяет расширить область применения разработанных материалов и использовать их в качестве теплоизоляции в наружных стенах.

Annotation

The influence of adjuvants additives titanium chloride in technology of utilization of heat waste by concrete silicate insulating in the sulfur melt is investigated. It is shown that the use of modifiers titanium chloride improves the rheological properties of molten sulfur, significantly increases the strength, water-resistant and heat-insulating properties of the resulting materials, which allows you to expand the scope of the developed materials and use them as a heat insulation in exterior walls.

В России ежегодно образуется около 12,11 млн. т. серных отходов нефтегазового комплекса при обессеривании нефти и газов. В процессе сжигания твердого топлива на тепловых электростанциях образуется огромное количество золошлаковых отходов [1, 2]. Они занимают значительные территории (около 200 тыс.га), являются источником загрязнения воздушного и водного бассейнов и увеличивают минерализацию грунтовых вод. Количество золошлаковых отходов от типовой ТЭЦ составляет порядка 1,6-1,7 млн. т. в год. Если учесть, что около 70 % всей электроэнергии в стране вырабатывается при сжигании твердого топлива, а количество ТЭЦ в стране увеличивается, то рост золошлаковых отходов будет продолжаться и, следовательно, возрастет их отрицательное воздействие на экологию. Масштабы переработки твердых отходов угольных теплоэлектростанций на сегодня крайне низки и утилизация золошлаковых отходов (ЗШО) становится уже не столько вопросом экономии материальных ресурсов, сколько актуальной проблемой безопасности населения страны.

Большой практический интерес представляет исследование возможностей массового использования золошлаковых смесей в качестве заполнителей и наполнителей в бетоны различного назначения [3-5]. Это обусловлено как зерновым и химическим составом, так и физико-механическими характеристиками отходов ТЭЦ. Получаемый бетон имеет пористую структуру и может использоваться как теплоизоляционный материал. Однако он имеет низкие прочностные и водостойкие свойства. Решить вопрос повышения прочностных и эксплуатационных свойств можно использованием пропиточной технологии.

Известно, что обработка пористых строительных изделий пропиточными уплотняющими составами позволяет повысить прочность и плотность материала и тем самым продлить срок службы конструкций. Сера, как материал для пропитки, обладает рядом положительных свойств: относительно низкой температурой плавления 112,8-130°C, низкой вязкостью расплава ($6,5 \cdot 10^{-3}$ Па·с), после его кристаллизации достаточной механической прочностью, гидрофобностью, высокой водо- и химстойкостью [6]. Расплав серы способен глубоко проникать в поры различного диаметра, в том числе капилляры, и в процессе кристаллизации,



при последующем охлаждении, прочно соединяться с матрицей. При этом образуется конструкционный материал с взаимопроникающей структурой. Движущей силой процесса пропитки является работа адгезии. Скорость пропитки увеличивается с ростом поверхностного натяжения и снижением вязкости жидкости, что наблюдается и в реальных системах. Поскольку с повышением температуры вязкость снижается более интенсивно, чем поверхностное натяжение, нагрев жидкости интенсифицирует ее миграцию в капиллярно-пористое тело. При этом жидкость должна хорошо смачивать поверхность твердого тела, в противном случае пропитка не происходит. Отсюда следует, что наиболее эффективны для пропитки хорошо смачивающие цементный камень жидкости с высоким поверхностным натяжением и низкой вязкостью.

Использование модификатора, улучшающего реологические свойства серного расплава, позволит добиться глубокого проникновения серы в материал. К таким веществам можно отнести хлорид титана [6], который, являясь электрофильным агентом, способствует разрушению связей в серной молекуле, «разбивает» ее на короткие радикалы и влияет, таким образом, на вязкость серного расплава.

Основной целью данного исследования является разработка метода утилизации техногенных золошлаковых и серных отходов при получении силикатных теплоизоляционных материалов с применением модификатора хлорида титана для улучшения реологических свойств серы.

Исследования показали, что серный расплав в присутствии $TiCl_4$ способствует понижению вязкости серного расплава в температурном интервале от 120 до 160°C. Выше 160°C, вязкость серного расплава начинает незначительно увеличиваться. Это подтверждает наше предположение, что $TiCl_4$ способствует формированию в серном расплаве более коротких (S4 и S6) радикалов, обеспечивающих более низкую вязкость по сравнению с чистым серным расплавом, в котором радикалы представлены главным образом S8.

Образцы цементного бетона, с различным содержанием ЗШО в составе смеси (33, 66, 100 % масс.), были пропитаны в серном расплаве с содержанием 1 % и 5 % модификатора тетрахлорида титана ($TiCl_4$). Оптимальным временем пропитки было выбрано время 60 мин, температурой пропитки – 130-150°C.

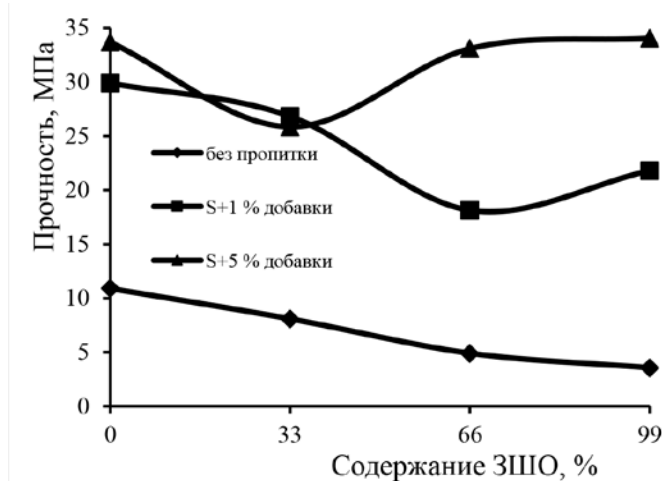


Рис. 1. Прочность при сжатии образцов бетона при различных условиях пропитки и процентном содержании ЗШО

Результаты испытания по определению прочности на сжатие (рис. 1) показывают, что прочность образца цементного бетона с высоким содержанием ЗШО уменьшилась в 3 раза по сравнению с образцом чистого цементного бетона, что обусловлено увеличением пористости



материала. По сравнению с исходными образцами цементного бетона прочность пропитанных в серном расплаве повысилась. Водопоглощение образцов, пропитанных в модифицированном серном расплаве, уменьшилось в 2,5 раза по сравнению с непропитанными образцами и составила 2 %, что соответствует требованиям ГОСТ. Эти результаты можно объяснить тем, что сера проникла в поры образцов, заполнив пустоты, и создала защитный слой, тем самым в несколько раз увеличив водостойкие свойства бетона, а также образцов, модифицированных золошлаковыми отходами. Плотность образцов также уменьшается с увеличением количества ЗШО в составе образцов.

Испытания на теплофизические свойства (рис. 2) показали незначительное уменьшение теплопроводности образцов с повышением в них доли золошлаковых отходов с 0,3493 до 0,1152 Вт/м°C – для образцов цементного бетона и с 0,155 до 0,1392 Вт/м°C для образцов пропитанных серным расплавом. При исследовании структуры образцов цементных бетонов, пропитанных в модифицированном серном расплаве, выявлено, что пропитка прошла не по всему объему, а лишь поверхностно на глубину 400-500 мкм.

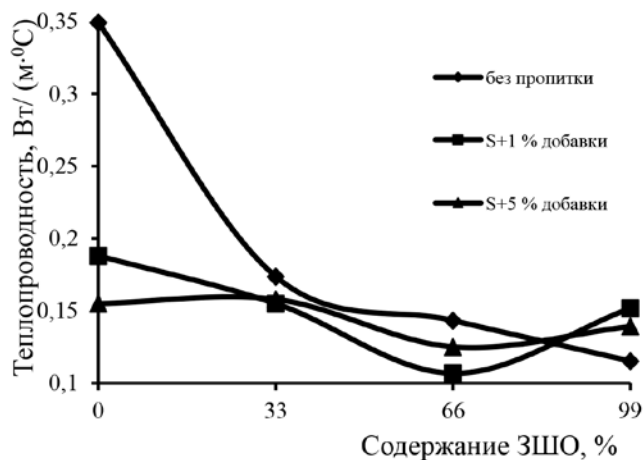


Рис. 2. Зависимость теплопроводности образцов бетона от процентного содержания ЗШО

Это обусловлено, тем, что при добавлении модификатора в расплав происходит процесс быстрого гидролиза тетраоксида титана с образованием TiOHCl_3 , $\text{Ti(OH)}^2\text{Cl}_2$, Ti(OH)_4 , титанил хлорида или метатитановой кислоты. Продукты гидролиза, откладываясь на поверхности образцов, затрудняют процесс проникновения атомов серы в структуру цементного камня. Рентгенофазовый анализ поверхностного слоя образца показал, что он состоит в основном из кристаллических фаз – ромбической серы, гипса CaSO_4 , сульфида кальция CaS , силикатов и алюминатов кальция Ca_3SiO_5 , Ca_2SiO_4 , $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$, $\text{Ca}_3\text{AlFeO}_2$, этрингита $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})^{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$.

Таким образом, при введении модификатора – хлорида титана, уменьшается вязкость серного расплава, происходит повышение пропитывающей способности расплава в более широком температурном интервале, а на поверхности бетона формируется более плотный защитный слой.

Введение в состав цементного бетона золошлаковых отходов позволяет улучшить теплоизоляционные свойства бетона, что объясняется формированием высокопористой структуры. Такие материалы имеют крайне низкую прочность и высокое значение водопоглощения, что делает их не пригодными для использования в качестве теплоизоляционных материалов в строительстве. Технология получения защитного водостойкого и упрочняющего покрытия на бетоне методом пропитки в серном расплаве, модифицированном хлоридом титана существенно повышает прочностные, теплоизоляционные и водостойкие свойства материалов, что



позволяет расширить область применения разработанных материалов, например, в качестве теплоизоляции в наружных стенах.

Литература

1. Ватин Н.И., Петросов Д.В., Калачева А.И. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. – 2011. - № 4. – С. 16-18.
2. Путилин Е.И., Цветков В.С. Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС. - М.: Изд-во Союздорнии, 2003. – 60 с.
3. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1989. – 342 с.
4. Ананьев В.М., Левченко В.Н. Использование золы-уноса в качестве добавки при производстве тяжелого бетона // Строительные материалы – 2006. - № 11. – С. 32-33.
5. Иванов И.А. Легкие бетоны с применением зол электростанций. - М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
6. Юсупова А.А., Ахметова Р.Т., Хацринов А.И. Повышение водостойких свойств композиционных материалов пропиткой в модифицированном серном расплаве // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. - № 17. – С. 102-106.



НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ

Сунгатуллин Р.Г., Астраханов М.В., Тытагин А.М., Хафизов Р.Р.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

SOME ASPECTS OF DESIGN AND CONSTRUCTION OF POWER EFFECTIVE HOUSES

Sungatullin R.G., Astrakhanov M.V., Tytagin A.M., Chafizov R.R.
Kazan state power engineering university, Kazan

Аннотация

Целью работы является анализ факторов, влияющие на стоимость и энергоэффективность жилых домов. В данной работе были проанализированы такие факторы, влияющие на теплопотери, как форма здания, климатическая зона, в которой находится дом, а также материал ограждающей конструкции.

Annotation

The purpose of work is the analysis of factors, influencing the cost and energy efficiency of houses. In this work such factors influencing heatlosses as a building form, a climatic zone in which there is a house, and also material of the protecting design have been analysed.

Теоретическая часть

Потери тепла через ограждающие конструкции рассчитывают по формуле:

$$Q_{\text{осн}} = \frac{F_{\text{опр}}}{R_o} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) n \quad (1)$$

где $F_{\text{опр}}$ – площадь ограждающих конструкций, м^2 ; $t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ – расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; R_o – общее сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху.

Проанализируем каждый параметр в этой формуле отдельно. Рассмотрим значения площади ограждающей конструкции F от геометрии дома. Рассмотрим 3 варианта дома площадью 150 м^2 (Рис 1-3). Материал и толщина стен в каждом варианте одинаковы.

Определим площадь ограждающих конструкций для трех вариантов представленных домов по формуле:

$$F_{\text{опр}} = F_{\text{пола}} + F_{\text{потолка}} + F_{\text{стен}}, \quad (2)$$

где $F_{\text{пола}}$ – площадь пола, м^2 ; $F_{\text{потолка}}$ – площадь потолка, м^2 ; $F_{\text{стен}}$ – площадь стен, м^2 .

Для упрощения расчетов площади окон и входной двери примем в наших трех вариантах одинаковыми и включим их в площадь стен. Тогда площадь стен можно рассчитать по формуле:

$$F_{\text{стен}} = P \cdot H, \quad (3)$$

где P – периметр здания, H – высота потолка.

1 вариант:

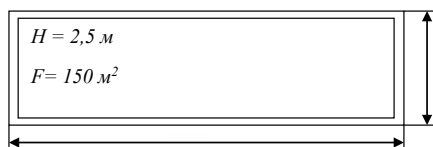


Рис. 1. Одноэтажный дом высотой потолка 2,5 м, длиной 30 м



2 вариант:

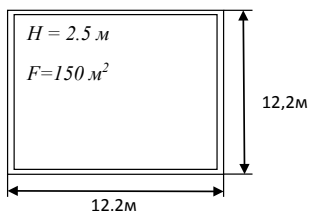


Рис. 2. Одноэтажный дом высотой потолка 2,5м, длиной 12,2 м

3 вариант:

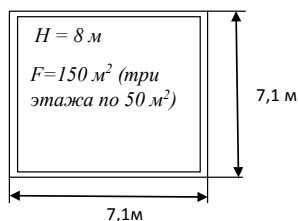


Рис. 3. Трехэтажный дом высотой стен 8 м, длиной 7,1 м, шириной 7,1 м.

Найдем площадь ограждений для каждого из вариантов:

1 вариант: $F_{\text{огр}} = 150 + 150 + 70 \cdot 2.5 = 475 \text{ м}^2$

2 вариант: $F_{\text{огр}} = 150 + 150 + 50 \cdot 2.5 = 425 \text{ м}^2$

3 вариант: $F_{\text{огр}} = 50 + 50 + 28.5 \cdot 8 = 328 \text{ м}^2$

Таким образом, первый вариант дома по сравнению с третьим оказывается более затратным в строительстве на $475/328 \cdot 100\% = 146\%$, и затраты на отопление также будут выше на 146%.

Второй вариант оказывается более затратным в строительстве и отоплении дома на $425/328 \cdot 100\% = 130\%$.

Определим влияние климатической зоны на теплопотери. Рассчитаем годовые потери тепла через 1 м^2 наружной стены с общим сопротивлением теплопередачи $R_0 = 1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Годовой расход теплоты на отопление жилых и общественных зданий:

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = Q_{\text{от}} \cdot \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{ср.о}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}} \cdot n_0 \cdot 24, \quad (4)$$

где $Q_{\text{от}}$ - потери тепла через 1 м^2 стены, Вт; n_0 - продолжительность отопительного периода, с/год или ч/год. $t_{\text{н}}^{\text{ср.о}}$ - для жилых и общественных зданий средняя температура наружного воздуха за отопительный период, для производственных зданий $t_{\text{н}}^{\text{ср.о}}$ - средняя температура наружного воздуха за период работы отопления, $^\circ\text{C}$.

Рассчитаем годовые потери тепла по формуле (4) для Казани и Краснодара:

г. Казань: $Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 55 \cdot (25 - (-5,7)) / (25 - (-30)) \cdot 218 \cdot 24 = 160622 \text{ Вт/год} \cdot \text{м}^2$

г. Краснодар: $Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 44 \cdot (25 - 2) / (25 - (-19)) \cdot 149 \cdot 24 = 82248 \text{ Вт/год} \cdot \text{м}^2$

Таким образом, затраты на отопление в г. Казани выше затрат в г. Краснодаре при прочих равных условиях в $160620/82248 = 1,95$ раза. Следовательно, в регионах с суровыми климатическими условиями строительство энергоэффективных домов особенно актуально.

Определим влияние сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции R_0 на значение теплопотерь через ограждающие конструкции дома. Рассмотрим 2 варианта:

1 вариант: сплошная кладка из красного кирпича толщиной 0,5 м.

2 вариант: прессованная солома толщиной 0,5 м.



Сопrotивление теплопередаче ограждающей конструкции рассчитывается по формуле:

$$R_o = R_b + \sum_{i=1}^{i=m} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_n, \quad (5)$$

где R_b – термическое сопротивление тепловосприятию внутренней поверхности ограждения, $\text{м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$; $\sum_{i=1}^{i=m} \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сумма термических сопротивлений теплопроводности

отдельных слоев m -слойного ограждения толщиной δ_i , м, выполненных из материалов с теплопроводностью λ_i , $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{C})$; R_n – термическое сопротивление теплоотдаче наружной поверхности ограждения (для наружных стен и бесчердачных покрытий $R_n = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$).

Сопrotивление теплопередаче ограждающей конструкции из красного кирпича (по формуле 5):

$$R_o = 0,115 + 0,5 / 0,6 + 0,043 = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$$

Сопrotивление теплопередаче ограждающей конструкции из прессованной соломы (плотностью 100-120 $\text{кг} / \text{м}^3$):

$$R_o = 0,115 + 0,5 / 0,06 + 0,043 = 8,5 \text{ м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$$

Таким образом, теплопотери через соломенную стену в 8,5 раз меньше теплопотерь через сплошную кладку из красного кирпича аналогичной толщины.

Заклyчение

Исходя из выводов, приведенных в теоретической части, можно перечислить основные требования к энергоэффективным и доступным по стоимости домам:

1. Технология строительства – каркасно-соломенная;
2. Наличие как минимум 2 этажей;
3. Применение в строительстве материалов, отвечающим современным требованиям по энергоэффективности, простоте и надежности при эксплуатации здания.

Некоторые преимущества многоэтажного дома перед одноэтажным:

1. Возможность в поэтапной отделке каждого этажа, а неотделанные этажи можно использовать под склад стройматериалов, тогда как в одноэтажном требуется отделать всю площадь дома, что требует гораздо больших единовременных финансовых затрат.
2. Возможность отключения одного или нескольких этажей от отопления.
3. Возможность организации совместного проживания двух и более семей на разных этажах.

Результаты анализа «затраты – эффект» применительно к ряду распространенных домо-строительных технологий (баллы).

• Кирпичная	22
• Пенобетон	90
• Деревомассив	29
• Каркас + минвата	86
• Каркас + ППС	42
• Саман	71
• Каркас + Геокар	137
• Соломенные блоки	191
• Каркас + соломенные блоки	202



В результате проведенной работы был спроектирован дом, отвечающий требованиям минимальных финансовых затрат на строительство, с минимальными энергозатратами на отопление и оптимальными эксплуатационными свойствами.

Литература

1. Бадьин Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома, 2011
2. Х. Нестле. «Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии» (в 2-х томах). Сборник под ред. М.: Техносфера, 2007.
3. В. Блази. «Справочник проектировщика. Строительная физика». М.: Техносфера, 2005.
4. В. Файст. «Основные положения по проектированию пассивных домов», Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008.



ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОРИЕНТИРОВАННО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

*Сунгатуллин Р.Г., Астраханов М.В., Тытагин А.М., Хафизов Р.Р.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань*

RESEARCH HEAT-INSULATING PROPERTIES OF THE ORIENTED STRAND BOARDS

*Sungatullin R.G., Astrakhanov M.V., Tytagin A.M., Chafizov R.R.,
Kazan state power engineering university», Kazan*

Аннотация

Целью работы является изучение теплоизоляционных свойств ориентированно-стружечной плиты, возможностей их применения, исследование преимуществ и недостатков.

Annotation

The purpose of work is studying of heat-insulating properties of the oriented strand boards, opportunities of their application, research of advantages and shortcomings.

Ориентированно-стружечная плита представляет собой многослойный (3-4 и более слоев) лист, состоящий из древесной стружки (тонких щепок), склеенной различными смолами с добавлением синтетического воска и борной кислоты. Стружка в слоях плиты имеет различную ориентацию — в наружных продольную, во внутренних поперечную. В составе плит отсутствуют вредные или опасные вещества.

Достоинства ориентированно-стружечных плит:

1. Низкая цена;
2. Высокая надежность заявленных свойств материала, подтверждённая на практике;
3. Внешний вид, похожий на дерево;
4. Стабильность качества изготовления, что важно при сравнении со стекломатными листами, которые имеют «плавающее» качество;
5. Низкий вес в сравнении с ЦСП, что позволяет осуществлять монтаж высотных этажей без блоков, кранов и лесов;
6. Высокий показатель деформации на излом. (Характерно для всех древесных композитов и чистой древесины).

Недостаток - низкая паропроницаемость.

Свойства:

- высокая прочность — физико-механические показатели у ОСП в 2,5 раза выше, чем у ДСП и являются примерно такими же как и у хвойной фанеры;
- влагостойкость — материал не разрушается и сохраняет свои прочностные характеристики при нахождении в воде в течение 1 суток (коэффициент набухания — около 10 %);
- лёгкость обработки — плиты без труда режутся и сверлятся, могут склеиваться и краситься любыми клеями и красками, предназначенными для древесины;
- коэффициент удержания крепежа на 25 % выше, чем у хвойной фанеры и ДСП;
- низкий уровень дефектов (расслоений, сучков и пустот);
- плита ОСП не подвержена порче насекомыми.

Применение:

1. обшивка стен — плиты могут использоваться со всеми видами внешних облицовочных покрытий;
2. съемная опалубка для бетонных работ — плита может быть многократно использована в качестве бетонной опалубки;
3. сплошная обрешетка кровли — хорошее звукопоглощение и высокая жесткость, а также способность выдерживать значительные снеговую и ветровую нагрузки позволяют использовать ОСП как основу для гибкой (битумной) черепицы, бетонной черепицы, металлочерепицы, шифера и других кровельных материалов;



4. черновые полы — как сплошной настил, так и несущие лаги;
 5. однослойные полы — в легких строительных конструкциях ОСП можно напрямую использовать как половое покрытие;
 6. двутавровые балки — опорные конструкции в межэтажных и стеновых перекрытиях в деревянном домостроении.
 7. производство конструкционных СИП-панелей, состоящих из двух наружных слоев ОСП-плит и внутреннего слоя пенополистирола.
 8. используется как жесткое основание при изготовлении термопанели.
- Материал конкурирует:
- как конструкционный — с фанерой, древесно-слоистыми пластиками;
 - как отделочный — с ДВП, МДФ, ДСП, гипсокартоном, гипсоволокнистыми листами и ЦСП.

В результате работы эксперимента на приборе ИТС-1 были получены значения коэффициента теплопроводности $\lambda=0,1052$ Вт/м*К образца ориентированно-стружечной плиты.

Литература

1. ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности.



ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖКХ

Волков Е.Г., Шарафетдинов Ф.Ф., Моряшов А.А.,

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

THE PROBLEMS OF ENERGY SAVING IN HOUSING AND COMMUNAL SERVICE

Volkov E.G., Sharafetdinov F.F., Moryashov A.A.,

Kazan state energy University, Kazan

Аннотация

Рассмотрены вопросы энергоресурсосбережения в ЖКХ Республики Татарстан и пути их решения.

Annotation

The problems of energy saving in housing and communal service and ways of its solving are considered.

ЖКХ - это важнейшая социально-экономическая сфера национальной экономики как Республики Татарстан, так и страны в целом, это сложный многоотраслевой комплекс, производственная структура которого включает в себя более 30 видов деятельности.

Основной целью организаций коммунального комплекса является обеспечение населения Республики Татарстан качественными жилищно-коммунальными услугами, надежным и бесперебойным теплоснабжением, водоснабжением и водоотведением.

В республике основными проблемами теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения являются:

- низкий уровень загрузки производственных мощностей (котельных, котлоагрегатов, насосов и т.п.);
- недостаточная обеспеченность материально-технической базы теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения и очистных сооружений;
- высокая степень износа объектов инженерной инфраструктуры (сетей, насосных станций, котлов и вспомогательного оборудования), что приводит к росту затрат на проведение текущего и капитального ремонта, увеличивает продолжительность ликвидации аварий и снижению качества предоставляемых коммунальных услуг и т.д.

Для решения указанных проблем необходимо:

- создание коммунального фонда;
- ежегодное республиканское финансирование строительства объектов в сфере теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения;
- создание привлекательности инженерной отрасли для участия инвесторов;
- внедрение новых технологий;
- инвентаризация объектов водного и теплового хозяйства;
- замена инженерных систем и технического оборудования;
- автоматизация и диспетчеризация технического оборудования.

Одной из основных задач АО РПО «Таткоммунэнерго» является предоставления качественных коммунальных услуг.

Для предоставления качественных коммунальных услуг и оперативного устранения аварийных ситуаций ежегодно из республиканского бюджета выделяются финансовые средства.

Однако ограничения тарифов на коммунальные услуги не позволяют проводить модернизацию и капитальный ремонт объектов коммунального комплекса в полном объеме. Срок эксплуатации оборудования и сетей выходит за рамки нормативного.

Для решения этих задач необходимо внедрить информационно - аналитическую систему управления АО РПО «Таткоммунэнерго» с целью сбора данных, проведения анали-



тики, выявления нерационального использования топливного энергетического ресурса и принятий решений по ликвидации данных проблем.

В настоящее время АО РПО «Таткоммунэнерго» успешно использует корпоративную информационную аналитическую систему.

Опыт использования информационных систем в работе предприятия показывает, что в первую очередь необходимо выявить основные источники расходной части бюджета предприятия, понять источник расходов, его необходимость, обоснованность и ответить на вопрос «Почему мы тратим столько? Зачем и на какие нужды?». Провести анализ оптимальности расходов, их обоснованной необходимости.

Для проведения этого анализа необходимо:

- вести постоянный мониторинг ситуации, сбор информации должен быть непрерывным процессом;
- проводить анализ собранных данных, обеспечить автоматизированные расчеты, оценивать полученные данные в динамике за период;
- формировать управленческие выводы;
- принимать управленческие решения;

Для этого необходимо иметь информационную аналитическую систему и придерживаться принципа - учет, анализ, управление.

Чтобы контролировать и анализировать эффективную работу, например, котельной необходимо собирать и учитывать следующие данные:

- 1) сколько потребили энергоресурсов;
- 2) сколько тепла передали;
- 3) сколько собрали средств;
- 4) сколько перечислили за энергоресурсы.

Чтобы контролировать и анализировать эффективную работу очистных сооружений необходимо собирать и учитывать следующие данные:

- 1) сколько потребили энергоресурсов;
- 2) уровень очистки от загрязняющих веществ на вход;
- 3) сколько образовано и вывезено осадков;
- 4) уровень очистки от загрязняющих веществ на выходе.

В настоящее время информационная аналитическая система успешно функционирует в ряде районов Татарстана.

Система постоянно развивается и совершенствуется. На данный момент она включает в себя следующие модули:

- паспортизация объектов учета (котельные, водозабор, ТБО, очистные сооружения, абоненты);
- паспортизация приборов учета (собственных объектов, абонентов);
- учет договоров/контрактов (с поставщиками ресурсов, с абонентами/потребителями);
- расчеты расходов на потребляемые ресурсы по тарифам;
- учет путевых листов и заказ-нарядов;
- формирование аналитической отчетности;
- анализ и прогнозирование потребления/расходов.

С помощью информационной аналитической системы непрерывно собирается и анализируется информация, принимаются необходимые управленческие решения и строятся прогнозы.

Система доступна из любой точки мира, в режиме он-лайн 24 часа 7 дней в неделю.

К системе имеют доступ все необходимые сотрудники, каждый видит и имеет доступ только к той информации, которая соответствует его уровню доступа и ограничениям. Руководство всегда видит самую свежую и оперативную информацию в виде удобных отчетов, диаграмм и графиков. Сотрудники вводят данные и анализируют информацию.

С IV квартала 2015 года начались работы по установке системы автоматизации и диспетчеризации на первоочередных объектах Верхнеуслонского и Агрызского районов.



Целью создания системы является:

- обеспечение качественного поддержания необходимой температуры в отапливаемых зданиях и необходимых режимов работы технологического оборудования котельных;
- повышение качества и оперативности обслуживания инженерного оборудования;
- обеспечение надежности используемого оборудования, предупреждение и ликвидация аварийных ситуаций в сокращенные сроки;
- обеспечение рациональных режимов потребления энергоносителей.

Система автоматизации и диспетчеризации обеспечивает:

- автоматическое управление, регулирование;
- получение оперативной информации о состоянии и параметрах оборудования;
- повышение надежности, безопасности качества функционирования оборудования;
- сокращение затрат на обслуживание оборудования;
- оперативное взаимодействие эксплуатационных служб (планирование проведения профилактических и ремонтных работ);
- документирование и регистрация технологических процессов инженерных систем;
- введение автоматизированного учета эксплуатационных ресурсов инженерного оборудования.

Этапы создания системы:

ЭТАП 1:

- установка в котельных шкафов автоматики с контроллером управления и диспетчеризации OPTIMUM BRAIN;
- установка датчиков температуры и датчиков аварийных сигналов;
- подключение датчиков к контроллеру;
- заливка ПО в контроллер, настройка GSM и LAN-модулей контроллера, настройка маршрутизатора;
- подключение термостатных цепей газовых клапанов котлов к контроллеру и настройка режима погодного регулирования;
- разработка ПО верхнего уровня;
- настройка ПО верхнего уровня (создание дерева системы, регистрация контроллеров и пользователей ПО).

ЭТАП 2:

- изменение тепломеханических схем тех котельных, где это необходимо для обеспечения автоматического регулирования подачи тепла (врезка смесительных клапанов, разделение контуров и т.д.);
- подключение устройств регулирования к контроллеру и настройка режимов регулирования подачи тепла.

Концепция системы:

Мониторинг управления организовывается по двум каналам: GSM, Интернет.

При GSM - канале появляется возможность:

- с помощью простого дозвона на номер оперативно получать в СМС всю необходимую для контроля информацию;
- изменять не критичные параметры с помощью СМС-команд.
- при возникновении аварийной ситуации контроллер сразу оповещает о ней в СМС

При подключении услуги интернет - управления контроллером пользователь получает:

- доступную из любой точки мира персональную веб-страницу с авторизованным доступом;
- возможность оперативно изменять параметры заданием их прямо на веб-странице (только для пользователей с правами администратора котельной).

Контроллер непрерывно вычисляет значение температуры среза графика как функции параметров: минимально-допустимой температуры теплоносителя в обратном трубопроводе (устанавливается в настройках) и внешней температуры с датчика наружного воздуха.



Коммутация термостатных цепей газовых клапанов в котлах производится по принципу достижения необходимой температуры в обратном или подающем трубопроводе (в стандартной комплектации регулирование осуществляется по «обратке»). При этом учитываются коэффициенты смещения и наклона графика регулирования (устанавливается в настройках с клавиатуры или посредством SMS-команд). Показания каждого контроллера выводится в отдельном блоке. В верхней части блока можно отражается название контроллера и его статус. Статус контроллера считывается из базы данных.

Реализация вышеуказанных мероприятий позволит повысить надежность и энергоресурсоэффективность систем теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения.



МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ В СРЕДЕ MATLAB

*Файзулдинов Р.Н., Сайфуллина А.Х.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева», г. Казань*

MODELLING OF AIR CONDITIONING SYSTEM COMPONENTS IN BUILDING BASED ON MATLAB

*R.N. Faizutdinov, Saifullina A.H.,
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan*

Аннотация

На основе законов сохранения массы и энергии разработаны модели компонентов системы кондиционирования воздуха в офисном или жилом помещении. Разработанные модели реализованы в виде библиотеки блоков системы Simulink. Предложенные модели предназначены для анализа и синтеза законов управления в системах кондиционирования воздуха. В системе Matlab с использованием разработанных моделей проведен синтез законов управления системой кондиционирования воздуха помещения. Проведенные расчеты показали достаточно высокую эффективность синтезированных регуляторов.

Annotation

Mathematical models of components of the air conditioning system in office or living quarters were derived on basis of the energy and mass balance equations. Developed models were implemented as Simulink blocks. The dynamic model can be especially useful for control strategies that require knowledge of the dynamic characteristics of HVAC systems. Using developed models the design of controller for air conditioning system have been implemented in Matlab. Computations carried out in Matlab demonstrated the high performance of designed controllers.

Система кондиционирования воздуха (СКВ) является комплексом технических средств и устройств для приготовления приточного воздуха с заданными автоматически регулируемые параметрами [1]. Такая система обеспечивает не только смену воздуха в помещении, но и автоматически поддерживает необходимые метеорологические условия в нем независимо от времени года и переменных поступлений теплоты и влаги, что особенно актуально в нашей стране.

Первоначально, основной задачей СКВ являлось создание и поддержание параметров микроклимата. Однако, энергетические затраты на кондиционирование составляют 30 -50 % от стоимости эксплуатации зданий. В связи с этим, с началом XXI века основной вопрос, который становится все более актуальным и злободневным, заключается в сокращении объема потребления энергии оборудованием СКВ. Достичь таких результатов можно при условии использовании современных методов автоматического регулирования технологических процессов СКВ.

Известно, что динамика процессов, протекающих в системе кондиционирования воздуха, оказывает существенное влияние на потребление энергии системой и параметры микроклимата в помещении. Точные динамические модели процесса кондиционирования являются сложными многомерными, многоконтурными моделями с распределенными параметрами. Поэтому для анализа качества проектируемой системы и синтеза регуляторов необходимо иметь приближенные модели компонентов системы кондиционирования. Основными компонентами системы кондиционирования воздуха являются кондиционируемое помещение и установка для кондиционирования воздуха, включающая вентилятор, охлаждающий и осушающий теплообменник, калорифер, увлажнитель, фильтр и систему воздухопроводов [1].

В данной работе рассматриваются два режима работы системы кондиционирования: летний и зимний. Для простоты эти режимы работы моделируются в виде двух отдельных



технологических схем с частичной рециркуляцией воздуха, представленных соответственно на рисунках 1 и 2.

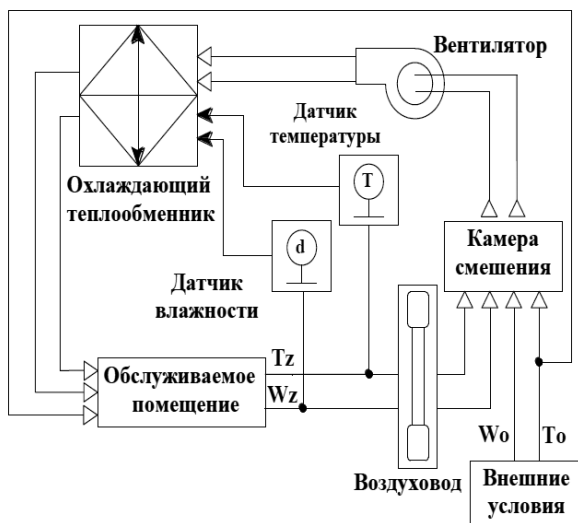


Рис. 1. Конфигурация системы для охлаждения помещения летом

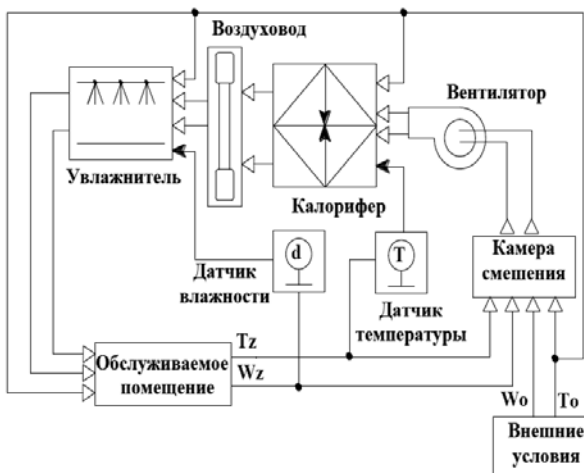


Рис. 2. Конфигурация системы для нагрева помещения зимой

Летом (рис.1) горячий и влажный воздух поступает из окружающей среды в охлаждающий и осушающий теплообменник. В результате прохождения теплообменного аппарата происходит уменьшение температуры воздуха и конденсирование влаги, содержащейся в воздухе, что приводит к уменьшению относительной влажности. В обслуживаемом помещении термостат измеряет температуру воздуха зоны и подает сигнал регулятору. Регулятор подает сигнал чиллеру для уменьшения или повышения температуры воды, подаваемой в охладительную катушку. Для осушения воздуха датчик влажности измеряет уровень влажности в помещении и при высокой влажности подает сигнал чиллеру для уменьшения температуры воды, так чтобы пары в поступающем воздухе сконденсировались, а уровень влажности зоны уменьшился. Зимой (рис.2) в систему кондиционирования из окружающей



среды поступает холодный и сухой воздух. Поступающий воздух нагревается проходя через калорифер и увлажняется проходя через увлажнитель. В помещении датчик измеряет температуру воздуха зоны и подает сигнал регулятору, который регулирует температуру воды, поступающей в нагревательную камеру калорифера.

В качестве программной среды моделирования решено использовать инструментарий Simulink в составе широко известной системы Matlab. Simulink реализует визуально-ориентированную разработку модели системы, позволяет осуществлять имитационное моделирование и наглядное представление результатов моделирования.

На основе законов сохранения массы и энергии разработаны модели климатической зоны кондиционируемого помещения, калорифера, увлажнителя, охлаждающего и осушающего теплообменника, системы воздухопроводов. Разработанные модели компонентов системы кондиционирования воздуха реализованы в виде библиотеки блоков системы Simulink.

В системе Matlab с использованием разработанных моделей проведен синтез законов управления системой кондиционирования воздуха в помещении. На рисунке 3 показаны результаты моделирования системы регулирования температуры и влагосодержания воздуха в летнем режиме. Желаемые заданные значения температуры воздуха и его влагосодержания в обслуживаемом помещении равны 22°C и $0.008 \text{ кг(водяной пар)/кг(сухой воздух)}$.

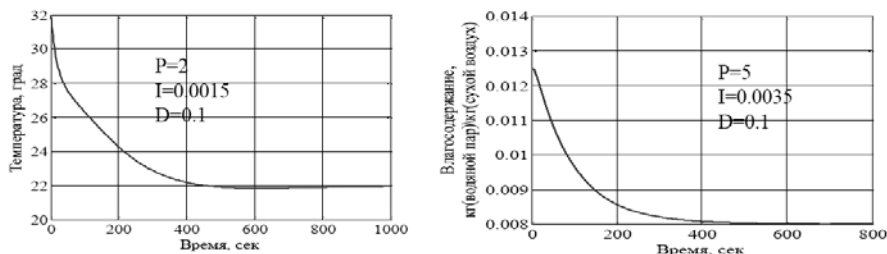


Рис. 3. Переходные процессы в системе охлаждения воздуха с ПИД-регуляторами в контурах регулирования температуры и влагосодержания воздуха

Сравнение результатов моделирования с другими известными результатами (например, [2]) показало достаточно высокую адекватность разработанных компонентов.

Литература

1. Стефанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Санкт-Петербург: Изд-во АВОВ Северо-Запад, 2005. – 394 с.
2. Tashtoush B., Molhim M., Al-Rousanet M. Dynamic model of an HVAC system for control analysis. Energy 30 (2005), pp. 1729–1745.



СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Ширiev Р.Р., Нургалieва Э.И.,

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

MODERN SYSTEMS OF NATURAL LIGHTING

Shiriev R.R., Nurgalieva E.I.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В статье рассмотрено влияние естественного света на человека. Сделан обзор существующих систем естественного освещения. Рассмотрена возможность применения данных систем на территории Российской Федерации.

Annotation

The article considers the influence of natural light on the human. There was made a review of existing systems of natural lighting. The possibility of using these systems on the territory of the Russian Federation was considered.

С каждым годом в крупных городах страны появляется все больше новых жилых и общественных зданий. Высокие, плотно расположенные друг к другу здания не позволяют проникать естественному свету во все помещения сооружений, это приводит к нарушению нормативных показателей по обеспечению людей в помещении инсоляцией и к вынужденному использованию искусственного освещения в дневное время суток. Поэтому на сегодняшний день идея использования систем естественного освещения для помещений является актуальной.

Известно, что наличие естественного света влияет на самочувствие и работоспособность человека. Такое освещение благоприятно воздействует на психологическое и физиологическое состояние. Также одним из главных достоинств естественного освещения помещений является возможность заметной экономии электроэнергии.

Однако, несмотря на множество преимуществ естественного освещения, в мировой практике найдется немного примеров зданий, в которых такая система являлась бы одной из особенностей проекта.

В настоящее время практическую реализацию имеют различные варианты систем естественного освещения: окна, световые полки, зенитные фонари, системы полых световодов, гелиостаты, зеркальные шторы-жалюзи, солнечные «ловушки» и т.д.

На территории Российской Федерации в основном применяются окна и зенитные фонари. Пример использования зенитных фонарей часто можно встретить в больших торговых центрах. Зенитные фонари представляют из себя купол, выполненный из прозрачных материалов, который монтируется на крыше здания. Лучи света, проходя сквозь купол, попадают в рассеиватель, установленный под потолком помещения, и далее распределяются в различных направлениях по всей площади. Однако, зенитные фонари могут применяться для освещения только одного помещения и преимущественно на самом верхнем этаже.

На сегодняшний день в Европе популярно использовать полые световоды для освещения помещений. Полый световод представляет собой систему естественного освещения, улавливающую солнечный свет и передающую его в закрытое пространство помещения (рис. 1). Система состоит из: прозрачного купола – оптического поглотителя света, оснащенного механизмом перенаправления светового потока, который устанавливается на кровельном пространстве, трубы-удлинителя, которая служит проводником солнечного света и имеет высокоотражающее покрытие, и диффузора – рассеивателя, установленного внутри помещения [1]. На отечественном рынке естественного освещения полые световоды представлены несколькими аналогами: система Solatube® Daylighting Systems [2], система Solarspot® [3] и система ALLUX [4].



Рис. 1. Полый трубчатый световод

Высокий коэффициент отражения внутренней поверхности полых световодов допускает транспортировку света на расстояние более 20 м и освещение помещений, недоступных для традиционных технологий, таких как подвалы, помещения, находящиеся на нижних этажах. Благодаря высокому качеству материалов и узлов современные полые световоды имеют КПД передачи света свыше 90%, при общем КПД системы свыше 80%. Световая эффективность таких световодов, как утверждают производители, в сравнении с традиционными световыми конструкциями (зенитные фонари, вертикальные окна) в 2-3 раза выше [5].

Относительно новой, но довольно перспективной системой на рынке естественного освещения является автоматизированная ловушка Sundolier (рис. 2). Sundolier – это ловушка для солнечного света, устанавливаемая на крыше здания, разработанное и выпускаемое компанией Sunflower. По словам производителей данная автоматизированная ловушка может захватить и передать по системе трубопроводов внутрь здания количество солнечного света, достаточного для освещения площадей размером до 760 м².

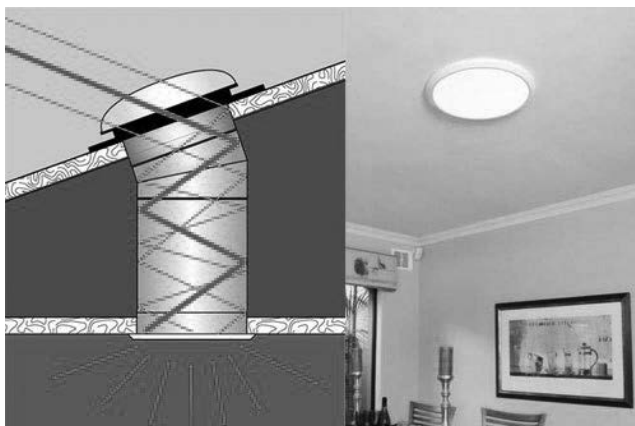


Рис. 2. Световая автоматизированная ловушка Sundolier

В автоматизированной ловушке Sundolier используется двухкоординатная система, обеспечивающая подвижность фокусирующего зеркала и системы отражающих зеркал. Благодаря системе фотодатчиков улавливающее зеркало Sundolier всегда нацелено на Солнце и может



обеспечивать оптимальный угол падения солнечных лучей, делая, таким образом, практически постоянную интенсивность потока пойманного солнечного света. Система подвижных зеркал передает солнечный свет внутрь здания по трубопроводам диаметром 60 см [6].

Разработчики системы утверждают, что при использовании системы Sundolier происходит двойная экономия энергии, первая, самая основная заключается в экономии энергии затрачиваемой собственно на освещение, и вторая, косвенная, экономия заключается в снижении энергетических затрат на кондиционирование помещения за счет снижения количества тепла, выделяемого осветительными приборами.

Как и любые другие энергетические системы, утилизирующие солнечную энергию, выше описанные системы в немалой степени зависят от атмосферных и погодных условий. Поэтому при проектировании систем естественного освещения необходимо учитывать зависимость интенсивности естественного освещения от времени года, времени суток и погодных условий. В связи с этим в здании с естественным освещением должно предусматриваться и искусственное, обеспечивающее необходимую освещенность помещений в пасмурные дни и после наступления темноты. Для получения наибольшего эффекта следует применять автоматизированное управление системой естественного освещения. Также следует отметить, что проектировать систему естественного освещения желательно во вновь возводимых зданиях, поскольку при реконструкции это обычно приводит к значительным затратам.

Преобладающая часть территории Центральной России на протяжении годового цикла имеет большой уровень наружной естественной освещенности. Летом, в солнечные дни, он достигает 100 клк. В таких условиях полые трубчатые световоды и автоматизированная ловушка Sundolier могут обеспечивать достаточную естественную освещенность на требуемых площадях помещений и, как следствие, внести свой вклад в энергосбережение возводимых или уже существующих зданий.

Литература

1. Полые световоды: что это такое и зачем они нужны [Электронный ресурс]; // URL: <http://electricalschool.info/>.
2. Ю.Н. Селянин, А.Н. Ремизов, А.Н. Добровольский. Системы солнечного освещения Solatube® Daylighting Systems в архитектуре спортивных сооружений третьего тысячелетия. // Технологии строительства .- 2012. - №3. С. 80-86.
3. Дж. Бракале. Естественное освещение помещений с помощью новой пассивной световодной системы «Solarspot». // Светотехника. - 2005.- № 5. - С. 34-42.
4. Системы естественного освещения ALLUX [Электронный ресурс]; // URL: <http://lightway.iricond.ru/>.
5. Овчаров А. Технология Solatube®: перспективы в архитектуре и строительстве России [Электронный ресурс]; // URL: <http://green-city.ru/tekhnologiya-solatube-perspektivy-v-arxitekture-i-stroitelstve-rossii/>.
6. Световая автоматизированная ловушка Sundolier - освещение естественным солнечным светом внутренних помещений зданий [Электронный ресурс]; // URL: <http://www.dailytechinfo.org/eco/>.



**СЕМИНАР СОВЕЩАНИЕ:
«РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ ПУТЕМ ЗАКЛЮЧЕНИЯ
ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ»**



РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ В МИНИСТЕРСТВЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Белоус Б.П.,

Министерство здравоохранения Республики Татарстан, г. Казань

IMPLEMENTATION OF ENERGY SAVING EVENTS IN TATARSTAN REPUBLIC HEALTH MINISTRY

Belous B. P.,

Tatarstan Republic Health Ministry, Kazan

Аннотация

Министерство здравоохранения Республики Татарстан проводит целенаправленную работу по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в медицинских организациях. С 2001 по 2020 годы проводится разработка и реализация пятилетних энергосберегающих программ. В этой работе прослеживается направленность от энергосбережения к энергосбережению и повышению энергетической эффективности и далее к управлению энергосбережением и повышением энергетической эффективности, состоящей из пяти этапов, определяющих последовательность разработки, энергосберегающих мероприятий, контроля их реализации и достижения оптимальной энергоэффективности при создании комфортных условий работы медперсонала и пребывания больных.

Annotation

Tatarstan Republic Health Ministry realizes goal-oriented activity on energy saving and energy efficiency's rising in the healthcare institutions. Development and implementation of five years' energy saving programs is set from 2001 to 2020. This activity retraces from energy saving to energy saving and rising of energy efficiency and further to control of energy saving and rising of energy efficiency consisting of five stages, determining sequence of the development, energy saving events, control of their implementation and achievement of optimal energy efficiency at creation of comfortable conditions for health personnel and for patients.

Актуальность

Министерство здравоохранения Республики Татарстан с 2001 года перешло к целенаправленной работе по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в медицинских организациях. С 2001 г. по 2015 г. проводилась разработка и реализация трех пятилетних энергосберегающих программ. Следующая четвертая программа разработана на 2016-2020 годы. В этой работе можно проследить 3 вытекающих периода.

1. Разработка и реализация программных мероприятий по энергосбережению. Первая программа так и именовалась, как «Энергосбережение в медицинских организациях Минздрава РТ на 2001-2005 годы».

2. Разработка и реализация программных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в медицинских организациях Министерства здравоохранения Республики Татарстан. Больше внимание уделяется вопросам повышения энергоэффективности.

3. Управление энергосбережением и повышением энергетической эффективности в медицинских организациях Министерства здравоохранения Республики Татарстан.

Разработанная «Система управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности в медицинских организациях Министерства здравоохранения Республики Татарстан», состоит из 5 этапов. Структурная схема представлена на рис. 1

1 этап. Разработка индикаторов по оценке эффективности использования энергоресурсов и пороговые уровни.



Объемы потребления энергоресурсов находятся в зависимости от мощности учреждений здравоохранения, количества койко-мест и числа поликлинических посещений, но не дают возможности оценить эффективность использования энергоресурсов в каждом конкретном учреждении. Учитывая различную подготовленность учреждений здравоохранения к разработке и реализации энергосберегающих мероприятий и различную энерговооруженность (обеспеченность энергоемким медицинским и технологическим оборудованием) потребовался индивидуальный подход к работе каждого учреждения. Для этого и были разработаны соответствующие индикаторы эффективности энергосбережения. Они отличались от общих российских индикаторов и были характерны для медицины.

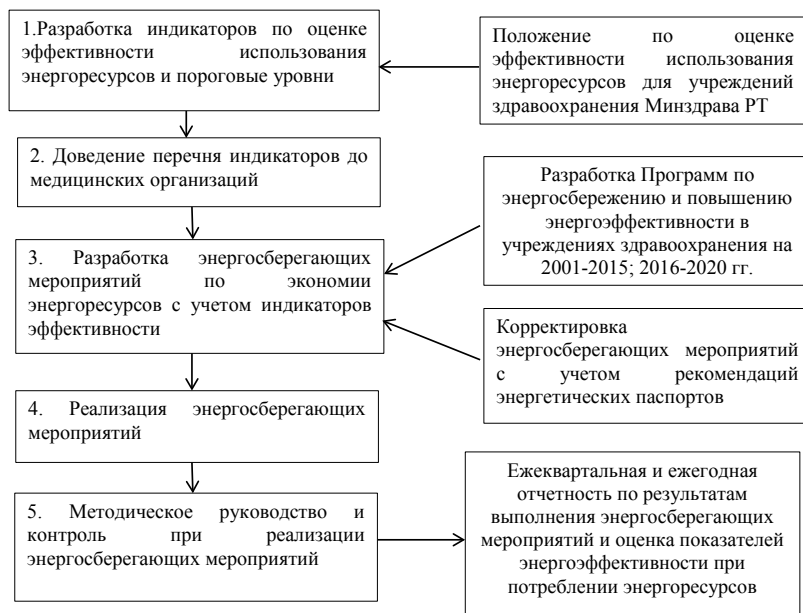


Рис. 1. Система управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности в медицинских организациях Минздрава Республики Татарстан

Индикаторы показаны в документе - «Положение по оценке эффективности использования энергоресурсов для медицинских учреждений Министерства здравоохранения Республики Татарстан», которое было разработано, согласовано с ГБУ «Управление рационального использования топливно-энергетических ресурсов в Республики Татарстан» и утверждено Министерством здравоохранения Республики Татарстан 10.02.2010 г. Индикаторы выражены в удельных расходах энергоресурсов. В «Положении» определены оптимальные пороговые уровни удельного потребления в год по электроэнергии в 80 кВт-час/кв. м, используемой общей площади медицинской организации, по тепловой энергии- 0,22 - Гкал/кв. м отапливаемой площади, по газу, используемому на отопление, 50 куб.м на кв. м отапливаемой площади, по холодной воде -95 куб.м/койко-место (приведенное с учетом поликлиники).

2 этап. Доведение перечня индикаторов до медицинских организаций с соответствующей разъяснительной работой по исчислению индикаторов, использованию их в работе по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

Какие задачи были поставлены перед учреждениями здравоохранения при доведении индикаторов.

1. При превышении порогового уровня добиваться снижения потребления энергоресурсов посредством разработки и реализации энергосберегающих мероприятий.

2. При достижении порогового уровня выдерживать его, без превышения, и также проводить освоение энергосберегающих мероприятий.



3. При значениях индикаторов ниже порогового уровня допускается увеличение энергопотребления для повышения энерговооруженности учреждения, приобретения энергозатратного оборудования, связанного с внедрением новых медицинских технологий, а также создания комфортных условий работы медперсонала и пребывания больных.

3.этап. Разработка энергосберегающих мероприятий по экономии энергоресурсов с учетом индикаторов эффективности.

Сравнивая свои показатели с пороговыми значениями каждое учреждение здравоохранения уже рационально и целенаправленно разрабатывает свои энергосберегающие мероприятия, которые уточняются, корректируются по результатам проведения энергетических обследований и паспортизации учреждений. Энергосберегающие мероприятия лежат в основе программ медицинских организаций по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

Министерство здравоохранения Республики Татарстан разрабатывает отраслевую Программу по энергосбережению и повышению энергетической эффективности на пятилетку с учетом индивидуальных Программ учреждений здравоохранения.

Программа по энергосбережению и повышению энергетической эффективности представляется, как инструмент по реализации «Системы управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности в медицинских организациях Министерства здравоохранения Республики Татарстан».

4 этап. Реализация программных энергосберегающих мероприятий осуществляется с привлечением средств Федерального бюджета, бюджета Республики Татарстан, финансовых средств по основной деятельности и привлеченных средств.

5 этап. Методическое руководство и контроль при реализации энергосберегающих мероприятий, достижения результатов эффективности при использовании энергоресурсов. Проводятся постоянные целенаправленные консультации и инструктажи специалистов учреждений, ответственных за разработку и реализацию энергосберегающих программ, контроль за их периодическим переобучением на специализированных учебных курсах.

Осуществляется ежеквартальное и ежегодное представление отчетов от учреждений здравоохранения по результатам выполнения энергосберегающих мероприятий и исчисление удельных расходов, оценка достижения пороговых значений энергоэффективности при использовании энергоресурсов. По этим материалам оценивается работа каждого учреждения.

В вопросах энергосбережения первым и главным мероприятием является обеспечение учреждений приборами учета энергоресурсов, без которых не могут разрабатываться и другие энергосберегающие мероприятия. В результате имеем рост обеспеченности учреждений здравоохранения с 45% в 2001 г. до 98,8 % в 2015 г.

Высокий уровень оснащения дал следующие преимущества:

- медицинские учреждения стали оплачивать используемые энергоресурсы не по расчетным данным, представляемым поставщиками, а исходя из фактического потребления, что дало экономию в финансовых средствах;

- стало возможным проведение мониторинга объемных показателей потребления энергоресурсов по всем видам и по всем медицинским учреждениям республики по кварталам и годам;

- стало возможным определение удельных расходов, как индикаторов эффективности использования энергоресурсов, также по всем видам и по всем медицинским учреждениям республики;

- появилась возможность внедрить систему оценки эффективности использования энергоресурсов медицинскими организациями в Республике Татарстан. Стало возможным проводить сравнение медицинских учреждений между собой независимо от объемов потребления, а также относительно оптимальных установленных пороговых уровней потребления энергоресурсов;

Реализация энергосберегающих мероприятий обеспечила оснащение учреждений здравоохранения узлами регулирования тепловой энергии, за последние 10 лет рост составляет 52%



до 94%. Широкое распространение получила замена светильников на энергосберегающие, за последние 10 лет также рост составляет с 49% до 78% и др. При реконструкции и капитальных ремонтах обязательно составной частью работ являются энергосберегающие мероприятия. Особенно при подготовке к работе в осенне-зимний период.

Выводы

Разработанная и применяемая Министерством здравоохранения Республики Татарстан «Система управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности в медицинских организациях Министерства здравоохранения Республики Татарстан» дает возможность правильно построить политику сбережения энергоресурсов, отразить ее в практических мероприятиях, а также более достоверно сделать прогноз энергопотребления на последующий период.



**ПУТИ СОХРАНЕНИЯ ЛИДИРУЮЩИХ ПОЗИЦИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ
В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ**

Шафигуллин Р.Г.,

*ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань*

**WAYS TO PRESERVE THE LEADING POSITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN IN
THE FIELD OF ENERGY SAVING IN THE BUDGETARY SPHERE
IN CONDITIONS OF DEFICIENCY OF BUDGETARY FUNDS**

Shafigullin, G. R.,

*Center of energy saving technologies under the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan,
Kazan*

Аннотация

Проведен анализ проблем энергосбережения и повышения энергоэффективности в бюджетной сфере Республики Татарстан в условиях дефицита бюджета и предложены меры по реализации энергосберегающих мероприятий за счет частных инвестиций путем заключения энергосервисных контрактов.

Annotation

The article analyzes the problems of energy saving and energy efficiency in the public sector of the Republic of Tatarstan in the conditions of budget deficit and proposed measures to implement energy saving measures through private investments through energy service contracts.

Актуальность

Республика Татарстан занимает лидирующие позиции в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Опыт республики в вопросах энергосбережения общепризнан. По результатам Всероссийского конкурса 2015 г. система управления энергосбережением Республика Татарстан названа одной из лучших.

В то же время, в условиях дефицита бюджетов всех уровней, когда бюджетное финансирование энергосбережения на федеральном уровне практически прекращено, для продолжения работ, и тем более сохранения темпов повышения энергоэффективности в бюджетной сфере Республики Татарстан необходимо сочетание бюджетных и внебюджетных источников финансирования энергосбережения.

Объем платежей государственных и муниципальных учреждений Республики Татарстан за электрическую и тепловую энергию, воду и природный газ оценивается в сумме до 3 млрд. рублей в год.

Технически и экономически доступный потенциал энергосбережения и повышения энергоэффективности государственных и муниципальных учреждений республики оценивается в пределах 20% или до 600 млн. рублей в год.

Государственной программой РТ по повышению эффективности бюджетных расходов на 2016 год запланировано финансирование энергосберегающих мероприятий в государственных и муниципальных учреждениях республики в объеме 86 млн. рублей. Но в условиях дефицита бюджета Законом «О бюджете РТ на 2016 год» средства на указанные цели не предусмотрены.

Порядком санкционирования расходов в 2016 году расходы учреждений на коммунальные услуги определены социально-значимыми первоочередными расходами.

То есть, в бюджете нет средств на финансирование энергосберегающих мероприятий, и учреждения ежегодно тратят значительно больше на оплату энергоресурсов, чем могли бы тратить, но всегда есть средства на оплату расточительного энергопотребления.



В то же время, платежи за расточительное энергопотребление являются доступным инвестиционным ресурсом для финансирования энергосбережения. Энергосберегающие проекты финансируются за счет внебюджетных средств, а возврат инвестиций осуществляется за счет экономии. Это классический механизм энергосервиса.

Во всем мире энергосервис является важнейшим инновационным инструментом внебюджетного финансирования энергосберегающих проектов. Более того, политика энергосбережения большинства ведущих стран мира сводится к поддержке энергосервисных компаний.

В соседних с Республикой Татарстан субъектах РФ также развернута работа по заключению энергосервисных договоров (контрактов). Так, на сегодня в Удмуртии заключено 57 энергосервисных договоров, в Ульяновской области свыше 130 договоров.

В Республике Татарстан также начата работа по заключению энергосервисных договоров. На сегодня заключено 4 договора по модернизации уличного освещения и когенерации.

Центром энергосберегающих технологий РТ при КМ РТ накоплен опыт отбора и реализации экономически эффективных проектов по повышению энергетической эффективности. Сформирована система критериев и экспертизы проектов для их последующего рассмотрения частными инвесторами. Подготовлена конкурсная документация для заключения энергосервисных договоров в пилотных учреждениях Минздрава РТ, в Казанском федеральном университете и энергоуниверситете.

В целях решения одной из ключевых проблем энергосервиса - обучения и методологической поддержки «заказчика» Центром проведено обучение свыше 300 специалистов государственных учреждений по программе дополнительного профессионального образования, в том числе по теме «Энергосервисная деятельность».

Компетенции по подготовке и размещению конкурсной документации на реализацию энергосервисных договоров имеют прошедшие курсы повышения квалификации контрактные управляющие учреждений.

Методическую и консультационную помощь учреждениям при подготовке энергосервисных договоров оказывают специалисты Центра и министерств республики.

Координация совместных действий министерств и ведомств республики в решении проблем реализации энергосервисных контрактов возложена на Координационный совет по реализации государственной политики и координации мероприятий в области энергосбережения.

Минфин РФ письмом № 02-03-06/5448 от 30.12.2010 сообщил о возможности использования учреждениями средств, сэкономленных в результате энергосбережения и рекомендовал финансовым органам субъектов РФ обеспечить принятие соответствующих нормативных правовых актов.

Руководствуясь закрепленным в БК РФ принципом эффективности использования бюджетных средств Минфин РТ с учетом региональных особенностей управления бюджетным процессом рассматривает меры, направленные на создание благоприятных условий для энергосервиса в гос. учреждениях.

Во исполнение поручения КМ РТ наш Центр подготовил проект постановления «О реализации энергосберегающих мероприятий путем заключения энергосервисных договоров гос. учреждениями Республики Татарстан».

Учитывая рекомендации Минфина РФ проект предусматривает корректировку отдельных регламентов.

Так, в соответствии с Порядком расчета затрат на оплату исполнения энергосервисного договора, определенным письмом Минфина РФ от 18.08.2015 № 02-01-09/28324, в случае заключения учреждением такого договора дополнительно в состав затрат на коммунальные услуги включаются затраты на оплату исполнения энергосервисного договора, на величину которых снижаются затраты по видам энергетических ресурсов.

Для планирования и осуществления расходов на оплату энергосервисных договоров вносятся изменения в регламент работы по организации планирования и осуществления расходов государственными учреждениями РТ.



В ходе согласования проекта постановления министерства республики предложили внести в проект поручение обеспечить согласование размещения заказов на заключение учреждениями энергосервисных договоров в автоматизированной системе «Электронный магазин» при отсутствии лимитов бюджетных обязательств, доведенных до учреждений.

Энергосервисный контракт затрагивает конкретные объекты и имеет локальные экономические, технические и социальные, политические последствия. Без активной, осознанной позиции заказчиков сегодня энергосервисные контракты в бюджетной сфере практически не реализуемы.

В то же время, при действующем затратном методе формирования нормативов потребления, у организаций бюджетной сферы отсутствует мотивация к экономии энергоресурсов. В целях стимулирования энергосервиса представляется целесообразно сохранять учреждениям базовый уровень объема финансирования потребления ТЭР на период, превышающий на 1 - 2 года срок реализации энергосервисных договоров.

Для усиления привлекательности заключения энергосервисных договоров с учреждениями Республики Татарстан целесообразно выделение бюджетных средств на реализацию энергосберегающих мероприятий не в виде прямых инвестиций бюджетополучателям, а в виде субсидий, выделяемых для софинансирования энергосервисных проектов, реализуемых за счет средств частных инвесторов.

По завершению создания региональной нормативно-правовой и методологической базы, подготовки адекватных, компетентных заказчиков, обеспечения доступности финансовых ресурсов возможно создание системы массовой подготовки и тиражирования энергосервисных проектов в государственных учреждениях республики.

Суть проекта в полной инвентаризации и подготовке проектов по энергосбережению.

В рамках проекта необходимо организовать сбор и агрегирование первичной исходной информации по типовым мероприятиям.

Схема массовой подготовки и тиражирования энергосервисных проектов в государственных учреждениях республики:

Реализация проекта предусматривает 3 этапа:

I этап - сбор и укрупненный анализ исходных данных.

II этап - детальная проработка отобранных на первом этапе приоритетных направлений и объектов.

III этап - структурирование проектов, заключение энергосервисных договоров. Сопровождение реализации проектов и контроль за ходом их исполнения.

Выводы

Создание благоприятных условий и экономическая привлекательность сделают энергосервис в республике массовым и привычным бизнесом.

Энергосервис позволит государственным (муниципальным) учреждениям республики реализовать энергосберегающие мероприятия без дополнительных бюджетных ассигнований.

Реализация энергосервисных договоров позволит Республике Татарстан сохранить лидирующие позиции в области энергосбережения и повышения энергоэффективности в самых сложных макроэкономических условиях и кризисных ситуациях.



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОГЕНЕРАЦИИ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ

*Подгорный С.В.,
ЗАО «Ангрейдэнерго», г.Казань*

COGENERATION IN THE BUDGETARY SECTOR

*Podgorny S.V.,
Upgradeenergo JSC, Kazan*

Аннотация

В современных условиях роста цен на энергоресурсы и увеличения расходов на их покупку, все большую значимость приобретает применение энергосберегающих технологий. С каждым днем большее количество организаций, работающих в самых разных отраслях экономики нашей страны, осознают необходимость перехода к новым энергосберегающим технологиям. Одним из способов достижения экономического эффекта от применения такого рода нововведений является переход на комбинированную выработку тепловой и электрической энергии. Особую актуальность приобретает применение когенерации в бюджетной сфере, что наглядно продемонстрировано в статье.

Annotation

In modern conditions of rising energy prices and increasing costs for their purchase, the importance of using of energy-saving technologies is rising. Today, more and more companies working in various sectors of economy of our country, aware of the need to move to new energy-saving technologies. One way to achieve economic benefits from the use of this type of technologies is the transition to a combined heat and power production. Cogeneration is especially important in the budgetary sector, which is clearly demonstrated in the article.

В Республике Татарстан практика применения энергосберегающих технологий успешно существует уже не первый год и широко используется как на муниципальном и государственном уровнях, так и на коммерческих предприятиях. Практика показала, что в условиях дефицита средств и ограниченности энергоресурсов именно применение комбинированного источника энергии способно обеспечить эксплуатацию различных объектов с наименьшими затратами и с гарантированным надежным энергоснабжением.

Экономические и технические результаты, полученные от внедрения когенерации, зарекомендовали себя и сегодня все больше предприятий изъявляют желание рассмотреть возможность перехода на комбинированную выработку тепловой и электрической энергии: начиная от предприятий занятых в рекреационной и пищевой отрасли, заканчивая такими энергоемкими объектами как спортивные комплексы. На сегодняшний день новым подходом к применению когенерации на предприятиях республики является разработка проектов перехода на схему энергоснабжения с применением когенерации на базе ледовых дворцов спорта. Для таких энергоемких спортивных объектов как ледовые дворцы, проблема высоких расходов на энергоресурсы особенно важна, так как:

- расходы на оплату энергоресурсов для ледовых дворцов составляют более 400 тыс. рублей в месяц;
- потребление электроэнергии составляет в среднем 100 тыс.кВт/ч. в месяц;
- в сутки объект потребляет не менее 5 Гкал тепла.

Принимая во внимание тот факт, что, как правило, ледовые дворцы спорта находятся на балансе муниципальных органов власти и являются значимыми социальными объектами, актуальность применения когенерации на муниципальном объектах еще больше возрастает.

Одним из немногих предприятий, благодаря инициативе которых в Республике Татарстан удачно реализуются проекты перехода на энергоснабжение с применением когенерации является ЗАО «Ангрейдэнерго». На сегодняшний день компания уже имеет успешный опыт внедрения когенерирующих технологий на различных объектах, одним из них является ледо-



вый дворец спорта «Пестрецы-Арена» в Пестречинском муниципальном районе республики. Запуск новой схемы энергоснабжения на данном спортивном объекте в 2014 году позволил добиться значительного снижения потребления электроэнергии, а годовые расходы на финансирование коммунальных услуг снизились. По итогам 2015 года на объекте снижение потребления электроэнергии от сетей гарантированного поставщика составило 1015,5 тыс. кВт/ч. При этом, сокращение затрат на оплату электроэнергии за рассматриваемый период составило 4,9 млн.руб.

Рассматриваемый проект финансировался посредством заключения пятилетнего энергосервисного контракта. Капитальные вложения для проекта, выделенные в рамках государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Республике Татарстан на 2014-2020 годы составили 4625 тыс. рублей. При этом, стоимость услуг энергосервисной компании, подлежащая выплате за счёт экономии потребителя на оплату энергоресурсов равна 16 млн. рублей в т. ч.:

- 8 млн. рублей - возврат инвестиций ЗАО «Апгрейдэнерго», потраченных на реализацию проекта;
- 8 млн. рублей - расходы на сервисное и техническое обслуживание.

Контрактом предусматривалось оснащение ледового дворца «Пестрецы-Арена» комбинированным источником энергоснабжения, электрической мощностью 240 кВт и 365 кВт тепловой мощностью, а также последующее обслуживание всего установленного оборудования. Энергоустановка была интегрирована в существующую инфраструктуру и сегодня практически полностью обеспечивает объект электрической и тепловой энергией.

Ежемесячный расход газа энергоустановкой составляет 33 тыс. куб.м., из них 14 тыс.куб.м. передаётся потребителю в виде тепловой энергии, а 19 тыс. куб.м. тратится на генерацию электроэнергии — это более чем 100 тыс. кВт/ч. в месяц.

По окончании действия энергосервисного контракта к 2020 г. в распоряжении администрации ледового дворца «Пестрецы-Арена» остается отлаженный работоспособный механизм получения экономии энергоресурсов и, соответственно, денежных средств на оплату коммунальных услуг. При этом экономия на затратах на коммунальные услуги может которая может достигать более 3 миллионов рублей в год.

Величина экономии будет расти пропорционально росту тарифов на энергоресурсы.

Успешный опыт реализации энергосервисного контракта был положительно оценен Министерством промышленности и торговли Республики Татарстан: по поручению премьер-министра региона И.Ш.Халикова ЗАО «Апгрейдэнерго» подготовило проект перехода на схему энергоснабжения с применением комбинированных источников энергоснабжения еще 8 ледовых дворцов в районах республики.

Стоит отметить, что переход на комбинированный источник энергоснабжения интересен не только для муниципальных объектов, но и для коммерческих структур. ЗАО «Апгрейдэнерго» проработало и представило проекты перехода на схему энергоснабжения с применением когенерации и для таких крупных отраслеобразующих предприятий, как, к примеру, ОАО «Холдинговая компания «Ак Барс». Проект, предложенный компании, рассматривает возможность перехода к новой системе энергосбережения «Казанского хлебозавода №3». Работа по внедрению когенирующей установки на базе данного объекта позволит снизить годовое потребление электроэнергии от сетей гарантированного поставщика с 4685 тыс. кВт/ч. до 514 тыс. кВт/ч, в результате чего экономия на затратах на электроэнергию достигнет до 21,7 млн. руб. в год.

Руководству ПАО «Татнефть» - одной из крупнейших компаний в нефтегазовом комплексе России - также был представлен проект перехода на систему энергосбережения с применением когенерации. Первый проект был разработан на базе универсального спортивного комплекса ООО «СКП «Татнефть-Ак Барс». Подобного рода объект, относящийся к категории энергоёмких, несомненно нуждается в применении энергосберегающих технологий, внедрение когенерации позволяет снизить годовое потребление электроэнергии с 2759 тыс.



кВт/ч в год до 348 тыс. кВт/ч. в год., при этом снижение годовых затрат на покупку электроэнергии может достигнуть до 12 млн.руб. в год.

Как видим из приведенных выше примеров, экономический эффект от внедрения системы когенерации, несомненно, на высоком уровне, что достигается благодаря профессионализму специалистов ЗАО «Апгрейдэнерго», грамотному подходу руководства республики и руководителей предприятий региона. Опыт внедрения когенерации на ледовом дворце спорта «Пестрецы-Арена» показал особую важность применения комбинированного источника энергии именно в бюджетной сфере. Как наглядно было представлено в статье, в пользу потребителя играет не только экономия, но и повышение безопасности и бесперебойности работы самой системы энергоснабжения, что немаловажно на сегодняшний день, когда в изменяющихся экономических условиях стабильность ценится на вес золота.



СУЩНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ

Калугин Н.Н.,

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

THE ESSENCE AND PROBLEMS OF FINANCING ENERGY SERVICE CONTRACTS

Kalugin N. N.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В работе рассмотрены такие вопросы, темы как сущность финансирования энергосервисных контрактов, для развития энергосервисного рынка, контроль за выполнением энергосервисных договоров, предложена модель финансирования энергосервисного контракта, что позволит к быстрому развитию энергосервисного рынка.

Annotation

The work discusses such issues, topics as the nature of financing of energy service contracts for the development of energy service market, the monitor implementation of energy service contracts, the model of financing of energy service contracts that can influence on the rapid development of energy service market.

По мнению многих экспертов, 2012 год стал годом расцвета энергосервиса. Однако существует множество препятствий, тормозящих развитие данного направления, главным из которых является несовершенное законодательство. Оценим сложившуюся ситуацию на российском рынке энергосервисных услуг и выявим инструменты стимулирования энергосервиса и направления совершенствования правовых аспектов [1].

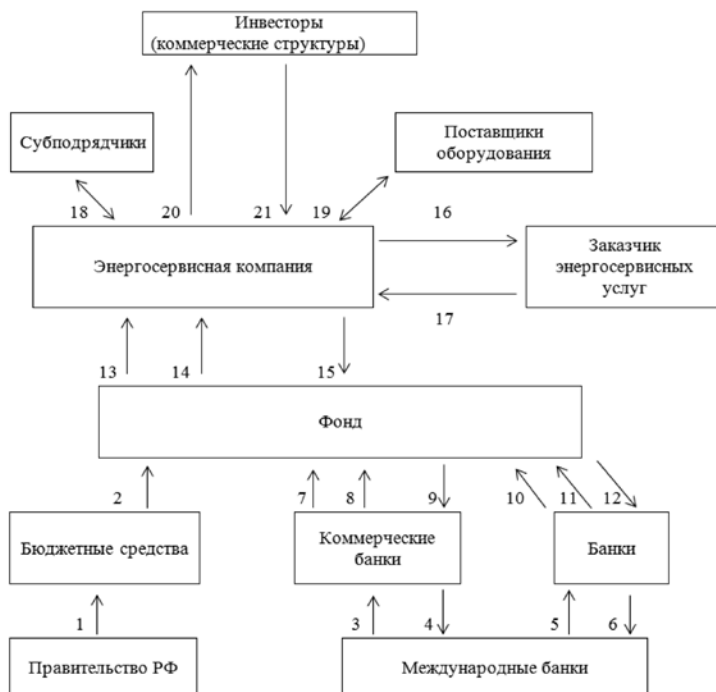


Рис. 1. Модель финансирования деятельности энергосервисных контрактов.



В последнее время очень часто встречается мнение специалистов о возможности копирования и переноса американских и европейских моделей энергосервисных контрактов в условия отечественной экономики. Здесь мы позволим себе не согласиться с этим мнением, поскольку считаем, что если и применять эти модели, то они практически во всех случаях нуждаются в жесткой адаптации к условиям российских реалий. Это проблема несовершенства законодательной базы РФ, а также отсутствия региональной сравнительной базы по энергосервисным контрактам [2].

Безусловно, перечень проблем можно продолжить. Например, если говорить о промышленных предприятиях, то это непонимание механизма работы энергосервисного контракта со стороны руководства предприятия и вследствие этого недоверие к нему. На рынке не представлены страховые продукты, разработанные специально для реализации энергосервисного контракта. Нет четко обозначенных контролирующих и регулирующих органов, отслеживающих исполнение предписаний закона в этой сфере [2].

Энергосервисный рынок изучается многими научными дисциплинами, практиками, разрабатываются модели и мы то же решили предложить модель финансирования деятельности энергосервисных контрактов, представлена на рис. 1.

1. Правительство РФ выделяет из бюджета денежные средства для финансирования энергосервисных компаний по оказанию энергосервисных услуг заказчику.
2. Выделенные бюджетные средства Правительством РФ идут для создания фонда (как вклады в уставный капитал).
3. Международные банки предоставляют долгосрочные кредиты коммерческим банкам.
4. Коммерческие банки возвращают кредиты международным банкам за счет средств, поступающих от ЭСКО в рамках энергосервисного контракта.
5. Международные банки предоставляют долгосрочные кредиты банкам.
6. Банки возвращают кредиты международным банкам за счет средств, поступающих от ЭСКО в рамках энергосервисного контракта.
7. Коммерческие банки финансируют фонды (как вклады в уставный капитал)
8. Коммерческие банки предоставляют долгосрочные кредиты фондам для финансирования энергосервисной компании.
9. Фонды возвращают кредиты коммерческим банкам (или полученные дивиденды от сэкономленных средств за счет снижения затрат)
10. Банки финансируют фонды (как вклады в уставный капитал)
11. Банки предоставляют долгосрочные кредиты фондам для финансирования энергосервисной компании.
12. Фонды возвращают кредиты банкам (или полученные дивиденды от сэкономленных средств за счет снижения затрат)
13. Покупка права требования будущих поступлений у ЭСКО поступлений от достигаемой экономии в рамках энергосервисного контракта
14. Фонды берут на себя риск в рамках энергосервисного контракта и становятся правообладателями будущих поступлений от сэкономленных средств
15. ЭСКО выплачивает дивиденды фондам от сэкономленных средств, за счет снижения затрат, которые позволяют покрыть фондам все затраты перед банками и получить прибыль. В случае этого, если заказчик не получит экономии и гонорар, то ЭСКО перед фондами расплачивается из собственных средств.
16. Энергосервисная Компания заключает энергосервисный договор с заказчиком о выполнении энергосервисных услуг, с гарантией получения результата и берет на себя все риски.
17. После выполнения ЭСКО условий договора перед заказчиком, заказчик оплачивает гонорар от экономии снижения затрат.
18. Генподрядная энергосервисная компания часть работы (оказание энергосервисных услуг), по своему усмотрению, может передать специализированным в области энергосервисных услуг субподрядчикам, между ними заключается договор.



19. Энергосервисная компания заказывает необходимое оборудование у поставщиков, заключается между ними договор поставки.
20. Инвесторы (коммерческие структуры) предоставляют инвестиции энергосервисным компаниям
21. Инвесторы (коммерческие структуры) получают свои дивиденды, после получения заказчиком прибыли от сэкономленных затрат.

Вывод

В качестве основных выводов, следует отметить, преимущества данной модели заключается в том, что принять участие в финансировании энергосервисных контрактов так же могут частные лица (инвесторы), любые другие коммерческие структуры, имеющие свободные денежные средства и готовые финансировать энергосервисные контракты с целью получения прибыли.

Литература

1. Туликов А.В. Правовые аспекты энергосервисной деятельности.- г. Москва: Издательство журнал Энергосбережение №1; 2012.- 10 с.
2. Тимофеев Р.А. Некоторые актуальные вопросы формирования энергосервисных контрактов.- г. Казань: Издательство журнал Энергетика Татарстана № 3-4; 2014.- 68-70 с.



**КРУГЛЫЙ СТОЛ:
«ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА.
МЕЖДУНАРОДНЫЙ И РОССИЙСКИЙ
ОПЫТ И ВОЗМОЖНОСТИ»**



КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

Мартынов Е.В.,

*ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров
Республики Татарстан», г. Казань*

INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM ENERGY EFFICIENCY OF ENTERPRISES AND ORGANIZATIONS

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 статье предложена система среднесрочных мер, направленных на снятие текущих ресурсных, кадровых, и административных ограничений для развития конкурентоспособности промышленности с использованием одного из действенных инструментов - комплексной системы управления энергоэффективностью предприятий (организаций).

Представлены результаты разработки и внедрения комплексной системы управления энергоэффективностью предприятия включающей программно-технический комплекс планирования и мониторинга эффективного использования энергоресурсов предприятия и пакет руководящих документов.

Annotation

The article suggests a system of medium-term measures aimed at removing the current resource, personnel, and administrative restrictions for the development of the competitiveness of the industry using one of the most effective tools - an integrated system of energy efficiency management of enterprises (organizations).

The results of development and implementation of an integrated energy efficiency management system of the enterprise including software and hardware planning and monitoring efficient use of resources of the enterprise and a package of guidance documents.

Ключевой задачей, стоящей перед экономикой России, является обеспечение конкурентоспособности промышленности.

Опыт работы с предприятиями различных отраслей промышленности показывает, что эффективными инструментами, направленными на повышение конкурентоспособности, являются административное и финансовое стимулирование предприятий к проведению эффективных преобразований, а также реализация среднесрочной системы мер, направленных на снятие текущих ресурсных, кадровых, и административных ограничений для развития.

Несмотря на то, что в течение ряда лет предприятия республики реализуют программы энергосбережения и повышения энергоэффективности, до настоящего времени существенным фактором, сдерживающим рост конкурентоспособности предприятий, является более высокая, чем у конкурентов, энергоёмкость производства.

В реализации среднесрочной системы мер, направленных на снятие текущих ресурсных, кадровых, и административных ограничений для развития конкурентоспособности промышленности одним из действенных инструментов являются комплексные системы управления энергоэффективностью предприятий и организаций.

Функциональные модули комплексной системы управления энергоэффективностью предприятия и их иерархия иллюстрируются рис.1.



Рис.1. Функциональные модули комплексной системы управления энергоэффективностью предприятия и их иерархия

Решающим условием успеха внедрения на предприятии комплексной системы управления энергоэффективностью, является вовлечение в процесс управления руководителей всех уровней, и особенно – высшего руководства, которое формирует энергетическую политику предприятия и утверждает дорожную карту создания на предприятии комплексной системы управления энергоэффективностью, стандарты предприятия.

Дорожная карта построения комплексной системы управления энергоэффективностью включает ряд обязательных процедур:

- Энергетическое обследование с целью выявления структурных подразделений и технологического оборудования обладающих потенциалом повышения энергоэффективности и приоритетов в реализации проектов и мероприятий;
- Модернизацию систем коммерческого и технического учёта потребления энергетических ресурсов;
- Разработку и введение в практику стандарта предприятия (организации) – «Управление энергоэффективностью»;
- Освоение программно-аппаратных комплексов планирования, прогнозирования, мониторинга и управления энергоэффективностью предприятий;
- Повышение квалификации персонала и обучение персонала работе в системе управления энергоэффективностью;
- Введение в практику процедур обеспечивающих опережающую модернизацию производства, трансферт наилучших доступных энергоэффективных технологий.

Комплексные системы управления энергоэффективностью предприятия выполняют функции:

- Автоматизированный сбор данных производственных показателей из производственных информационных систем предприятия;
- Автоматизированный сбор данных о потреблении энергоресурсов из систем учета энергоносителей;
- Расчет абсолютных и удельных показателей потребления энергетических ресурсов;



- Планирование потребления энергетических ресурсов;
- Среднесрочный прогноз потребления энергетических ресурсов;
- Контроль за планом и лимитами потребления энергетических ресурсов.

При реализации дорожной карты построения комплексной системы управления энергоэффективностью, предприятие получает технологию обеспечивающую решение задачи оптимального управления производственными процессами по критерию энергетической эффективности.

Государственным Автономным Учреждением «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан» (далее ЦЭТ РТ) разработана и предлагается к внедрению комплексная автоматизированная система управления энергоэффективностью предприятия (далее – АСУ ЭП).

АСУ ЭП за счет непрерывного повышения эффективности использования энергетических ресурсов на производстве позволяет:

- снизить затраты на потребление, выработку и распределение энергетических ресурсов,
- увеличить производительность труда,
- уменьшить себестоимость продукции, и повысить ее конкурентоспособность.

Структура АСУЭП представлена на рис.2



Рис.2. Структура АСУЭП

Функции, которые выполняет АСУЭП включают:

- Выявить непроизводительные потери энергии;
- Создать мотивационные схемы для обеспечения эффективного использования энергии;
- Оптимизировать ее использование.

Экономическая эффективность АСУ ЭП достигается за счет:

- Оптимизации технологических режимов по критериям удельного потребления энергоресурсов;
- Выявления непроизводительных потерь;
- Создания мотивационной схемы для экономии энергии.



Рис.3. Пример индикатора реального времени на рабочем месте энергоменеджера предприятия

Вариант графической части месячного отчета на рабочем месте энергоменеджера предприятия иллюстрирует рис.4.



Рис. 4 Вариант графической части месячного отчета на рабочем месте энергоменеджера предприятия

Руководящие документы, входящие в состав АСУ ЭП и определяющие деятельность организационной структуры предприятия включают: политику предприятия, стандарт предприятия, положение о стимулировании.

Все документы разрабатываются с учетом организационной и технологической специфики предприятия в соответствии с ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению».



Документ «Политика предприятия» включает основные обязательства руководства предприятия по эффективному использованию энергии. Определяет стратегические цели и приверженность руководства намеченным в политике ориентирам.

Стандарт предприятия «Система управления эффективным использованием энергии предприятия» является руководством по управлению эффективным использованием энергии предприятия. В основе стандарта предприятия (СТП) заложен принцип непрерывного улучшения эффективности использования энергии и применение инструмента комплекса в повседневной деятельности персонала. Кроме того, прописаны механизмы планов разработки, финансирования и внедрения технологий, оборудования, мероприятий по экономии энергии, а также контроль исполнения и корректировки отклонений. Определены, наделены полномочиями и ответственностью должностные лица предприятия в системе управления эффективным использованием энергии;

Положение о стимулировании персонала за экономию энергетических ресурсов. Включает как материальное поощрение, так и нематериальные стимулы, прописанные и согласованные предприятием.

Важным этапом освоения Комплекса на предприятии является обучение руководства, должностных лиц и специалистов, которое проводится с целью внедрения и реализации политики управления эффективным использованием энергетических ресурсов.

Выполнив комплекс работ, предприятие достигает уровня, позволяющего сертифицировать его в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 50001-2012.

Система управления эффективным использованием энергии (АСУ ЭП) внедрена в 2014 году специалистами ЦЭТ РТ в промышленную эксплуатацию на ПАО «Нижнекамскнефтехим» входящее в группу компаний ТАИФ. Получен значительный экономический эффект.

В рамках IV международного форума по энергоэффективности и развитию энергетики ENES 2015, проект «Разработка и внедрение системы управления эффективным использованием энергии ПАО «Нижнекамскнефтехим» на основе программно-технического комплекса «Автоматизированная система управления энергопотреблением» занял первое место в номинации «Эффективная система управления в области энергосбережения и повышения энергоэффективности на промышленном предприятии» Второго Всероссийского конкурса реализованных проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Согласно Распоряжения Кабинета Министров Республики Татарстан от 30.04.2014г. №773-р п.7 Министерству промышленности и торговли Республики Татарстан совместно с государственным автономным учреждением «Центр энергосберегающих технологий РТ при КМ РТ» предписано организовать разработку и внедрение системы энергетического менеджмента на промышленных предприятиях и в организациях РТ. Основной целью создания системы энергетического менеджмента является обеспечение постоянного повышения энергетической эффективности предприятий и организаций за счет разработки и внедрения процессов улучшения энергетической результативности предприятий и организаций, включая энергетическую продуктивность (КПД по энергии) использования и потребления энергии на основе внедрения стандарта ГОСТ Р ИСО 50001-2012.

На сайте ЦЭТ РТ по адресу cet.tatarstan.ru размещена демонстрационная версия АСУ ЭП. Для доступа к демонстрационной версии АСУ ЭП через глобальную сеть интернет необходимо:

1. Запустить на компьютере браузер (рекомендуется использовать последние версии веб-браузеров, поддерживающих Рекомендации W3C, но не ниже чем: Microsoft Internet Explorer 10; Mozilla FireFox 12; Google Chrome 24).
2. Перейти по адресу: <http://cetrt.ru:8080>
3. После появления заставки необходимо нажать кнопку «Войти».
4. В появившемся окне ввести следующие данные: имя пользователя: operator
пароль: oprtr_001



5. После успешной авторизации произойдет переход в режим «Мониторинг».

6. Руководство пользователя доступно в пункте «Помощь» главного меню.

Воспользовавшись демонстрационной версией, Вы сможете проверить основные функции, описанные выше.

Разработанная Центром энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете Министров Республики Татарстан комплексная автоматизированная система управления энергоэффективностью предприятия предлагается в качестве базового инструмента внедрения системы энергетического менеджмента на основе стандарта ГОСТ Р ИСО 50001-2012 на промышленных предприятиях и в организациях Республики Татарстан.



ОБЗОР МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА УРОВНЕ МУНИЦИПАЛИТЕТОВ

Бородай Е.Н.,

*Центр международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в Российской Федерации,
г.Казань*

REVIEW OF INTERNATIONAL EXPERIENCE OF THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS IMPLEMENTATION AT THE MUNICIPAL LEVEL

Boroday E.N.,

Centre of international industrial cooperation UNIDO in the Russian Federation, Kazan

Аннотация

В статье приведены, действующие национальные программы стимулирования организаций к повышению энергоэффективности, примеры реализации системы энергоменеджмента в муниципалитетах США и Европы и существующих технических инструментов, рассмотрены существующий базис и предпосылки реализации подобных программ на территории России.

Annotation

In this article are given valid national programs to stimulate organizations to improve the energy efficiency, examples of the energy management system implementation in municipalities of USA and Europe and available technical tools, reviewed the existing basis and preconditions of implementation similar programs in Russia.

Состояние экономики любых государств и жизненный уровень населения во многом определяются наличием запасов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и эффективностью их использования. Мировой энергетический кризис 1973-1974гг. определил необходимость развития технологий энергосбережения, снижения энергоемкости национальных экономик, развитие использования внутренних резервов энергетических ресурсов и возобновляемых источников энергии и развития соответствующего государственного регулирования. Что, в свою очередь, создало основу для разработки соответствующих стандартов в области управления потреблением энергетических ресурсов, одним из которых является Стандарт энергоменеджмента ISO 50001, интегрированный со стандартами ISO серии 9000, ISO серии 14000, ISO серии 18000 [4].

Основным инструментом реализации новой энергетической политики европейских городов стало широкое и последовательное внедрение системы энергоменеджмента в муниципалитетах.

Муниципальный энергетический менеджмент - это система управления энергетической эффективностью зданий и систем коммунального энергоснабжения, энергетической политикой, энергетическим планированием и энергетической модернизацией муниципалитетов на основе стандарта ИСО 50001.

Требование об обязательном внедрении энергоменеджмента не является широко распространенной мерой государственной политики. Однако в Греции энергоменеджмент в муниципалитетах внедряется в рамках Национального плана действий по повышению энергетической эффективности.

Администрация США оказывает воздействие на использование энергии в части разработки программ, которые способствуют ее более эффективному использованию; создания стандартов энергетической эффективности продукции, производимой или приобретаемой организацией; установления правил, которые требуют от организаций действий по сокращению объемов потребления ТЭР. Управление энергией в Ирландии, Швеции и Дании осуществляется с помощью добровольных соглашений между энергокомпаниями и конечны-



ми потребителями, целью которых является повышение энергоэффективности и снижение выбросов CO₂. В Норвегии внедрены образовательные программы по совершенствованию навыков реализации муниципальных программ по управлению энергетической эффективностью (энергоменеджменту). В Австрии для реализации задач энергоменеджмента созданы Палата экономики Австрии со своей региональной сетью во всех девяти федеральных землях, Ассоциация отраслей промышленности, Австрийская ассоциация потребителей, Австрийское агентство по эффективному использованию энергии.

В 2009г. главы более 350 европейских городов подписали Соглашение мэров - добровольная инициатива наиболее прогрессивных органов местной власти обязующихся снизить энергопотребление на своей территории более чем на 20% и о соответственно сократить выбросы парниковых газов в атмосферу не менее чем на 20% к 2020г. Подписи под документом поставили мэры Лондона, Парижа, Мадрида, крупных городов Швейцарии, Норвегии, а также Украины и Турции. Для поддержания усилий городов лидеров энергоэффективности в Европе, были созданы экспертные группы с участием таких основных международных финансовых организаций, как Европейский инвестиционный банк, ЕБРР и Всемирный банк.

Действие Стандарта по энергоменеджменту требует от муниципалитета:

- разработать и принять энергетическую политику на среднесрочный и долгосрочный периоды;
- разработать и принять муниципальный энергетический план, являющийся общим планом действий всех органов власти;
- определить нормативные, законодательные, а также другие требования, соответствовать которым муниципалитет обязался добровольно;
- определить состав энергетических, экологических и финансовых показателей всех коммунальных предприятий, жилой и бюджетной сферы поэтапно достигаемых в ходе реализации муниципального энергетического плана;
- установить разумную структуру управления (энергоменеджмента) и принять муниципальную и локальные программу(ы), чтобы реализовать декларируемую политику и достигать планируемых показателей;
- интегрировать энергоменеджмент в существующую организационную структуру управления городским коммунальным хозяйством, бюджетной и жилой сферой;
- осуществить на постоянной основе мониторинг движения материальных, энергетических и финансовых потоков, а также анализ несоответствия фактического состояния зданий и коммунальных хозяйств установленным нормативным требованиям;
- разработать и внедрять энергоэффективные инвестиционные проекты в коммунальных хозяйствах, бюджетной и жилой сферах с целью достижения среднеевропейских показателей, уменьшения нагрузки на городской бюджет и бюджеты жителей [1,2,4].

Также необходима интеграция на добровольной основе в структуру энергоменеджмента соответствующих подразделений коммунальных предприятий и энергоснабжающих организаций муниципалитета. Структура энергоменеджмента должна включать в себя 5 уровней:

- высший менеджмент, в том числе Консультационный комитет, главный энергоменеджер, на которого возлагается общая координация и связь с мэром, подготовка и реализация энергетической политики города/ муниципалитета.
- средний менеджмент (профильные управления, отвечающие за энергоиспользование в бюджетной сфере и в ЖКХ), в том числе отдел энергоменеджмента в структуре управления экономического развития.
- менеджмент коммунальных предприятий и энергоснабжающих организаций, включая муниципальную энергосервисную компанию.
- менеджмент бюджетных учреждений (школы, садики, больницы и др.).
- управляющие компании.

Ответственные от каждого уровня, как правило, назначаются из числа специалистов и служащих государственных и муниципальных организаций и учреждений, которые прошли обучение в рамках реализации федеральной образовательной программы по энергосбереже-



нию и уже являются ответственными за энергоэффективность в своих организациях [2].

Кроме того, в настоящее время уже разработано достаточное количество программных обеспечений, позволяющих аккумулировать, обрабатывать и отображать полученные результаты по экономии ТЭР и снижению затрат.

Так еще в 2004г. Энергетическое агентство в Брашове (Румыния) разработало специализированное программное обеспечение для помощи местным властям в энергоменеджменте энергии и воды в муниципалитете. База данных используется для проведения энергоаудитов и внедрения конкретных мероприятий по сокращению потребления энергии и воды в муниципалитете. Энергоменеджеры используют программное обеспечение для проверки счетов за услуги энерго- и водоснабжения путем их сравнения с данными полученными в результате проверки измерительных устройств.

Другим примером инструментария для внедрения системы энергоменеджмента может служить методология для муниципального энергопланирования, разработанная Центром энергетической эффективности ЕнЕфект для стран-членов ЕС в рамках проекта Европейской Комиссии «MODEL» (2007-2010гг.). Методология предлагает схему, в которой местные органы власти могут организовывать и самостоятельно или с минимальной помощью внешних экспертов разработать муниципальную энергетическую программу [4,5].

В России в соответствии с законодательством действуют программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности на всех уровнях (федеральном, региональном, муниципальном). Согласно Федеральному закону от 23.11.2009г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении...» предусмотрено обязательное энергетическое обследование предприятий и организации, в частности, органов государственной власти, местного самоуправления, организации с участием государства или муниципального образования. Благодаря проведенным энергоаудитам накоплен значительный массив данных о потреблении энергоресурсов, оснащенности приборами учета и потенциале повышения энергоэффективности государственными и муниципальными учреждениями (министерства и ведомства, школы, детские сады, больницы и др.), что является хорошим базисом для перехода от программ энергосбережения к внедрению системы энергоменеджмента на уровне отдельно взятого городского округа, муниципалитета [3].

В июле 2015г. было подписано Соглашение между Центром международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в Российской Федерации и Исполнительным комитетом г. Набережные Челны о разработке и реализации программы энергоменеджмента на основе стандарта ISO 50001 и методологии, разработанной ЮНИДО. Это пилотный проект по внедрению системы энергоменеджмента на уровне муниципалитета в Республике Татарстан, положительный опыт от реализации которого в дальнейшем может быть ретранслирован на другие муниципалитеты региона.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению».
2. Методология ЮНИДО по внедрению систем энергоменеджмента. <http://www.unido.ru>.
3. Энергоменеджмент. Практика внедрения и подготовка к применению ISO 50001. Источник: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/534>.
4. Херсон. Муниципальный энергетический план. Материалы для руководителей, 2011.
5. Муниципальное энергетическое планирование. Общая рамочная методология. Пособие для городских руководителей и экспертов.



СИСТЕМА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА КАМСКО-ВОЛЖСКОМ АКЦИОНЕРНОМ ОБЩЕСТВЕ РЕЗИНОТЕХНИКИ АО «КВАРТ»

*Ахметзянова Л. А.,
АО «КВАРТ», г. Казань*

ENERGY SYSTEM MANAGEMENT DEVELOPED ON KVART (JSC)

*Akhmetzyanova L.A.
KVART (JSC), Kazan*

Аннотация

В данной статье описан процесс деятельности АО «КВАРТ» в области энергосбережения. Описаны основные этапы внедрения совместно с центром международного сотрудничества ЮНИДО Системы Энергетического Менеджмента на АО «КВАРТ» на основе цикла Деминга PDCA, главный принцип которого – непрерывное совершенствование (планирование – исполнение – проверка – действие).

Annotation

This article is devoted to energy efficiency management of KVART (JSC). The main stages of Energy System Management implementation, described in this article, were implemented in cooperation with international cooperation center UNIDO and based on Deming cycle, the key principle of which is the continuous improvement (plan-do-check-act).

АО «КВАРТ» является одним из крупнейших предприятий резинотехнической отрасли в России и выпускает более 7000 наименований продукции. Предприятие имеет 70-летнюю историю. На протяжении всего времени постоянно совершенствуется технология производства. Ежегодно разрабатываются мероприятия по сокращению энергетических затрат. С 2004 года по 2015 год были выполнены следующие мероприятия:

1. Система охлаждения технологического оборудования технической водой выполнена в замкнутый цикл. Поддержание необходимой температуры осуществляется подпиткой артезианской водой. В реконструированных цехах с новым оборудованием устанавливаются местные холодильные установки (чиллеры).

2. Осуществлена децентрализация обеспечения производства сжатым воздухом. В каждый производственный цех были подобраны и установлены винтовые компрессорные установки с воздушным охлаждением. В отопительный период, тепло отводимое от компрессорной установки является дополнительным источником тепла для прогрева помещения.

3. В отопительный период конденсат, отводимый от парoisпользующего оборудования используется для подогрева отопительной воды с последующим возвратом на Казанскую ТЭЦ-1. Для подогрева отопительной воды при более низких температурах наружного воздуха используется парoisнжекторная установка УМПЭУ с прямым впрыском пара.

4. Для учета, контроля и анализа во всех цехах установлены счетчики воды, электрической и тепловой энергии.

6. Для эффективного использования тепловой энергии на всем парoisпользующем оборудовании установлены конденсатоотводчики.

7. Ведется работа по обновлению системы внутреннего и наружного освещения с использованием энергосберегающих светильников.

Благодаря проведенным мероприятиям за последние 10 лет снижен расход воды с 414,0 тыс. м³ до 116,3 тыс. м³, тепловой энергии с 54,827 тыс. Гкал до 35,713 тыс. Гкал, электрической энергии с 17442,4 тыс. кВт.ч до 13028,9 тыс. кВт.ч., что позволило сэкономить 36,7 млн. руб.

В условиях постоянно растущих цен на топливно-энергетические ресурсы для устойчивого управления энергопотреблением выполнение мероприятий, связанных с приобретением и модернизацией оборудования недостаточно. Для повышения энергетической результативности необходимо разработать систему использования и потребления энергии на основе



стандарта ISO 50001. Внедрение и поддержание системы энергетического менеджмента в рабочем состоянии одна из важнейших задач предприятия. Основная цель внедрения системы - снижение энергозатрат в себестоимости товарной продукции нашего предприятия.

С целью сокращения энергетических затрат совместно с Центром международного промышленного сотрудничества ЮНИДО с февраля 2015 года началось внедрение Системы Энергетического Менеджмента. Внедрение осуществлялось поэтапно, согласно программе, разработанной специалистами АО «КВАРТ» под руководством ЮНИДО. Задача проекта - обучение устойчивому управлению энергопотреблением с целью уменьшения потребления энергоресурсов (электроэнергия, теплоэнергия, вода) с помощью беззатратных и низкзатратных мероприятий. Системный подход базируется на лучшем международном опыте и требованиях международного стандарта по энергоменеджменту ISO 50001.

С помощью анализа потребления воды, электрической и тепловой энергии по методологии ЮНИДО были выявлены факторы, влияющие на расход энергоресурсов, как в целом по предприятию, так и отдельно по каждому цеху с учетом особенностей технологического процесса производства. Основными факторами, влияющими на расход энергоресурсов являются:

- по электрической энергии - количество перерабатываемого сырья, отработанное время, продолжительность светового дня, температура наружного воздуха;
- по тепловой энергии - температура наружного воздуха, расход сырья;
- по воде - температура наружного воздуха, численность и продолжительность рабочего времени.

Для внедрения Системы Энергетического Менеджмента были проведены следующие работы:

1. Разработана, внедрена и поддерживается в рабочем состоянии энергетическая политика.
2. Назначен представитель руководства и создана рабочая группа по СЭНМ.
3. Все участники энергосистемы ознакомлены с утвержденной таблицей «ролей и ответственности», где описана задача каждого участника.
4. Инженерами ОАСУП разработана программа «ОГЭ» (рис.1), которая позволяет ежедневно вести учет, анализ и контроль расхода энергоресурсов (пара, электрической энергии, воды).

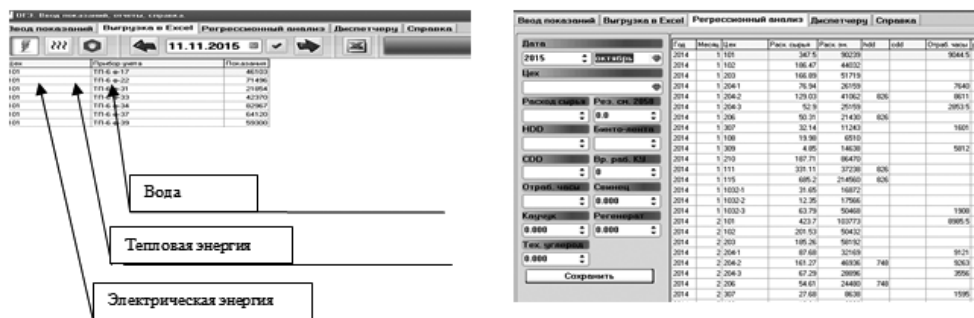


Рис. 1. Программа «ОГЭ»

5. Определены значительные энергетические потребители, анализ по которым ведется по каждой технологической линии на ежедневной основе.
6. По каждому цеху определены факторы, влияющие на расход электрической и тепловой энергии.
7. Ежемесячно проводится совещание у главного инженера, где каждый руководитель цеха предоставляет информацию о проделанной и планируемой работе на месяц и о достигнутых результатах по энергосбережению (рис. 2).



Рис. 2. Схема Системы Энергетического Менеджмента на АО «КВАРТ»
(планирование - исполнение - проверка - действие)

Внедрение данной системы позволило сэкономить предприятию за 2015 год:

- тепловой энергии - 712 Гкал на сумму 961,2 тыс.руб.;
- электрической энергии - 136,0 т.кВт.ч, мощность 4348 кВт на сумму 2014,0 тыс. руб.;
- воды - 31,4 тыс.м³ на сумму 617,9 тыс.руб.

Всего сэкономлено 3593,1 тыс. руб.



ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ И РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ

Закиров Д. Г.,

Ассоциация энергетиков Западного Урала,

Рюмкин А. А.,

ПАО «Уралкалий», г.Пермь

EFFECTIVE WAYS OF IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL ENTERPRISES AND THE RESULTS OF THE IMPLEMENTATION

Zakirov D. G.,

Association of power engineers of Western Ural,

Rumkin A. A.,

PJSC «Uralkali», Perm

Аннотация

В статье представлены эффективные способы повышения энергетической эффективности на промышленных предприятиях, внедрение автономных источников энергии, новых энергоэффективных мероприятий, достигнутые результаты работы передовых предприятий.

Annotation

The article presents effective ways of improving energy efficiency in industrial enterprises, the introduction of Autonomous sources of energy, new energy efficiency measures, the achievements of the advanced enterprises.

В ходе проводимых реформ и реструктуризации энергетической отрасли в формах и методах госрегулирования до настоящего времени не удалось избежать методических ошибок в нормативно - правовом отношении, относительного обеспечения законных прав и экономических интересов промышленных потребителей.[1]

Негативный результат от просчетов в реформировании электроэнергетики уже очевиден и проявляется в постоянном росте тарифов на электроэнергию для потребителей, особенно для промышленных, что оказывает угнетающее влияние на экономику страны. Увеличиваются операционные издержки энергокомпаний, растет численность их административно-управленческого аппарата, увеличивается стоимость строительства энергетических объектов. В отрасли не происходит обновления основных производственных фондов. (2)

Принимаемые Правительством РФ меры по сдерживанию роста тарифов на электроэнергию или запаздывают или не находят должной поддержки у хозяйствующих субъектов в энергетике, которые научились успешно лоббировать свои экономические интересы в ущерб потребителям реального сектора экономики.[2]

При вводе в действие долгосрочного рынка мощности (ДРМ) весь прирост новых энерго мощностей практически полностью решили обеспечить за счёт строительства крупных энергоблоков по заказу ныне существующих ОГК, ТГК, ГЭС-генерации и АЭС. Правительство одобрило такой подход, заодно и обязав промышленные предприятия не только оплачивать вновь созданную мощность по правилам формирования маржинальных цен на рынке мощностей, но и вернуть безвозмездно указанным энергокомпаниям затраченные ими капвложения в заданные сроки окупаемости.[1]

Энергетика, в том числе и электроэнергетика, в настоящее время, в условиях кризиса как никогда раньше, может и должна стать действенным экономическим стимулом для развития всех видов бизнеса и, в первую очередь, предпринимательства в реальном секторе экономики. А как обеспечивать конкурентоспособность выпускаемой продукции потребителю?



Ведь потребитель заинтересован в дешевом, удобном, надежном энергообеспечении. Чтобы снизить энергоемкость производства и повышать конкурентоспособность своей продукции, он вынужден искать новые пути и возможности, строить собственные энергетические источники и заниматься энергосбережением. Строительство собственной генерации - для него не самоцель, это технически сложный непрофильный вид высокотехнологичной деятельности, который ему необходимо осваивать заново и поэтому он - потребитель всегда отдаст предпочтение поставкам энергии от энергосистемы при относительно равных показателях ее стоимости, однако сегодня он вынужден строить и обеспечить собственную генерацию.

В начале реформирования электроэнергетики опасаясь резкого повышения тарифов членами нашей ассоциации, был взят курс на строительство собственных источников энергии, была разработана и принята программа, которая сегодня выполнена и оправдала наших надежд.

В наших условиях Лысьвенский металлургический завод на 90 процентов обеспечивает электроэнергией собственное производство. ОАО «Соликамскбумпром» половину электрической энергии вырабатывает сам, поставлена задача обеспечить собственное производство на 100 процентов. Свои объекты генерации имеют ОАО «Уралкалий», ЗАО «Сибур-Химпром», ООО «Пермские моторы», ОАО «Машиностроитель». ОАО «АВИСМА» построило высоковольтную линию «Северная-Космос» и подстанцию «Космос», присоединившую ее к федеральным линиям электропередачи и экономить только на сетевом тарифе 20 млн. руб. в месяц. От федеральных сетей получает электроэнергию Чусовской металлургический завод. Идут по пути самостоятельного энергообеспечения нефтяники. Доходит до абсурда ООО «Пермнефтеоргсинтез» построил электростанцию на 200 мегаватт рядом с ТЭЦ-9, ПАО Т-Плюс. А последний не знает, кому предлагать освободившуюся мощность.

Второй путь повышения энергоэффективности - это, энергосбережение.

Экономия энергоресурсов выгодна всем, кроме энергопроизводителям и перепродавцом энергоресурсов, которые заинтересованы продать как - можно больше и подороже.

В противовес этому в промышленных предприятиях проводятся активная работа по энергосбережению.

Горный институт УрО РАН, совместно с Ассоциацией энергетиков Западного Урала во взаимодействии с органами власти Пермского края, местного самоуправления, общественными объединениями и хозяйствующими субъектами разработала и научно обосновала комплексную систему управления энергосбережением, снижением энергоемкости выпускаемой продукции и экологизацией производства, систему энергоменеджмента (рис. 1).

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.

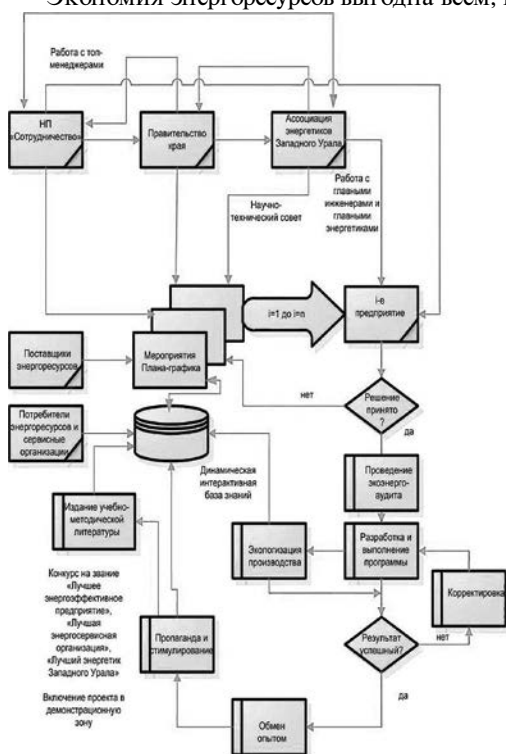


Рис. 1. Алгоритм системы управления



Система активно внедряется на предприятиях Пермского края.

Для обеспечения энергоэффективности ассоциация работает в трех основных направлениях: уменьшение объемов потребления энергоресурсов, снижение стоимости закупаемых энергоресурсов и повышение выработки электроэнергии за счет собственной генерации.

На промышленных предприятиях ведется модернизация производства, внедряются инвестиционные проекты, активно реализуется программа повышения энергетической эффективности и энергосбережения, большая работа проводится по охране окружающей среды, достигли впечатляющих результатов и в 2015 году.

Сегодня в основном малозатратные энергосберегающие проекты уже внедрены, чтобы получить эффективность надо вкладывать деньги. Начинается новый, второй этап эффективной работы.

Ряд предприятий - члены нашей ассоциации в снижении энергоемкости производства достигли значительных успехов, постоянно увеличивают объемы производства, снижая энергоемкость продукции. Достигли больших успехов ПАО «Уралкалий», НПО «Искра», ЗАО «Сибур-Химпром», ООО «Лукойл-Пермь», ОАО «Редуктор-ПМ», ОАО «Соликамскбумпром», ОАО «Авиадвигатель» и др.

Что характерно рост объемов производства на этих предприятиях опережает потребление энергетических ресурсов, это положительный фактор в снижении энергоемкости производства.

У нас ежегодно проводится конкурс на звание «Лучшее энергоэффективное предприятие Пермского края», «Лучший энергетик Западного Урала», «Лучшее энергосервисное предприятие».

Основной целью проведения конкурса является стимулирование и пропаганда лучших достижений и результатов в области разработки и внедрения энергоэффективных технологий, оборудования, систем учета энергоресурсов, снижения энергоемкости производства, а также определение и поощрение лучших специалистов промышленных предприятий и энергосервисных компаний, членов Ассоциации энергетиков Западного Урала (АЭЗУ), внесших значительный личный вклад в снижение энергоемкости производства, охране окружающей среды, способствующих внедрению природоохранных, энергосберегающих технологий, в том числе автоматизированных систем учета и контроля, повышению энергоэффективности производства и снижению удельных энергозатрат на единицу продукции, активно участвующих в общественной энергетической жизни и реализации энергоэффективных технологий программ энергосбережения в Пермском крае.

На конкурс предприятия представляет документы в соответствии с прилагаемой анкетой, освещающие:

- объемы товарной продукции за отчетный и предыдущий годы (млн. руб., %);
 - полные затраты на энергоресурсы, на весь объем выпускаемой продукции за два года (млн. руб., %);
 - затраты по видам энергоресурсов (электрическая и тепловая энергия, топливо, сжатый воздух, вода) в натуральном выражении за два года (кВт.час, тонн, Гкал, м³ и т.д.);
 - долю энергетических затрат на производство продукции за два года, в % (млн.р/млн.р)
- 4.1. индикатор энергоемкости (отношение объемов потребляемых первичных энергоносителей в т.у.т. к валовому продукту в сопоставимых ценах (за предыдущий год) ;
- 4.2. индикатор электроемкости (отношение объемов потребляемой электрической энергии в кВт.час к валовому продукту в сопоставимых ценах (за предыдущий год);
- основные мероприятия, проекты, реализованные в предыдущий год (название, экономия в натуральных единицах и в руб., сроки окупаемости);
 - изобретательскую и рационализаторскую деятельность;
 - проводимая работа в области охраны окружающей среды (экологические параметры внедренных предложений, снижение выбросов и сбросов загрязненных веществ (в тоннах);
 - общественную работу в Ассоциации энергетиков Западного Урала (участие в семинарах, совещаниях, публикации в журнале «Энергосбережение и проблемы энергетики



Западного Урала» и выступления на мероприятиях);

- спонсорское участие в мероприятиях, проводимых АЭЗУ;
- Краткую пояснительную записку к отчетному периоду, стратегия развития энергетики предприятия;

Документы подписываются руководителем предприятия, главным энергетиком, экономической службой.

В этом году в 19-ый раз Ассоциация энергетиков Западного Урала совместно с министерством строительства и ЖКХ Пермского края провели итоги традиционного ежегодного конкурса «Лучшее энергоэффективное предприятие Западного Урала - 2015», «Лучший энергетик Западного Урала - 2015», «Лучшее энергосервисное предприятие Западного Урала - 2015».

В конкурсе приняло участие большинство промышленных предприятий и организации входящих в ассоциацию энергетиков Западного Урала.

Звания «Лучшее энергоэффективное предприятие Западного Урала-2015г.» удостоены ОАО НПО «Искра» генеральный директор Шатров Владимир Борисович, ПАО «Уралкалий» генеральный директор Осипов Дмитрий Васильевич, ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» генеральный директор Третьяков Олег Владимирович.

Главные энергетики этих предприятий: Сорогин Борис Валентинович, Рюмкин Алексей Алексеевич, Шамаев Виталий Адольфович, признаны победителями конкурса «Лучший энергетик Западного Урала-2015г.».

Титул «Лучшее энергосервисное предприятие 2015 г.» получили ОАО «МРСК-Урала» Пермэнерго (директор филиала Олег Михайлович Жданов), ООО «ЭНЕРГОСБЫТ-ПМК» (директор Вербицкий Андрей Николаевич), ООО «Соликамский электромеханический завод (генеральный директор Чудинов Александр Сергеевич).

Повышение эффективности использования энергии и как следствие издержек производства снижение себестоимости продукции является одним из важнейших путей возрождения различных отраслей промышленности в условиях кризиса, основой конкурентоспособности выпускаемой продукции, обеспечения занятости населения и, тем самым, одним из факторов решения социальных проблем.

По нашему мнению одновременно необходимо предлагать исполнительной и законодательной власти разработать меры срочной ликвидации дискриминационного положения промышленных предприятий на рынках электроэнергии, так как это сегодня снижает конкурентоспособность наших экспортных товаров и грозит стагнацией нашей экономики в период кризиса. По всей видимости, не обойтись без существенного и эффективного вмешательства государственного аппарата и Государственной Думы РФ формирование интереса энергетиков в сокращении энергопотребления у Потребителя и устранения допущенных просчетов в реформировании электроэнергетики.

Литература

1. Г. П. Кутовой Распределенная генерация. Региональная энергетика и энергосбережение №2, 2015 г. с 86-89.
2. Грачев И. Д., Дьяков А. Ф. Обращение главам субъектов Российской Федерации. Региональная энергетика и энергосбережения 2015 стр. 14-15.
3. Закиров Д. Г. Опыт организации внедрения системы управления энергетической эффективностью в условиях модернизации экономики региона. Журнал «Промышленная энергетика», №2, 2014 г.
4. Закиров Д. Г., Слаутин Ю. А. Повышение энергетической эффективности на основе энергоменеджмента для модернизации экономики. Журнал Энергетик Татарстана №12 2014.
5. Закиров Д. Г. Влияние территориальной энергосберегающей политики на результаты деятельности промышленных предприятий. Материалы седьмой международной конференции «Энергопроизводство, энергопотребление, энергосбережение: проблемы, решения» 2004 г. с 10-15.



КРУГЛЫЙ СТОЛ: «ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»



НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Ахметова И.Г.,

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

ON THE RELIABILITY AND EFFICIENCY OF HEAT POWER SUPPLYING ORGANIZATIONS

Akhmetova I.G.,

Kazan state energy University, Kazan

Аннотация

Проведен стратегический анализ и расчет себестоимости тепловой энергии в режиме комбинированной и некомбинированной выработки в сравнении с альтернативной котельной. Полученная себестоимость тепловой энергии от альтернативной котельной может быть применена для расчета радиуса эффективного теплоснабжения источников тепловой энергии города Казани.

Annotation

Spend strategic analysis and calculation of the cost of thermal energy in combined mode and the non-hybrid generation in comparison with alternative boiler. The resulting cost of thermal energy from alternative boiler can be used to calculate the radius of the effective thermal heat energy for Kazan city.

Российская инфраструктура теплоснабжения требует проведения глобальной модернизации. Уровень потерь в тепловых сетях страны достигает 20–30 %, что почти в четыре раза выше, чем в Европе. Чтобы решить все проблемы, требуются значительные средства. По приблизительным оценкам, недоинвестированность отрасли составляет почти три триллиона рублей.

Рост тарифов на газ значительно превышает темпы роста тарифов на т/э. Это приводит к увеличению топливной составляющей.

Топливная составляющая в тарифе на электрическую энергию составляет до 80 %, что говорит о масштабах возможной экономии ресурсов и отсутствии возможности самофинансирования инвестиционных проектов в условиях российской экономики (рис. 1).

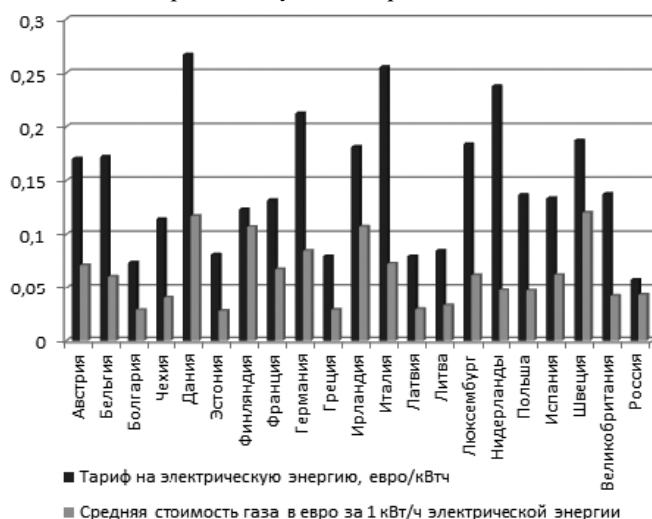


Рис. 1. Топливная составляющая в тарифе на электрическую энергию различных стран



Привлечение частных и бюджетных инвестиций возможно лишь в том случае, если организация является инвестиционно-привлекательной и обладает определенным потенциалом надежности, который гарантирует возврат вложенных средств. Нами были проанализированы различные методики определения потенциала надежности зарубежных компаний [1–4]. Анализ показал, что в настоящее время единой международной методики не существует, в каждой из стран присутствует своя специфика развития энергетической отрасли, что существенно влияет на разницу в определении потенциала надежности.

Для оценки надежности теплоснабжающих организаций предлагается следующий набор индикаторов (табл. 1).

Таблица 1

Индикаторы надежности работы теплоснабжающей организации

Индикатор		Формула	Примечание
1	Износ оборудования источников тепловой энергии	$K_{из\ IT} = \text{Сумма износа источников тепловой энергии за период} / \text{Первоначальная стоимость объекта основных средств}$	Определяет уменьшение степени дальнейшей эксплуатационной пригодности источников тепловой энергии
2	Износ тепловых сетей	$K_{из\ ТС} = \text{Сумма износа тепловых сетей за период} / \text{Первоначальная стоимость объекта основных средств}$	Определяет уменьшение степени дальнейшей эксплуатационной пригодности тепловых сетей
3	Количество прекращений подачи тепловой энергии, теплоносителя в результате технологических нарушений на тепловых сетях на протяженности 1 км	Методика расчета – постановление № 452	Характеризует фактический уровень повреждаемости тепловых сетей
4	Количество прекращений подачи тепловой энергии, теплоносителя в результате технологических нарушений на источниках тепловой энергии на 1 Гкал/час установленной мощности	Методика расчета – постановление № 452	Характеризует фактический уровень повреждаемости источников тепловой энергии
5	Доля затрат в себестоимости тепловой энергии, направленная на восстановление ресурса, обновление основных средств	$K_z = \text{Затраты на модернизацию, реконструкцию, ремонт основных средств} / \text{Себестоимость тепловой энергии}$	Позволяет оценить величину ресурсов, направленных на повышение надежности
6	Коэффициент обновления основных средств	$K_{обн} = \text{Стоимость введенных основных средств за период} / \text{Стоимость основных средств}$	Показывает, какую часть от имеющихся на конец отчетного периода основных средств составляют новые основные средства
7	Коэффициент выбытия основных средств	$K_{выб} = \text{Стоимость выбывших основных средств за период} / \text{Стоимость основных средств}$	Показывает, какая доля основных средств, имевшихся к началу отчетного периода, выбыла за отчетный период из-за ветхости и износа



В ходе отбора данных индикаторов учитывались результаты методических разработок в области формирования систем показателей, которые проводят независимые аналитические центры и отдельные исследователи. Система оценки базируется на построении сравнительных рейтингов теплоснабжающих организаций. Рейтинг представляет собой оценку надежности организации, характеризуется числовым значением и позволяет сравнивать организации, занимающиеся одним видом деятельности, между собой.

В данной работе применен SAW [5] (метод простого аддитивного взвешивания) – метод для определения надежности теплоснабжающих организаций.

В работе был выполнен сравнительный анализ показателей надежности семи энергетических компаний Республики Татарстан.

Стратегический анализ и расчет себестоимости тепловой энергии проводился в сравнении с альтернативной котельной. Модель альтернативной котельной рассчитывается, исходя из применения современных эффективных и экономичных технологий. Для рассматриваемого теплоисточника подразумевается оптимальная загрузка теплоэнергетического оборудования (максимизация использования установленной мощности) для исключения оплаты избыточной мощности [12–14].

В [11] приведена методика расчета себестоимости тепловой энергии от альтернативной котельной. Принятые для расчета базовые технические и экономические показатели работы котельной применимы к условиям Республики Татарстан. Полученная себестоимость тепловой энергии от альтернативной котельной может быть применена для расчета радиуса эффективного теплоснабжения источников тепловой энергии города Казани.

При разработке схемы теплоснабжения города Казани нами были произведены расчеты себестоимости тепловой энергии от источников тепловой энергии ОАО «Генерирующая компания» (преимущественно комбинированная выработка), ОАО «Казэнерго» (некомбинированная выработка). Результаты расчетов и сравнение результатов с себестоимостью тепловой энергии, вырабатываемой альтернативной котельной, приведены на рис 2.

В последние годы наблюдается тенденция «котельнизации» и уход потребителей от крупных ТЭЦ. Безусловно, тариф при комбинированной выработке тепловой и электрической энергии должен быть более низким, однако, в ряде случаев, строительство котельной бывает более оптимальным вариантом, например при удаленном расстоянии потребителя. Себестоимость тепловой энергии, производимой на альтернативной котельной, с учетом окупаемости ее строительства за 10 лет, выше себестоимости тепловой энергии, производимой в централизованной системе теплоснабжения на 12 %.

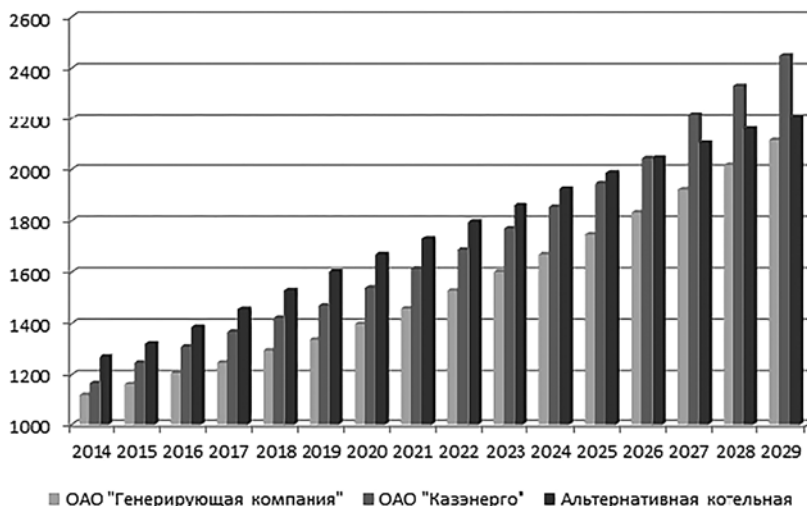


Рис. 2. Расчетные значения себестоимости тепловой энергии от различных источников, руб./Гкал



Литература

1. Combined Heat and Power: A Resource Guide for State Energy Officials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.naseo.org/data/sites/1/documents/publications/CHP-for-State-Energy-Officials.pdf (дата обращения: 02.02.2016).
2. Fabio Correa Leite, Energy-Efficiency Economics as a Resource for Energy Planning / Fabio Correa Leite, DecioCicone Jr., Luiz Claudio RibeiroGalvao, Miguel Edgar Morales // Open Journal of Energy Efficiency. – 2013. – № 2. – pp. 22–28.
3. Peng Wang. Research on network reliability of district heating systems based on the combined planar network model / P. Wang // Sch. of Municipal & Environ. Eng., Harbin Inst. of Technol. – Harbin, China, 8–11 Dec. – 2009. – pp. 233–236.
4. Luca Podofillini. Safety and Reliability of Complex Engineered Systems / Luca Podofillini, Bruno Sudret, Bozidar Stojadinovic, Enrico Zio, Wolfgang Kruger // ESREL: CRC Press, 2015. – P. 730.
5. Greco S. A New Rough Set Approach to Evaluation of Bankruptcy Risk / S. Greco, B. Matarazzo, R. Slowinski. – In: Zopounidis C. (Ed.). – Operational Tools in the Management of Financial Risks – Kluwer Academic Publishers. – Dordrecht. – 1998. – pp. 121–136.
6. Пузаков В.С. Теплоснабжение по-европейски / В.С. Пузаков // Новости теплоснабжения. – 2008. – № 8. – С. 13–18.
7. Индикативное энергетическое планирование: стенограмма выступления В.А. Степаненко на конференции в Аналитическом центре при Правительстве РФ, 30 ноября 2012 г.
8. Степаненко В.А. Кризис схем теплоснабжения или взлет стран постсоветского пространства) / В.А. Степаненко [Электронный ресурс] // Экологические системы. – 2012. – № 8. – Режим доступа: http://esco.co.ua/journal/2012_8/art223.htm (дата обращения: 02.02.2016).
9. Плахута А.Д. Разработка критериев для оценки эффективности централизованного теплоснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.Д. Плахута. – СПб., 2015 – 24 с.



**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗАВОДА
ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТИКОВ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»**

Тукеев Д.В.,

ПАО «Нижнекамскнефтехим», г.Нижнекамск

Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В.,

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

**OPTIMIZATION OF SYSTEM OF HEAT SUPPLY OF PLANT OF
PRODUCTION OF PLASTICS OF PJS «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM»**

Tukeev D.V.,

PJS «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk

Zvonareva Yu.N., Vankov Yu.V.,

The Kazan state power university, Kazan

Аннотация

Цель: Рассмотреть вопрос оптимизации системы теплоснабжения завода производства пластиков ПАО «Нижнекамскнефтехим», путем внедрения собственной котельной. Оценить эффективность внедрения мероприятия.

Результаты: Проведен анализ существующей системы теплоснабжения и теплопотребления. Определены и скорректированы тепловые нагрузки. Выбрано основное и вспомогательное оборудование с оптимальными параметрами. Произведен предварительный экономический расчет, по результатам которого себестоимость отпущенной теплоты составит 552,79 руб./Гкал, что существенно ниже цены теплоэнергии закупаемой от ОАО «ТГК-16 (ПТК-1)».

Выводы: Анализ существующего положения результаты проведенных расчетов показывают, что предложенные мероприятия по оптимизации системы теплоснабжения завода производства пластиков ПАО «Нижнекамскнефтехим» являются энергоэффективными и могут привести к снижению затрат на тепловую энергию.

Annotation

Purpose: To consider a question of optimization of system of heat supply of plant of production of plastics of PJS «Nizhnekamskneftekhim», way of introduction of own boiler room. To estimate efficiency of introduction of action.

Results: The analysis of the existing system of heat supply and heat consumption is carried out. Thermal loadings are defined and corrected. The capital and service equipment with optimum parameters is chosen. Preliminary economic calculation by results of which prime cost of the released warmth will make

552,79 rub/Gcal that significantly low prices of the heat power which is purchased from T GK-16 (PTK-1) is made.

Conclusions: The analysis of the current situation and results of the carried-out calculations show that the offered actions for optimization of system of heat supply of plant of production of plastics of

PJS «Nizhnekamskneftekhim» are power effective and can lead to decrease in costs of thermal energy.

Экономическая ситуация в нашей стране, кардинально влияет на условия деятельности промышленности, на которые отразились также и внешние факторы, связанные с колебаниями мировых цен на все виды топливно-энергетических ресурсов.

ПАО «Нижнекамскнефтехим» является самым крупным потребителем энергоресурсов среди промышленных предприятий Республики Татарстан, потребляя при этом 9,2% электрической и 29,2% тепловой энергии [1].

Для сокращения затраты на приобретение тепловой энергии, актуальным и целесообразным является организация самостоятельного производство теплоты.



На основании этого была определена цель работы: оптимизировать систему теплоснабжения завода производства пластиков ПАО «Нижекамскнефтехим». Для реализации данной цели, предлагается внедрить собственную котельную на территории действующего производства.

Проведён анализ существующей системы теплоснабжения и теплопотребления производства пластиков.

На сегодняшний день теплоснабжение организовано от тепломагистрали ОАО «ТГК-16(ПТК-1)».

Давление горячей воды на источнике в подающем и обратном трубопроводах – 10 и 2 кг соответственно. Температурный график отпуска тепла 130/70.

Пар поступает из существующих теплосетей с давлением $P \sim 14$ кг и температурой $t=240^\circ\text{C}$.

Потребителями тепловой энергии производства пластиков являются административно бытовые корпуса и производственные площадки. На рис. 1 представлена схема теплоснабжения производства пластиков.

Установка оборудования проектируемой котельной планируется вблизи от текущего места подключения тепловых сетей, что существенно сократит затраты на монтаж трубопроводов, а также не повлечет изменений в тепловой сети производства.



Рис.1. Схема теплоснабжения производства

По результатам расчета были определены и скорректированы тепловые нагрузки. Суммарный расход тепла составил 328,1 тыс.ГДж/год, из них на отопление 85,5 тыс.ГДж/год, горячее водоснабжение 16,8 тыс.ГДж/год и технологические нужды 225,8 млн.ГДж/год

Рассчитан режим регулирования отпуска теплоты, на основе чего выполнен расчёт тепловой схемы котельной.

Для покрытия годовой тепловой нагрузки рассматриваемого предприятия выбрано основное и вспомогательное оборудование с оптимальными параметрами.

К установке принимается один водогрейный котел типа ДЕВ-10-14ГМ теплопроизводительностью 7,56 МВт и три паровых котла типа ДЕ-6,5-14ГМ паропроизводительностью 6,5 т/ч каждый.



Для оценки эффективности оптимизация системы теплоснабжения завода производства пластиков ПАО «Нижекамскнефтехим», был проведен предварительный экономический расчет. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные экономические показатели

Показатели	Затраты
Стоимость оборудования	8355,32 тыс.руб./год
Электроэнергия	935,06 тыс.руб./год
Годовые амортизационные отчисления	614,33 тыс.руб./год
Текущий ремонт	122,87 тыс.руб./год
Заработная плата	Отсутствует
Прочие суммарные расходы	221,16 тыс.руб./год
Годовые эксплуатационные расходы	43315,16 тыс.руб./год
Себестоимость отпущенной теплоты	552,79 руб./Гкал
Планируемая прибыль	12,08 млн.руб./год

Вывод

Организация предложенного мероприятия на производстве пластиков

ПАО «Нижекамскнефтехим» обеспечит планируемую прибыль 12 млн.руб/год. Себестоимость отпущенной теплоты при этом составит 552,79 руб./Гкал, что существенно ниже цены теплоэнергии закупаемой со стороны.

По результатам проведенных расчетов и анализа существующего положения можно сделать вывод о целесообразности предложенных мероприятий, для оптимизации системы теплоснабжения завода производства пластиков ПАО «Нижекамскнефтехим».

Литература

1. Корпоративный сайт ПАО «Нижекамскнефтехим» [Электронный ресурс]<https://www.nknh.ru/>(дата обращения: 13.12.2015)



ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕНСИФИЦИРОВАННЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ В ИТП И ЦТП

Лебедев А.Н.,

ООО «Энерготехника», г.Москва

Бальзамов Д.С., Тимершин Б.Ф.,

ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г.Казань

PROSPECTS FOR THE USE OF INTENSIFIED HEAT EXCHANGERS IN THE ITP (CENTRAL HEATING UNIT) AND CTP (CENTRAL HEATING UNIT)

Lebedev A.N.,

«Power Engineering» LLC, Moscow

Balzamov D.S., Timershin B.F.,

Engineering Center «Energoprogress» LLC, Kazan

Аннотация

В докладе рассматриваются промежуточные итоги работы с ТА Спин-Селл, перспективы развития и использования ТА как для теплоснабжения зданий в составе ИТП и ЦТП, так и для объектов «большой» энергетики.

Annotation

The report examines the interim results with TA Spin- Cell , the prospects for the development and use of TA for heating buildings as part of IHU (Individual heating unit) and CHU (central heating unit), and for objects of «big» energy.

Проблемами интенсификации теплообмена и построения энергоэффективных теплообменных аппаратов (ТА) занимаются многие отечественные и зарубежные исследователи и инженеры. За несколько десятилетий наработан большой теоретический и экспериментальный материал, который должен, на наш взгляд, превратиться в более совершенные конструкторские и технологические решения ТА, чем те, которые используются в настоящее время в реальной практике.

Рассмотрению одного из вариантов интенсификации и технических решений, заложенных в конструкцию ТА Спин-СеллТМ, посвящён настоящий доклад.

Известные методы интенсификации можно условно классифицировать на:

- а) пассивные, не требующие подвода внешней энергии и не использующие подвижных частей для интенсификации
- б) активные, включая механическое перемешивание и вращение, вибрацию поверхности, пульсацию потока жидкости, действие электростатических, электрических и магнитных полей, инжекцию и действие импактных струй
- с) метод присадок, меняющих химический и структурный состав, реологию и поверхностное натяжение рабочих сред, в т.ч. наноструктурированных жидкостей.

Из числа пассивных выделяются методы искусственной шероховатости теплообменных поверхностей (двумерная интенсификация) и методы закрутки потока (трёхмерная интенсификация). Для интенсификации кипения используются слоистые и пористые капиллярные поверхностные структуры.

При разработке новых конструкций ТА учитываются не только критерии тепловой эффективности – число Нуссельта, коэффициент гидросопротивления или их отношение, но и устойчивость к загрязнениям, прочность и устойчивость к гидроударам, компактность, технологичность изготовления и стоимость.

ТА Спин-Селл можно отнести к кожухотрубным ТА, т.к. содержит трубный пучок и корпус, но отличается от них отсутствием трубной доски, чем похож на пластинчатые ТА. Последнее является едва ли не единственной стоящей особенностью пластинчатых ТА, которую мы с пользой реализовали в своей разработке.



В конструкции Спин-Селл заложены следующие технические решения:

- трёхмерная интенсификация с помощью многозаходных спирально-профильных теплообменных труб (СПТ) с гидрофобным покрытием (рис. 1);
- сотовое соединение СПТ в трубный пучок, отсутствие трубной доски;
- возможность «зажать» межтрубное пространство за счёт варьирования размера сот и тем самым выравнивать коэффициенты теплоотдачи с двух сторон теплообмена;
- отсутствие вредных байпасных течений;
- обеспечение «чистого» противотока независимо от количества ходов в едином цилиндрическом или прямоугольном корпусе.

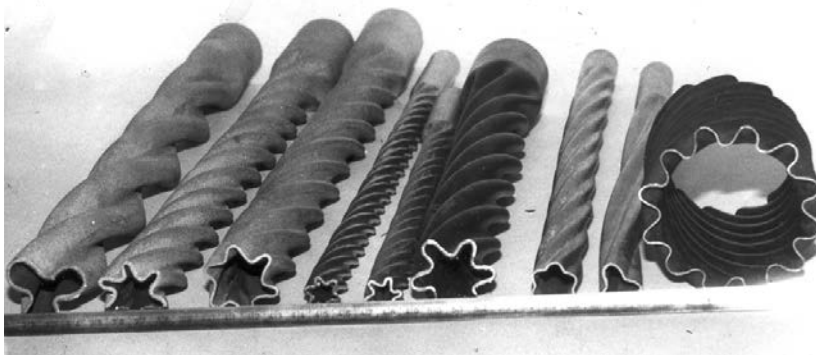


Рис. 1. Спирально-профильные многозаходные теплообменные трубы (СПТ)

В итоге получены следующие результаты:

- теплопередача выросла в 2-3 раза при приемлемом увеличении гидросопротивления
- существенно снизились солеотложения. ТА эксплуатируется в течение сезона без снижения тепловой производительности
- прочность обеспечивается «трубой», устойчивость к гидроударам и тепловым расширениям обеспечивается пружинными свойствами СПТ в осевом направлении и повышенным моментом инерции при изгибе
- малые габариты, масса снижена в 2-3 раза по сравнению с пластинчатыми ТА при сопоставимых условиях.

В СПТ реализуются четыре режима трёхмерной интенсификации:

- A. спиральная шероховатость
- B. спиральное оребрение
- C. перемешивание
- D. закрутка потока

Тем самым реализуется:

- уменьшение пристенного ламинарного слоя по схеме «А»
- увеличение длины линии тока вдоль спиральной линии и площади теплообмена по схеме «В»
- поперечный перенос теплоносителя благодаря генерации вихревых структур – «С»
- любая закрутка потока перераспределяет кинетическую энергию со смещением её максимума в пристенные слои области течения. Как следствие, для теплообменных труб СПТ с увеличением теплоотдачи гидросопротивление уменьшается. Увеличение теплоотдачи опережает рост гидравлического сопротивления. Коэффициент энергоэффективности Nu/ξ увеличивается по сравнению с гладкой трубой на 10-25% (рис.2).

Данные о двукратном увеличении теплопередачи подтверждены исследованиями в ЭНИН им. Г.М. Кржижановского г. Москва, по результатам которых с точностью 12% выведено критериальное уравнение [7]:

$$Nu = 0,021 [1 + 8,59 (d/S)^{0,041} (h/d)^{0,83}] Re^{0,8} Pr^{0,43}$$

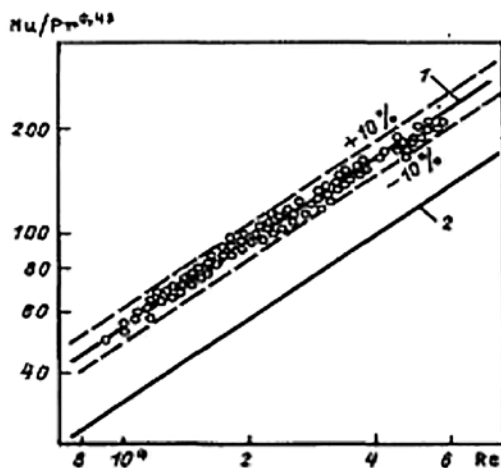


Рис. 2. Теплоотдача:

«1» - спирально-профильная труба: диаметр $d=12$ мм шаг закрутки $S=80$ мм, глубина канавок $h=0,65$ мм «2» - гладкая труба.

На рисунке 3 – сравнение теплоотдачи для разных способов закрутки потока.

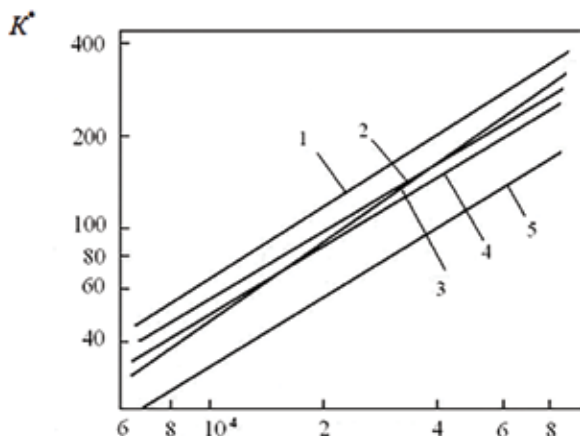


Рис. 3. Теплоотдача для разных способов закрутки потока:

«1» - спирально-профильная труба, «2» - ленточный завихритель, «3» - винтовой змеевик, «4» - лопаточный завихритель, «5» - гладкая труба.

Экспериментальное подтверждение заявленной теплоотдачи в трубах со спиральными выступами в широком диапазоне чисел Рейнольдса ($Re = 2000 \div 100\,000$) также выполнено в работе Ю.Н. Боголюбова и др. Получено уравнение для расчета:

$$Nu = 0,056 [(t/d)^{0,041} (h/d)^{0,15}] Re^{0,8} Pr^{0,43} (Pr/Pr_w)^{0,25}$$

Литература

1. Шукин В.К. Теплообмен и гидродинамика внутренних потоков в полях массовых сил. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1980. 331 с.
2. Шукин В.К., Халатов А.А. Теплообмен, массообмен и гидродинамика закрученных потоков в осесимметричных каналах. М.: Машиностроение, 1982. 200 с.
3. Дрейцер Г.А. Эффективность использования закрутки потока для интенсификации теплообмена в трубчатых теплообменных аппаратах // Теплоэнергетика, 1997, №11. с.61.



4. Мигай В.К. Повышение эффективности современных теплообменников. Л. Энергия, 1980. 144с.
5. Будов В.М., Дмитриев С.М. Форсированные теплообменники ЯЭУ. М.: Энергоатомиздат, 1989. 176 с.
6. Митрофанова О.В. Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах с завихрителями // ТВТ. 2003. Т.41. №4. с.587–633.
7. Рзаев А.И., Филатов Л.Л., Циклаури Г.В., Кабанова Е.Б. Влияние геометрии интенсификатора – спиральных канавок на конвективную теплоотдачу в трубах// Теплоэнергетика. – 1992. - №2. – С. 53-55.



МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ С ЦЕЛЬЮ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В., Назарычев С.А.,

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

MODELLING OF OPERATING MODES OF THERMAL NETWORKS FOR THE PURPOSE OF EFFECTIVE USE OF THERMAL ENERGY

Zvonareva Yu.N., Vankov Yu.V., Nazarychev S. A.,

The Kazan state power university, Kazan

Аннотация

В работе обсуждаются вопросы моделирование режимов работы тепловых с целью эффективного использования тепловой энергии. Для оценки взаимосвязи между элементами и выбора наиболее энергоэффективного режима работы системы теплоснабжения проведены как теоретические, так и экспериментальные исследования. Управление режимами работы системы осуществлялось программным комплексом, написанным в среде LabVIEW.

Annotation

In work questions modeling of operating modes thermal for the purpose of effective use of thermal energy are discussed. For an interrelation assessment between elements and the choice of the most power effective working hours of system of heat supply both theoretical, and pilot studies are carried out. Control of working hours of system was exercised of the program complex written in the environment of LabVIEW.

Целостная картина восприятия инженерных систем – основа современного подхода при определении их энергетической эффективности. Рассмотрение взаимодействия всех элементов наружных и внутренних инженерных систем на пути от источника теплоты до потребителя позволяет раскрыть и реализовать в полной мере потенциал ресурсосбережения.

Для контроля и оперативного регулирования, а так же для исключения «человеческого фактора» при аварийных и неординарных ситуациях с каждым днем в эксплуатацию вводится все больше оборудования с автоматическим регулированием, которое обеспечивает тепловой комфорт в помещениях при минимальных эксплуатационных затратах.

При разработке и внедрении автоматизированных систем управления (АСУ) индивидуальных тепловых пунктов основной целью является возможность оперативного и достоверного получение информации об объекте в режиме реального времени, а так же контроль состояния технологического оборудования.

Удаленное управление и отслеживание показателей работы в реальном времени позволяют оперативно выявлять аварийные и предаварийных ситуаций.

Для выработки комплексного понимания взаимосвязи между всеми элементами системы и принятия наиболее энергоэффективного решения необходима экспериментальная база, с возможностью моделирования режимов работы систем теплоснабжения на лабораторных стендах.

В нашей работе рассмотрены вопросы, связанные с внедрением индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) [1], являющихся связующим звеном внутренних и внешних гидравлических систем.

Существующие тепловые сети не в полной мере отвечают современным условиям регулирования теплопотребления зданий.

Распределение и регулирование тепловой энергии как внутри, так и снаружи зданий в соответствии с потребностью абонентов является одними из основополагающих подходов энергосбережения.

Для решения этих задач компания «Данфосс» совместно с Казанским государственным энергетическим университетом (КГЭУ) в апреле 2015 года открыла многопрофильный



научно-технический центр, оснащённый широким спектром оборудования [2]. Организованы площадки для моделирования различных режимов работы, как наружных тепловых сетей, так и внутридомовых. Так же лабораторные стенды, дают возможность проведения научно-практических экспериментов для дачи предварительной оценки энергетической эффективности новых внедряемых мероприятий.

В учебных лабораториях центра размещены стенды, демонстрирующие инженерные системы здания в действии. С помощью демонстрационных стендов можно ознакомиться с работой систем диспетчеризации отвечающих за тепловые пункты, с автоматизированным поквартирным учетом энергоресурсов, а также убедиться в эффективности применения балансировочной арматуры (клапанов) в отопительных системах при различных режимах работы.

Основной задачей, которую мы решаем при помощи данной системы автоматизированного управления является оценка влияние поэтапного внедрения узлов учета и автоматики на потребителей необорудованных ИТП [3].

С помощью установленных лабораторных стендов можно моделировать различные режимы работы тепловой сети, а именно:

1. Работа одного дома в системе отопления (индивидуальная котельная);
2. Работа группы домов, расположенных друг за другом;
3. Работа группы домов на разной отдаленности друг от друга

Также мы можем проводить имитацию различных режимов работы теплового пункта и тепловой сети:

1. Зимний режим работы оборудования в ИТП;
2. Летний режим работы оборудования в ИТП;
3. Переходный режим работы оборудования в ИТП.

Еще одной особенностью работы системы экспериментального стенда является возможность сравнения работы двух систем: системы, оборудованной регулятором перепада давления и системы без него (рис.1).

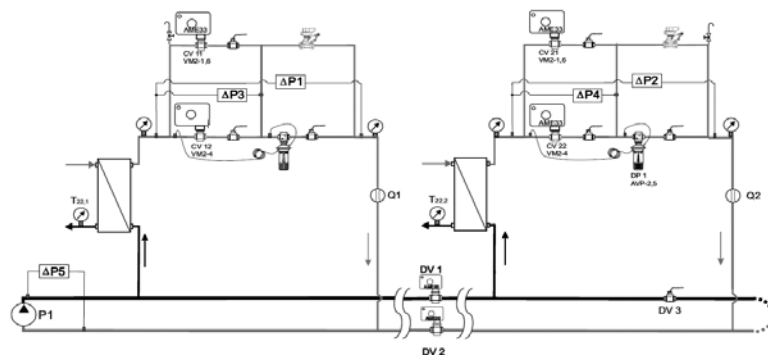


Рис.1. Принципиальная схема лабораторного стенда

Рассмотрим результаты экспериментов, проведенных с помощью систем управления:

1. Работа одного дома в системе отопления (индивидуальная котельная).

Данный эксперимент позволил оценить, как изменится расход теплоносителя на потребителе, оборудованном регулятором перепада давления (РПД) и регулирующим клапанам, при колебаниях расхода теплоносителя в тепловых сетях. Данное оборудование позволяет стабилизировать расход теплоносителя на потребителе значительно быстрее, чем при использовании ручных балансировочных клапанов и поддерживать постоянный расход теплоносителя на потребителе, на всем протяжении работы сети.

2. Работа группы домов, расположенных друг за другом

Проведение данного эксперимента позволило оценить, изменение расхода на потребителях, не оборудованных РПД, относительно автоматизированных потребителей: расход на первом потребителе с установленным РПД, после увеличения расхода в сети вырос не



значительно. При этом на втором потребителе, необорудованном РПД, расход увеличился на 20% [4].

3. Работа группы домов на разной отдаленности друг от друга

Данный эксперимент позволяет нам оценить взаимное влияние систем теплоснабжения каждого потребителя и друг на друга.

В задачу эксперимента входило дать оценку влияния потребителя, оборудованного РТП, на конечного и самого удаленного абонента. При этом были заданы настройки автоматического поддержания постоянного давления на входе в систему первого абонента.

Результаты представлены на рис. 2.

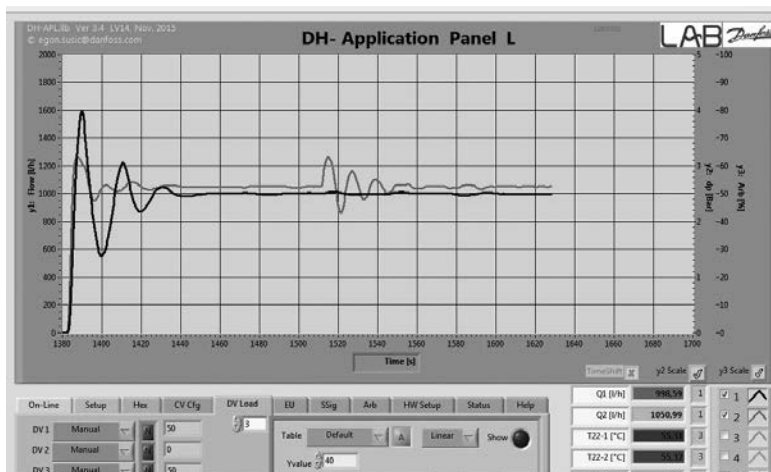


Рис.2. Изменение расхода теплоносителя на потребителе, после повышения расхода теплоносителя в тепловой сети, первый потребитель (синяя линия) оборудован РПД, второй потребитель (зеленая линия) не оборудован РПД

В данном пункте эксперимент проходил аналогично пункту 2, с отличием в том, что потребители находились на большем отдалении друг от друга. Различия мы наблюдаем при открытых регулирующих клапанах на 100%. При автоматической работе регулирующего клапана с РПД, расход теплоносителя на потребителях одинаков.

Отсюда можно сделать вывод, что установка регулирующих клапанов и РПД, необходима для нормального функционирования отопительной системы и устойчивой циркуляции воды через все ее элементы, для поддержания стабильный перепад давления в ТС. Так как резкие скачки напора теплоносителя приводят к нарушению гидравлического режима и неправильной работе отдельных узлов.

Важной задачей для нас на сегодняшний день является внедрение системы управления и диспетчеризации, которая в дальнейшем позволила бы объединить уже имеющиеся знания и оценить результаты от внедрения новых ресурсосберегающих мероприятий в секторе теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства [5].

Совместная интеграция науки и практики, на этапе внедрения новых энергосберегающих мероприятий, позволит трансформировать знания в новые технологии, которые направлены на обеспечение высокого производственного уровня и нацелены сделать жизнь людей более комфортной.

Литература

1. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В., Поленов Л.А., Павлов Л.А. Влияние поэтапного внедрения АИТП на гидравлическую устойчивость системы в целом// Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан:тр. /под общ.ред. Мартынова



- Е.В.//XV Междунар. симпоз., Казань, 1-3 апреля 2015г/. -Казань: Издательство: ИП Шайхутдинов А.И, 2015.-524 с. С. 77-79.
2. Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах систем центрального теплоснабжения зданий. Пособие. RB.00.H8.50.-М.:ООО «Данфосс», 2014. 63 с.
 3. 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 // 21 century: fundamentalscienceandtechnologyVII: Proceedings of the Conference. NorthCharleston, 7-8.09.2015, Vol. 2—NorthCharleston, SC, USA:CreateSpace, 2015, 131-133 с.
 4. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В. Энергосбережение в системах теплоснабжения крупных муниципальных объединений, запитанных от нескольких источников тепла// Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 11.
 5. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В., Назарычев С.А. Оценка экономического эффекта для потребителей при установке автоматизированных узлов учета и регулирования тепловой энергии // Инженерный вестник Дона, 2015, №4 URL: iv.don.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3315



ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ РАБОТУ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА И МЕТОДЫ ИХ КОНТРОЛЯ

Ахмерова Г.М.,

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

THE MAIN INDICATORS CHARACTERIZING THE WORK OF SUBSTATION AND METHODS OF THEIR CONTROL

Akhmerova G.M.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

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. Перемещение центров горячего водоснабжения и отопления непосредственно в здание повышает качество снабжения жителей горячей водой. Требуемые температуры воды горячего водоснабжения на выходе из теплообменника в тепловом пункте $+60 \div 65$ °С. В докладе анализируются причины, по которым температура воды может быть ниже нормы. Температура сетевой воды в системе отопления отличается от температуры сетевой воды на входе в тепловой пункт и колеблется в зависимости от величины водоразбора и схемы подключения теплообменника. Так же рассматриваются проблемы коррозии в системах горячего водоснабжения и последствия увеличения слоя накипи, уменьшающего теплоотдачу водонагревателей и увеличивающего падение давления в подогревателях и трубопроводах.

Annotation

The device of individual calorific points is not much different from the device's Central heat points: at any point of the heat pipe heat carrier from sources of heat and cold water. The location of the centres hot water and heating directly to the building improves the quality of supplying hot water. The required water temperature for hot water at the outlet of the heat exchanger in the thermal point $+60 \div 65$ oC. The report analyzes the reasons why the water temperature may be below normal. Temperature of network water in the heating system is different from the temperature of the network water inlet in the heating unit and varies depending on the magnitude of demand and the wiring of the heat exchanger. Also discusses corrosion problems in hot water systems and the impact of the increase of the layer of scale that reduces the heat loss of water heaters and increase the pressure drop in reheaters and pipelines.

Различают следующие виды тепловых пунктов:

- индивидуальные, т. е. обслуживающие отдельное здание (ИТП);
- блочные тепловые пункты (БТП), которые используются в стеснённых условиях при необходимости экономии места и изготавливаются в заводских условиях;
- центральные – обслуживающие группу зданий (ЦТП).

Необходимо отметить, что тепловой пункт может быть и квартирным, когда система теплоснабжения не заканчивается на вводе в здание, а доводится до каждой квартиры [1]. Новые дома, согласно закону об энергоэффективности от 2009 г. сдаются только с ИТП. Устройство ИТП мало чем отличается от систем ЦТП: в любой тепловой пункт по трубам поступает теплоноситель из котельной и холодная вода. В теплообменнике, размещённом в подвале, на первом этаже здания или в подземной пристройке к дому холодная вода нагревается и отправляется в систему горячего водоснабжения (ГВС). Перемещение центров горячего водоснабжения и отопления непосредственно в здание повышает качество снабжения жителей горячей водой. Подобная реконструкция применена в 1990-х годах в Восточной Германии (в новых федеральных землях) где внутриквартальные трубопроводы системы



горячего водоснабжения отключены, а по трубопроводам отопления подают перегретую воду в каждый дом. Внедрение индивидуальных тепловых пунктов позволит полностью отказаться от распределительных сетей горячего водоснабжения. Таким образом, квартальные тепловые сети из четырёхтрубных становятся двухтрубными, т.е. отсутствует необходимость в эксплуатации и ремонте трубопроводов ГВС, а это даёт сокращение протяжённости распределительных сетей и расходов на их прокладку и эксплуатацию; уменьшение тепловых потерь и утечек воды в системах ГВС; сокращение числа плановых и аварийных отключений, и, как следствие, повышение надёжности всей энергосистемы.

Основными показателями работы тепловых пунктов являются:

- температура местной воды горячего водоснабжения;
- температура сетевой воды на отопление;
- режим работы циркуляционных насосов;
- давление в местных системах горячего водоснабжения;
- отсутствие накипи в подогревателях;
- возвращение обратной воды в котельную с расчётной температурой.

По каким причинам может быть занижена температура воды горячего водоснабжения при условии соблюдения котельной температурного графика и расчётного расхода сетевой воды? Согласно СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» [2, п.7.6] при наличии совместного обеспечения нагрузки ГВС и отопления по одним трубопроводам минимальная температура воды в подающем трубопроводе должна обеспечивать, для открытых и закрытых систем теплоснабжения, температуру горячей воды у потребителя в диапазоне установленном СанПиН 2.1.4.1074-01 [3]. Поэтому на температурном графике возникает так называемая весенне-летняя срезка или излом температурного графика. Для большей части источников в Казани принята температура излома $+70^{\circ}\text{C}$. При этом обеспечивается нагрев водопроводной воды в ЦТП и на ИТП до $+60\div+65^{\circ}\text{C}$. Это требуемые температуры воды ГВС на выходе из теплообменника, необходимые для профилактики инфекционных заболеваний и, в том числе, легионеллезной инфекции.

Название заболевания Легионеллёз («болезнь легионеров») связано со вспышкой 1976 года тяжёлого респираторного заболевания, протекавшего по типу пневмонии. 4400 участников съезда Американского легиона собралось в Филадельфии, после завершения которого заболел 221 человек, из них 34 скончалось. Легионеллёз относится к инфекционным заболеваниям, распространённым повсеместно. В природе легионеллы обнаруживаются в пресных водоёмах, существует и искусственная ниша, а именно водные системы, где циркулирует вода оптимальной температуры для роста бактерий $+35^{\circ}\text{C}$. Легионелла высевается из жидкостей кондиционеров, промышленных и бытовых систем охлаждения, бойлерных и душевых установок. Общий уровень заболеваемости легионеллёзом во всем мире невелик, однако ежегодно в разных странах отмечаются десятки эпидемических вспышек. Крупнейшая в Европе в 2007 г. вспышка легионеллеза была зарегистрирована в России (г. Верхняя Пышма Свердловской области): более 100 заболевших, 5 летальных исходов). Причиной вспышки заболевания стало грубое нарушение санитарно-эпидемиологических норм при подаче воды в систему горячего водоснабжения города. В большинстве Европейских стран и США максимальная температура горячей воды не превышает 55°C . Температурный фактор является наиболее распространённым методом профилактики легионеллеза в системах ГВС за рубежом - в качестве предупредительных мер рекомендуется периодическое краткосрочное повышение температуры до $70\text{--}80^{\circ}\text{C}$. Метод термического шока рекомендуется и для отечественных систем ГВС, но повышение температуры горячей воды приведёт к увеличению расходов теплоснабжающих организаций, и проконтролировать работу оборудования АИТП, переданного на баланс УК и ТСЖ ЖСК, не всегда возможно. Согласно требованиям СанПиН температура горячей воды в местах водоразбора независимо от применяемой системы теплоснабжения должна быть не ниже 60°C и не выше 75°C [4].

Ниже нормы температура воды может быть по следующим основным причинам [5]:



- 1) неисправность работы регулятора температуры, когда клапан регулятора расхода прикрывается больше, чем нужно;
- 2) уменьшение теплоотдачи водонагревателей в случае увеличения слоя накипи;
- 3) неотрегулированность тепловой сети от ЦТП к зданиям – в этом случае здания, расположенные в конце магистрали, будут получать воду с заниженной температурой;
- 4) увеличенные тепловые потери трубопроводов при повреждении или увлажнении изоляции;
- 5) отсутствие циркуляционной линии в системе ГВС – горячая вода в трубах не циркулирует и при отсутствии водоразбора остывает.

Необходимость очистки подогревателей можно также проверить по температуре обратной воды при нормальном режиме. В этом случае завышенная температура обратной воды показывает застывание стенок труб подогревателей. Увеличение слоя накипи уменьшает теплоотдачу водонагревателей и увеличивает падение давления в подогревателях и трубопроводах. Летом трубы разрушаются гораздо быстрее, чем зимой, когда по ним течёт горячая вода. Кипяток убивает большинство бактерий, а тёплая вода весной или летом наоборот, способствует жизнедеятельности микроорганизмов. Максимальная скорость коррозии имеет место при температуре воды 60-70 °С.

Несоответствие температуры сетевой воды, поступающей на отопление в процессе эксплуатации температуре, требуемой по графику, обычно возникает из-за тепловых потерь в сетях. Температура сетевой воды в системе отопления отличается от температуры сетевой воды на входе в тепловой пункт и колеблется в зависимости от величины водоразбора и схемы подключения теплообменника (при выборе схемы подогревателей ГВС важно соответствие между подачей тепла на отопление и тепловыми потерями здания, а так же обеспечение минимального расхода сетевой воды, позволяющее иметь минимальные диаметры трубопроводов и минимальный расход электроэнергии на перекачку теплоносителя).

Итак, согласно СП 124.13330.2012 [2, п. 14.4] основными задачами тепловых пунктов являются: преобразование вида теплоносителя или его параметров; контроль параметров теплоносителя; учёт тепловых нагрузок, расходов теплоносителя и конденсата; регулирование расхода теплоносителя и распределение по системам потребления теплоты (через распределительные сети в ЦТП или непосредственно в системы ИТП); защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя; заполнение и подпитка систем потребления теплоты; сбор, охлаждение, возврат конденсата и контроль его качества; аккумулирование теплоты; подготовка воды для систем горячего водоснабжения. В тепловом пункте в зависимости от его назначения и местных условий могут осуществляться все перечисленные мероприятия или только их часть. Приборы контроля параметров теплоносителя и учёта расхода теплоты следует предусматривать во всех тепловых пунктах.

Литература

1. Ахмерова Г.М. Проблемы перехода от центральных тепловых пунктов (ЦТП) на индивидуальные тепловые пункты (АИТП). «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» труды XV Международного симпозиума, // XV Междунар. симп., Казань, 1-3 апреля 2015 г. с.80-82.
2. СП 124.13330.2012 «СНиП 41-02-2003 Тепловые сети».
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
4. Тартаковский И.С. Научно-методическое обоснование микробиологической безопасности снижения температуры горячей воды в системах водоснабжения закрытого типа. «Новости теплоснабжения» – 2015. - №6, с. 37-41.
5. Мадорский Б. М., Шмидт В. А. Эксплуатация центральных тепловых пунктов, систем отопления и горячего водоснабжения. М., Стройиздат, 1971. – 169 с.



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ УЗЛА ПОГОДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Гусячкин А.М., Мирзошарифзода Н.Д.Д.,

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

IMPROVING THE PERFORMANCE OF THE NODE IS WEATHER CONTROL

Gusyachkin A.M., Mirzosharifzoda N. D.D.,

The Kazan state power university, Kazan

Аннотация

Приведены результаты наблюдений подачи теплоты в жилые дома г. Казани. Выявлены отклонения расхода теплоты на отопление от норм с центральным и индивидуальным регулированием отопительной нагрузки. Это объясняется несовершенствованием узлов погодного регулирования и инерционностью систем водяного отопления.

Для усовершенствования работы погодных регуляторов предложено составить математическую модель процесса регулирования. Используя расчетно-экспериментальный метод была получена математическая модель процесса регулирования подачи теплоты в отопительные системы.

Предложено использовать такую модель для внесения корректировок в программное обеспечение погодного регулятора. Это позволит исключить «перетопы» зданий и сэкономить до 10 % теплоты на отопление.

Annotation

Results of supervision of giving of warmth are given to houses of Kazan. Warmth expense deviations on heating from norms with the central and individual regulation of heating loading are revealed. It is explained by not improvement of knots of weather regulation and a lag effect of systems of water heating.

For improvement of operation of weather regulators it is offered to make mathematical model of process of regulation. Using it is settlement – an experimental method the mathematical model of process of regulation of giving of warmth in heating systems has been received.

It is offered to use such model for entering of adjustments into the software of the weather regulator. It will allow to exclude «retops» of buildings and to save up to 10% of warmth for heating.

В нашем регионе отопление является основным видом тепловой нагрузки. Поэтому разработка энергосберегающих мероприятий в этой сфере может дать значительный эффект.

Важное значение имеет обеспечение рациональных режимов отопления зданий с учетом изменения наружных климатических условий.

Внешние климатические условия в нашей климатической зоне довольно резко изменяются по периодам года и времени суток (рис.1). В таких условиях обеспечить подачу теплоты в систему отопления зданий в соответствии с графиком отопления довольно сложно. [1]

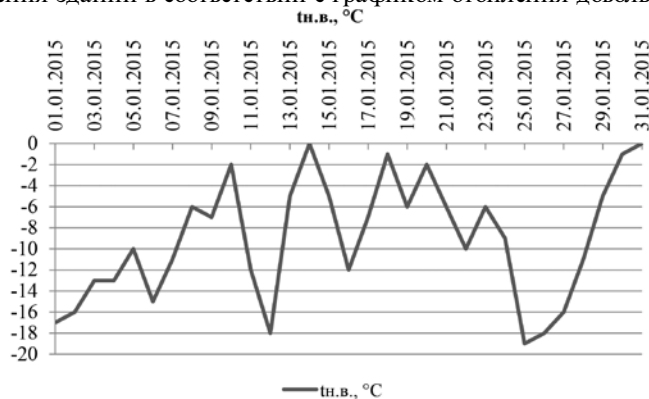


Рис. 1. Среднесуточные температуры наружного воздуха в январе 2016 в г.Казань



Нами были проведены наблюдения за расходом теплоты на отопление двух жилых домов одинаковой конструкции с объемом $V_n = 12424 \text{ м}^3$ и с одинаковой тепловой нагрузкой на отопление, расположенные в Приволжском районе г.Казани. В доме №1 осуществлялось центральное регулирование подачи теплоты на отопление, а в доме №2 установлен автоматизированный узел погодного регулирования на базе насосного смешения.

Оба способа регулирования допускают отклонения подачи теплоты в отопительные системы от нормативной (рис.2) больше в сторону увеличения, что приводит к «перетопу» зданий и перерасходу теплоты. При этом местное регулирование с помощью погодного регулятора точнее выдерживает заданный график отопления, по сравнению с центральным.

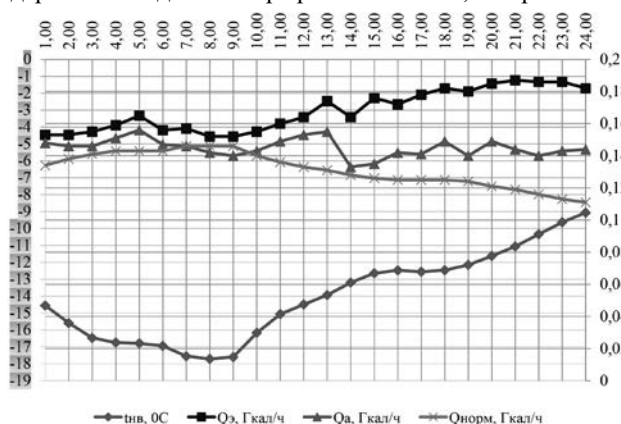


Рис. 2. Расход теплоты на отопление

— нормативный; —□— при центральном регулировании;
—Δ—при местном регулировании погодным регулятором

Разница между фактическими расходами и расчетным составила соответственно 30,7 и 18,5 Гкал в месяц. Перерасход теплоты на отопления одного жилого дома соответственно составляет 16,5% и 10,0%. Установка местных погодных регуляторов позволяет уменьшить расход теплоты на отопление на 6,5%. Однако «перетопы» зданий наблюдаются и при наличии местного регулирования. [2]

Для устранения такого нежелательного явления предлагается подавать сигнал в исполнительный механизм погодного регулятора с некоторым опережением. Для этого необходимо изучить процесс регулирования отопительной нагрузки при нестационарной температуре наружного воздуха и составить математическую модель процесса регулирования.

На работу регулятора влияет множество факторов, что усложняет изучение его работы и построение математической модели переходного процесса. Поэтому в практике автоматического регулирования часто используют расчетно-экспериментальный способ построения процессов в переходный период.

Процесс регулирования можно описать линейными дифференциальными уравнениями I или II порядка. Порядок уравнения и коэффициенты можно определить экспериментальным путем из переходных характеристик при подаче на вход регулятора единичных импульсных возмущений (резкое изменение температуры наружного воздуха).

Нами были получены переходные характеристики действующей модели погодного регулятора в автоматизированном блочно-модульном индивидуальном тепловом пункте. (рис.3,4)

Вид экспериментальных кривых позволяет сделать вывод, что процесс регулирования подачи теплоты (температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах) погодными регуляторами в отопительные системы зданий можно описывать линейными дифференциальными уравнениями первого порядка с постоянными коэффициентами, которые для температуры теплоносителя в трубопроводах имеют вид:



$$T \frac{d\Delta t_1}{d\tau} + \Delta t(\tau) = \kappa \Delta t_H (\tau - \tau_{\text{зап}}) \quad (1)$$

где T - постоянная времени, сек; κ - коэффициент пропорциональности; $\Delta t(\tau)$ - текущее изменение температуры теплоносителя в подающем трубопроводе, °C; Δt_H - изменение температуры наружного воздуха; τ - текущее время, сек; $\tau_{\text{зап}}$ - время запаздывания системы, сек.

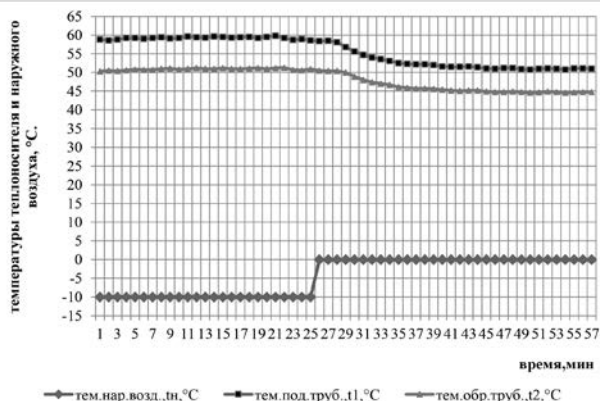


Рис.3. Переходные характеристики погодного регулятора при резком повышении температуры наружного воздуха

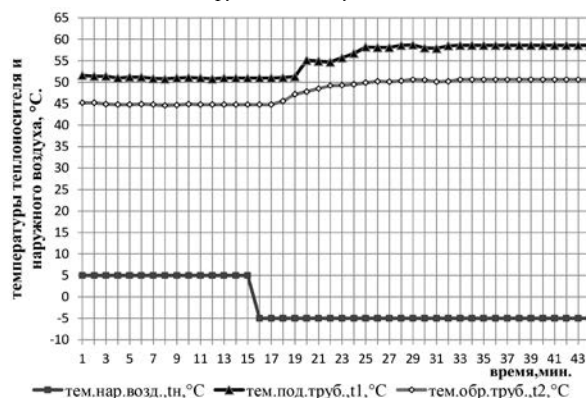


Рис.4. Переходные характеристики погодного регулятора при резком снижении температуры наружного воздуха

Выводы

Процессы подачи теплоты в систему отопления зданий при нестационарной температуре наружного воздуха можно заранее спрогнозировать с помощью математической модели.

Появляется возможность вносить коррективы в программное обеспечение погодного регулятора и тем самым исключить «перетопы» зданий, что позволит сэкономить до 10 % теплоты на отопление.

Литература

1. Соколов Е.Я., Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов.- М:Издательство МЭИ, 2006.
2. «Некоторые резервы энергосбережения в отопительных системах», Богаткина М.П., Гусячкин А.М., Национальный конгресс по энергетике (НКЭ-2014), 8 - 12 сентября 2014г., Казань, КГЭУ.



**ЭКСПЕРТНАЯ СЕКЦИЯ:
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ И
СООРУЖЕНИЯ»**



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

Петров А.А.,

ROCKWOOL Russia - ЗАО «Минеральная Вата», г.Москва

ENERGY EFFICIENCY IN HOUSING AND MUNICIPAL COMPLEX OF RUSSIA

Petrov. A.A.,

ROCKWOOL Russia - ZAO «Mineralnaya Vata», Moscow

Аннотация

Представлены данные об актуальности проблемы экономии ресурсов в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), перечислены законодательные требования и нормы. Рассмотрены меры, которые позволяют повысить энергоэффективность зданий.

Annotation

The article presents the data on the urgency of the resources economy problem in Housing and utility sector and gives the list of the legal requirements and standards. It also describes certain measures to increase energy-efficiency of buildings.

Из-за нерационального использования энергоресурсов жилищно-коммунальный комплекс России сегодня – одна из самых затратных отраслей отечественной экономики. По официальным данным правительства РФ, на содержание ЖКХ из государственного бюджета ежегодно выделяется 100-120 млрд. руб., причём имеется тенденция к росту этих расходов. Потребность в затратах на жилищно-коммунальную отрасль составляет 35-50% муниципальных бюджетов.

Для сравнения: на отопление одного квадратного метра площади в нашей стране тратится в 5 раз больше условного топлива, чем в Европе. А ведь каждый процент экономии энергии может дать 0,35-0,4% прироста национального дохода. [1] Это крайне важно, учитывая, что энергоёмкость ВВП России примерно в 2,5 раза выше среднемирового уровня. [2] Очевидно, что в таких условиях ключевым звеном реформирования ЖКХ становится энергосбережение.

Управляющие компании и энергосервисные контракты

Наиболее заинтересованы во внедрении энергосберегающих мероприятий управляющие компании (УК), бизнес которых тем эффективнее, чем больше разница между стоимостью приобретённых энергоресурсов и оказанных коммунальных услуг. Одним из основных препятствий для разработки соответствующих проектов является ограниченность финансовых ресурсов УК. Именно поэтому самым приемлемым вариантом действий становится модернизация жилого фонда с использованием энергосервисного контракта, который представляет собой особую форму договора, направленного на экономию эксплуатационных расходов за счёт повышения энергоэффективности и внедрения технологий, обеспечивающих энергосбережение.

Специализированная компания по согласованию с УК проводит энергоаудит, по итогам которого занимается разработкой и внедрением необходимых мероприятий, взяв на себя все затраты. Расходы на реализацию проекта возмещаются за счёт полученной экономии ресурсов. Таким образом, управляющая компания может существенно повысить энергоэффективность многоквартирного дома, даже не имея на это лишних средств, причём инвестор будет заинтересован в качественном проведении работ и максимальном повышении экономии, ведь именно на него возлагаются основные риски возврата затраченных средств.

Потенциал сбережения средств в результате мероприятий по повышению энергоэффективности крайне высок. Так, в 2011 году в Санкт-Петербурге в рамках подписанного протокола с правительством был проведён энергоаудит социальных объектов города, на базе результатов которого был подготовлен список мер по реновации зданий.



Одним из объектов исследования был многоквартирный жилой дом 137-й серии, расположенный по адресу: г. Колпино (Ленинградская обл.), ул. Тверская, д. 45. Данный тип зданий наиболее распространён в Санкт-Петербурге и области. Для сравнения: доля типовых крупнопанельных домов в городе составляет 53%, а домов именно 137-й серии – 17% от всего жилого фонда.

Результаты энергетического обследования, проведённого компанией ООО «СтройТепловидение», показали, что одно из самых слабых мест с точки зрения потерь энергии – система отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Несмотря на то, что на момент исследований теплоизоляция труб находилась в удовлетворительном состоянии, температура на её поверхности в некоторых местах превышала нормируемую (35°C) на $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$. Это и приводило к значительному увеличению теплопотерь. Эксперты, проводившие энергоаудит, рекомендовали заменить теплоизоляцию на трубах и в качестве эффективного материала предложили цилиндры из каменной ваты, кашированные алюминиевой фольгой. Согласно расчётам специалистов, такие меры приведут к экономии тепловой энергии на 30%.

Для достижения более высокой энергоэффективности необходимо провести ещё несколько процедур. Как показывает практика, наиболее часто энергосервисные компании предлагают сделать упор на следующие элементы (перечислены в порядке их значимости):

- эффективная теплоизоляция здания;
- современные «интеллектуальные» тепловые пункты и системы погодного регулирования, соответствующие высокому уровню теплоизоляции;
- рекуперация тепла в системах вентиляции и водоснабжения, канализации. [3]

Мероприятие первое. Улучшение теплоизоляции здания

В 1994 году были существенно ужесточены теплотехнические нормы. Большинство зданий, возведённых до этого времени, не соответствует изменённым требованиям. Так, термическое сопротивление типичной для прошлых лет конструкции стен из керамзитобетонных панелей толщиной 350 мм – $0,65 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. Действующие требования для столицы – $3,5 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ [4], а для Новосибирска – $3,65 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. Утепление наружных ограждающих конструкций позволит сократить потери тепла на треть, кровли – ещё на 10-15%, а замена теплоизоляции в подвалах и на чердаках сэкономит 10% энергии.

Теплоизоляция – важнейшее средство в повышении энергоэффективности здания. При выполнении капитального ремонта фасада наличие теплоизоляции увеличит смету работ не более чем на 10%, но именно за счёт его наличия – мероприятие будет окупаться. Ключевой фактор успеха кроется в грамотном выборе утеплителя. Они должны обладать такими характеристиками, как низкий коэффициент теплопроводности λ , гидрофобность и паропроницаемость, негорючесть, звукопоглощение, долговечность, экологичность и биостойкость.

Указанным критериям удовлетворяет каменная вата ROCKWOOL, основу которой составляют горные породы. Волокна материала выдерживают температуру свыше 1000°C . В случае пожара они задерживают распространение огня, давая бесценное дополнительное время для спасения людей, сохранения имущества и снижения урона окружающей среде.

Коэффициент теплопроводности каменной ваты $\lambda = 0,041 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$, что почти в 6,5 раза меньше, чем у газо- и пенобетона ($\lambda = 0,26 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$), и в 19,7 раза ниже, чем у кирпича ($\lambda = 0,81 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$).

Таким образом, для обеспечения высоких теплозащитных характеристик наружных стен необходимо использовать эффективный утеплитель из каменной ваты, установленный внутри стены или с её наружной стороны. Для ремонта жилых многоквартирных домов используется второй вариант. При таком утеплении не нарушается естественная диффузия водных паров через стену, а значит, не происходит скопления влаги в теплоизоляционном материале.

Теплоизоляция при реконструкции входит в состав двух наиболее распространённых фасадных систем – навесной фасадной системы с воздушным зазором (НФС) и систем фасадных теплоизоляционных композиционных с тонким штукатурным слоем (СФТК).



Применение теплоизоляции в виде однородного контура по ограждающей конструкции особенно эффективно при изоляции изначально неоднородных конструкций со значительными теплопроводными включениями. К таким типам можно отнести монолитно-каркасное домостроение с заполнением стен щелевым кирпичом или пеноблоками. Без теплоизоляционного слоя существенные потери тепла возникают из-за швов кладки, в местах установки окон (откосы, перемычки), прохода балконных плит и плит перекрытий.

Мероприятие второе. Модернизация системы отопления

Из рассмотренного выше примера расчётов по итогам аудита жилого дома в Санкт-Петербурге очевидно, что один из самых существенных эффектов с точки зрения энергосбережения даёт применение технической изоляции при ремонте труб инженерных коммуникаций, в частности – труб отопления и горячего водоснабжения. При сравнительно невысокой стоимости и трудоёмкости мероприятия эффект от сохранения параметров теплоносителя и подаваемой сетью ГВС воды окупается в среднем за 3 года.

В качестве теплоизоляции наиболее удобны формованные изделия – цилиндры из каменной ваты, которые изготавливаются по наливной технологии, например, ROCKWOOL. В отличие от вырезных изделий, волокна всегда перпендикулярны направлению теплового потока. Это означает, что в любой точке цилиндра, изготовленного по наливной технологии, его теплоизоляционные характеристики одинаковы.

Помимо утепления труб, строители принимают и более глобальные меры. Так, за счёт замены элеваторного теплового узла на автоматизированный пункт можно сэкономить около 18% тепловой энергии. Если объект присоединён к теплосети по независимой схеме, энергосбережение обеспечит АИТП с теплообменником. В случае зависимого подключения – АУУ, в принципе тот же тепловой пункт, но без теплообменника. Обе схемы предусматривают погодозависимое регулирование подачи теплоносителя в систему, а также автоматическое поддержание температурного графика, т.е. регулирование в зависимости от внутреннего потребления тепла.

Однако важно понимать – только замены теплового узла недостаточно. Гидравлическое сопротивление системы растёт по мере удаления от теплового ввода, в результате по одним стоякам идёт перегрев, а по другим в то же самое время – недогрев. В многоквартирных жилых домах от такого явления страдают угловые квартиры. Но если регулировать систему по ним, то в «промежуточных звеньях» будет слишком высокая температура и, как следствие, постоянно открытые форточки. Именно поэтому установка на стояках автоматических балансировочных клапанов – обязательное условие полноценной модернизации системы отопления.

Заключительным звеном в цепочке совершенствования коммунальной сети должна стать установка терморегуляторов на индивидуальные радиаторы. Ведь если конечный пользователь снизил своё теплopotребление, автоматически сокращаются затраты энергии и в доме. Тем более для многих комфортная температура – 21-22 °С, и если она повысится, а изменить ситуацию нет технической возможности, то будет открыта форточка – потребление тепла от этого только вырастет. Ввиду этих обстоятельств в последние годы некоторые производители начали выпускать отопительные радиаторы с уже встроенными средствами регулирования.

Мероприятие третье. Установка энергоэффективных окон

До таких фантастических мер, как организация стеклянных фасадов с южной стороны здания, жилищно-коммунальный комплекс России ещё не дошёл, но тем не менее окна играют немаловажную роль в структуре сбережения тепла. Уровень энергосбережения окна зависит от многих факторов – числа камер в профиле, монтажной ширины окна, состава стеклопакета. Самым эффективным решением для Центральной России является пятикамерный ПВХ-профиль толщиной 127 мм с энергосберегающим стеклопакетом (двухкамерным, заполненным аргоном или криптоном) и низкоэмиссионным покрытием, отражающим инфракрасное излучение).



Мероприятие четвёртое. Организация рекуперативной системы вентиляции и кондиционирования

Тепловая энергия покидает здание несколькими путями: через наружные конструкции, особенно «мостики холода», за счёт естественной инфильтрации и с воздушными потоками вытяжной вентиляции. Во многом проблему решает качественная теплоизоляция здания, но полностью герметизировать жилой дом невозможно. Повысить энергоэффективность жилья помогают рекуператоры тепла, которые являются опциональной частью вентиляционной системы и представляют собой теплотехнические блоки, служащие для обмена тепловой энергией между потоками вытяжного и приточного воздуха. В широком понимании рекуперация – возвращение части энергии для её обратного использования. Сегодня известны несколько видов рекуператоров тепла: пластинчатый, роторный, камерный, с промежуточным теплоносителем и «тепловые трубки». Первые три вида имеют наиболее высокий КПД, соответственно, наиболее эффективны.

В заключении стоит отметить, что именно внедрение современных энергоэффективных материалов и технологий в жилищно-коммунальной сфере в виде комплексных решений позволит достичь целевого энергосбережения и повышения ВВП, а в локальном масштабе – нивелировать рост стоимости коммунальных ресурсов.

Литература

1. Калентьева Н.А. Эффективное сбережение энергоресурсов – одно из ключевых звеньев реформирования ЖКХ в России // Экономическая наука и практика: материалы междунар. науч. конф. (г. Чита, февраль 2012 г.). – Чита: Издательство Молодой учёный, 2012. – С. 198-201.
2. Государственная программа РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года».
3. Карл Гертис. Здания XXI века – здания с нулевым потреблением энергии // Энергосбережение № 3 2007.
4. № 900-ПП «О повышении энергетической эффективности жилых, социальных и общественно-деловых зданий в городе Москве и внесении изменений в постановление Правительства Москвы от 9 июня 2009 г. № 536-ПП».



ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В НАРУЖНЫХ СТЕНАХ ПО КРИТЕРИЮ ПОТЕРИ ТЕПЛОЗАЩИТЫ

Иванцов А.И.,

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

LONGEVITY OF THERMAL INSULATION MATERIALS IN EXTERNAL WALLS BY CRITERION OF THERMAL PROTECTION REDUCING

Ivantsov A.I.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Статья посвящена вопросу долговечности теплоизоляционных материалов в наружных стенах по критерию снижения теплозащитных качеств в процессе эксплуатации. Экспериментально доказано, что при постоянном воздействии температуры коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала на полимерной основе может повышаться, что в процессе эксплуатации здания приведет к уменьшению общего сопротивления теплопередаче наружной стены.

Annotation

The article focuses on the longevity of heat-insulating materials in external walls by the criterion of reducing the heat-shielding properties during operation. Former experimentally proved that the constant exposure to the temperature coefficient of the heat-conductivity polymer-based insulation material can be increased, which in the course of operation of the building lead to a reduction in the total resistance of the heat-transfer of outer wall.

Современные нормы по энергосбережению и энергоэффективности зданий и сооружений предъявляют повышенные требования к теплоизоляции ограждающих конструкций. Суммарно на них может приходиться до 60 % от всех теплотерь здания. Снижают теплотери, в основном, за счет увеличения сопротивления теплопередаче отдельных участков конструкции и увеличения приведенного сопротивления теплопередаче всей тепловой оболочки здания за счет рационального проектирования узлов сопряжения ограждающих и несущих конструкций.

В то же время известно, что сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций снижается в процессе эксплуатации зданий вследствие различных причин: избыточное переувлажнение материалов конденсированной или конструктивной влагой, изменение геометрических размеров материалов внутри конструкции ограждения вследствие самоуплотнения или ненадежного крепления материалов с образование «мостиков холода» и др. Одной из таких причин может также являться тепловое старение теплоизоляционных материалов, имеющих полимерную основу (ППС, ППУ, ЭППС, минеральная вата на синтетическом связующем). Пренебрегать этим фактом при проектировании ограждающих конструкций было бы большой ошибкой, ведь запроектированное в соответствии с энергосберегающими нормами ограждение через несколько лет эксплуатации соответствовать им перестанет.

Так, если конструкция должна быть защищена от переувлажнения конструктивными мероприятиями или рациональным проектированием в соответствии с действующими нормами, то по поводу теплового старения теплоизоляционных материалов с полимерной основой в научном сообществе существуют разногласия: так в ряде источников [1, 2, 3] приведены исследования старения таких материалов и показано, что со временем под воздействием постоянной температуры у теплоизоляционных материалов может повышаться коэффициент теплопроводности (и как следствие снижаться теплозащита) и уменьшаться прочность вследствие изменения структуры материала; другие ученые высказывают сомнения на этот счет, говоря о высокой долговечности теплоизоляционных материалов на полимерной основе



и незначительном влиянии постоянных температур на их структуру.

С целью изучения вопроса теплового старения теплоизоляционных материалов и его влияния на снижение теплозащитных качеств этих материалов были проведены соответствующие исследования.

В работе [3] автором получены зависимости изменения коэффициента теплопроводности для пенополистиролов различных производителей в условиях изотермических испытаний при температуре +50 °C в виде:

$$\lambda = K_{\lambda} \tau + \lambda_0, \text{ или, } \tau = \frac{\lambda - \lambda_0}{K_{\lambda}} = \frac{\Delta \lambda}{K_{\lambda}} \quad (1), (2)$$

где K_{λ} – коэффициент зависимости приращения коэффициента теплопроводности от времени испытаний, Вт/м·°C·год

τ – срок испытаний, лет;

λ_0 – начальный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C);

$\Delta \lambda$ – общее приращение коэффициента теплопроводности за время испытаний, Вт/(м·°C).

Как видно, эта зависимость носит линейный характер.

Согласно выражения (1) коэффициент K_{λ} определяет скорость увеличения коэффициента теплопроводности материала теплоизоляции, т.е. скорость старения; в этой связи этот коэффициент можно считать показателем долговечности материала при тепловом старении.

Для подтверждения зависимости (1) и возможности использования показателей долговечности K_{λ} теплоизоляционных материалов, применяемых в наружных стенах, были проведены исследования старения этих материалов в изотермических условиях.

Испытания проводились для образцов пенополистирола (10 кг/м³) как полимерного материала, и для образцов минеральной ваты (100 кг/м³) как материала, имеющего полимерную основу – синтетическое связующее.

Испытания проводились с использованием сушильного шкафа Snol 58/350, способного поддерживать постоянную (± 2 °C) температуру по всему объему в интервале 50-300 °C продолжительное время.



Рис. 1. Общий вид сушильного шкафа Snol с образцами материалов

Для проведения испытаний было отобрано по три образца каждого материала размерами 150×150×20 (25) мм. Размеры образцов были определены возможностью измерения коэффициента теплопроводности на имеющемся оборудовании. На рисунке 1 представлен общий вид испытательного оборудования с экспонированными образцами.

Теплопроводность образцов измерялась каждые 15 суток с использованием прибора ИТС-1. Полученные значения коэффициентов теплопроводности, усредненные по трем образцам, нанесены на графики в зависимости от продолжительности испытаний (рис. 2 и 3). Про-



должительность испытаний представлена на графиках в размерности года, для определения показателя долговечности материалов в соответствующих размерностях (Вт/м·°С·год).

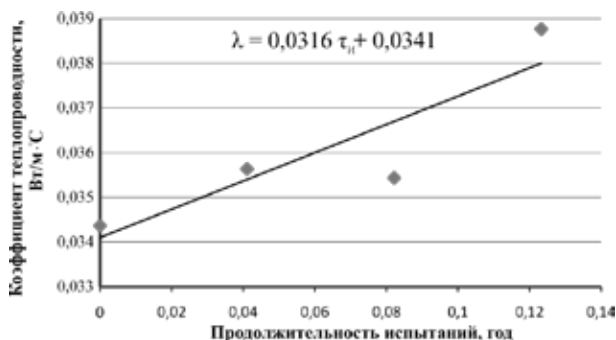


Рис. 2. Увеличение коэффициентов теплопроводности материалов в процессе теплового старения (при температуре 50 °С (323,15 К) – для пенополистирола

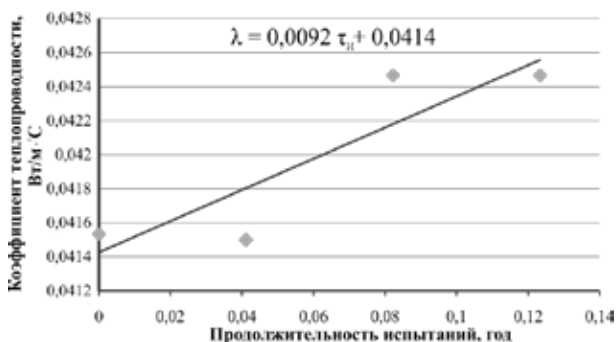


Рис. 3. Увеличение коэффициентов теплопроводности материалов в процессе теплового старения (при температуре 50 °С (323,15 К) – для минеральной ваты

Полученные значения коэффициентов теплопроводности аппроксимированы в виде линейной зависимости, согласно выражения (1). В соответствие с этим определены показатели долговечности при тепловом старении исследованных материалов.

Таким образом, экспериментальные исследования старения теплоизоляционных материалов с полимерной основой в изотермических условиях подтвердили предположение о линейности изменения показателей свойств (увеличение коэффициента теплопроводности) при старении в пределах эксплуатационных воздействий. Следовательно, этот факт необходимо учитывать при проектировании ограждающих конструкций [4].

Литература

1. Андрианов, К. А. Прогнозирование долговечности (работоспособности) пенополистирола в ограждающих конструкциях зданий: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / К. А. Андрианов. – Тамбов, 2002.
2. Коканин, С. В. Исследование долговечности теплоизоляционных материалов на основе пенополистирола: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / С. В. Коканин. – Иваново, 2011.
3. Ли, А. В. Долговечность энергоэффективных полимерсодержащих ограждающих конструкций: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / А. В. Ли. – Хабаровск, 2003.
4. Иванцов, А. И. Прогнозирование срока службы наружных стен жилых зданий по критерию теплозащиты / А. И. Иванцов, В. Н. Куприянов // Известия КазГАСУ. – 2014. – № 4 (30).

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ****Крамина Т.А.,***ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань***ENERGYEFFICIENT FASADE SYSTEMS****Kramina T.A.,***Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan***Аннотация**

Работа посвящена проблемам энергоресурсосбережения в строительстве. Современные требования к уровню теплозащитной способности наружных ограждений диктуют необходимость совершенствовать существующие конструктивные решения стен. В работе выявлены основные недостатки, с учетом которых предложены новые энергоресурсоэффективные варианты фасадных систем с использованием лицевых керамических термопанелей заводского изготовления.

Annotation

This paper addresses energy-resource preservation in the construction industry. The current requirements on the heat protective ability of external surfaces result in need of improving of the existing wall design. This work demonstrates its main flows and suggests new energy-resource-efficient solutions for facade systems using factory-produced front ceramic panels.

Одним из основных энергоемких процессов в строительстве является отопление зданий, потребляющее в нашей стране до 45% энергоресурсов. С целью снижения эксплуатационных затрат в России было осуществлено поэтапное увеличение требований к показателям общего сопротивления теплопередачи наружных ограждающих конструкций [1, 4]. Эти меры позволили выйти по теплозащите на уровень передовых стран. В свою очередь они потребовали освоения новых технологий строительства и заводского производства, новых нетрадиционных конструктивных решений. В частности, на смену однородным ограждениям приходят многослойные неоднородные конструкции. В настоящее время по прошествии 10 и более лет их эксплуатации, представляется возможность оценить их в работе и выявить существенные недостатки [2].

Несмотря на то, что в настоящее время в РТ активизировалось производство керамических изделий строительного назначения, номенклатура продукции и ее низкое качество зачастую вынуждает завозить материалы извне. Современные технологии позволяют вовлечь в производство керамических изделий различные компоненты, включая отходы промышленной отрасли, что намного повысит их прочность, теплотехнические показатели, даст возможность создать многоцветную среду, окрасив фасады в яркие, сочные, благородные цвета [3]. Вентилируемые фасады, повсеместно вытеснившие керамику, следует применять весьма осмотрительно. Стиль современных европейских мегаполисов, создаваемый ими, для исторически сложившегося ядра г. Казани не уместен, т.к. не вписывается в существующую архитектурную среду, внося разноречивость в культурное наследие. Уникальность сооружений прошлых столетий – это наша история, предмет нашей гордости. В противовес этому, архитектурные проекты, реализуемые с применением керамических элементов имеют достойный внешний вид и являются воплощением вековых традиций.

Одной из причин отказа от керамического кирпича в пользу вентилируемых фасадов является несовершенство качества его поверхности, отсутствие хорошей кромки, правильной геометрии, однообразие цветовой гаммы, неоднородный выкрас по всей массе, отсутствие нужного количества доборных элементов. Качество кирпича во многом зависит от сырья. К сожалению, у нас в Татарстане из местного сырья получить европейское качество не удастся.



Вентилируемый фасад пришел на рынок в период дефицита альтернативных стеновых решений. Утепление стен без воздушных прослоек не оправдало себя и повлекло массу нареканий с точки зрения теплотехнических требований к качеству многослойных конструкций из-за образования конденсата в толще стены и, как следствие, ее переувлажнению [2]. За последние годы произошло своего рода «привыкание» к данному техническому решению. Стоит отдать должное системе, она преобразила фасады города. Однако, помимо визуального восприятия сегодня необходимо заглянуть на 20-30 лет вперед. Используемые утеплители, некачественное производство работ, неграмотный выбор крепежа определяют малую долговечность и работоспособность системы. Ремонтопригодность же такого ограждения оставляет желать лучшего.

Для замены утеплителя по истечению срока его службы потребуется трудоемкие и дорогостоящие работы по демонтажу и устранению дефектов стен, подвергнувшихся механическим воздействиям. Вследствие этого резко возрастают эксплуатационные расходы. Порой это сводит на нет экономический эффект энергоресурсоэффективности данной системы. Кроме того, вызывают нарекание горючие ветровлагозащитные пленки, способные воспламениться еще во время монтажа.

Альтернативой для новых объектов строительства могла бы стать крупноформатная поризованная керамика, которую можно использовать с применением столь распространенного сегодня в строительной практике монолитного каркаса и без него. Теплотехнический расчет показывает, что она не требует теплоизоляционных материалов, а значит и менее затратна. Отпадает необходимость ремонта фасадных систем в процессе эксплуатации. В плане энергосбережения они наиболее эффективны, т.к. имеют самый высокий коэффициент теплотехнической однородности, за счет отсутствия жестких связей внутри системы. К сожалению проектов таких в Казани единицы.

Проектирование фасадных систем находится в состоянии поиска новых более совершенных решений. С этой целью ведутся исследовательские работы по мониторингу работы действующих систем, изучается поведение элементов систем, моделирование и натурные испытания серийных и экспериментальных образцов конструкций [3]. Результатом такой работы является рекомендация ниже описанной фасадной системы, конструкция которой идеально подходит, как для отделки домов новой постройки, так и для реконструкции старых зданий, обеспечивает максимально комфортный микроклимат в помещениях при минимальных затратах на теплоснабжение, позволяет выполнить любые архитектурные изыски: колонны, пилястры, русты, замковые камни и пр. Кроме того, предлагаемая конструкция обеспечивает отличную звукоизоляцию, высокую прочность, долговечность и надежность в большом диапазоне температур. Достигнуть вышеперечисленных достоинств удается во многом за счет высокого качества выбранных материалов и принятого конструктивного решения.

Предлагаемая технология предусматривает многослойную систему, в которой несущая стена облицована утепленной фасадной керамической панелью заводского производства. Несущий слой панели выполняют из керамики, внутренний слой из каменной минваты или других негорючих, гидрофобизированных тепло-, звукоизоляционных материалов на основе базальтового волокна таких, как «Технофас» специальных фасадных марок. В основу производства легла технология термопрессования керамического защитно-декоративного экрана и утеплителя. Для этой цели экран толщиной 15 мм имеет конические углубления на тыльной стороне для образования замкового соединения типа «ласточкин хвост». Крепление панели к стене производится дюбелями. Одним немаловажным преимуществом данной фасадной системы перед вентиляруемым фасадом является отсутствие необходимости организовывать воздушную прослойку в толще стены. Дело в том, что «точка росы» находится в объеме утеплителя, и это решает проблему с удалением конденсата, вентиляции и герметизации. Коэффициент теплового расширения очень низкий и у керамики, и у каменной минваты, что обеспечивает высокую инертность и целостность термопанели, стена «дышит». Точное соединение панелей внахлест предотвращает появление «мостиков» холода, конденсата, плесени,



грибков. Стык типа «паз – гребень» обеспечивает влагонепроницаемость при косом дожде и плотное соединение элементов. Последующая расшивка швов полностью изолирует стыки.

Произведенные сравнительные теплотехнические расчеты показали, что за счет использования вышеописанной фасадной системы, сопротивление теплопередаче существующей наружной стены повышаются на $1,9 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$. Убедительными оказались расчеты, показавшие, что термопанель толщиной 75 мм по своим теплозащитным качествам может заменить стену из бетона в 2,1 м, кирпичную стену в 1,1 м и деревянную в 25 см. Кроме того, она выполнена из экологически чистых материалов отечественного производства, что позволило отказаться от импортных поставок. Отпадает необходимость в металлических крепежных элементах, являющихся «мостиками» холода, требующих коррозионной защиты и удорожающих систему.

Предлагаемая разработка рекомендуется к применению в зданиях любой этажности и всех степеней огнестойкости. Она соответствует государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам и требованиям энергосбережения [4], прошла испытания на морозостойкость, долговечна (срок службы 80 лет) и экономична.

Литература

1. Гагарин В.Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий. / Academia: Архитектура и строительство. – М.: НИИСФ РААСН, 2009, № 5. – С. 297-305.
2. Куприянов В.Н., Иванцов А.И. Обеспечение долговечности ограждающих конструкций на стадии их проектирования. / Жилищное строительство. – М.: РИФ «Стройматериалы», 2012, № 6. – С. 35-36.
3. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. – М.: НИИСФ, 2008. – 496с.
4. СП50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуали. – М., 2012. – 78 с.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АУТОНОМНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ В КОТТЕДЖНОМ ПОСЕЛКЕ

Гиниятов А.М., Барышева О.Б.,

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

THE EFFICIENCY OF APPLYING INDEPENDENT GAS SUPPLY IN THE COTTAGE

Giniyatov A.M., Barysheva O.B.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

В условиях недоступности подключения к магистральному газопроводу альтернативным решением является монтаж автономного газоснабжения поселка. Эта проблема является актуальной для регионов России. Рассмотрим ее поближе. В состав системы для газификации частного дома сжиженным углеводородным газом (СУГ) входит: газгольдер емкостью от 5 до 9 кубических метров, двухступенчатый блок редуцирования, система протекторной защиты, бетонная плита, к которой крепится газгольдер тросом из нержавеющей стали, пластиковый газопровод и цокольный ввод в дом (переход металл-пластик). Между бетонной плитой и газгольдером прокладывается специальное резиновое покрытие для предотвращения повреждения защитного эпоксидного покрытия газгольдера. Сам газгольдер заполняется от автоцистерны через специальный сливной шланг. Это решение оправдывает себя, поскольку, газ намного дешевле, чем, например, электричество. Протяжка от магистрали тоже дополнительное капиталовложение, а автономное газоснабжение окупается довольно быстро.

Annotation

Is unavailable to connect to main pipeline the alternative is the mounting of independent gas supply of the village. This problem is topical for Russian regions. Look at it closer. The system for gasification of a private house liquefied petroleum gas (LPG) includes: tank with capacity of 5 to 9 cubic meters, a two-stage reduction unit, the system of the cathode protection, concrete plate, which is attached to the tank with stainless steel wire rope, plastic gas pipeline and base input in the house (metal-plastic). Between the concrete slab and the tank is laid with a special rubber coating to prevent damage to the protective epoxy coating of the gas tank. The tank is filled from a gas carrier through the special drain hose. This decision is justified because gas is much cheaper than electricity. Pulling from the trunk is also additional investment, and Autonomous gas supply pays for itself pretty quickly.

Актуальность

Самым эффективным способом тепло- и энергоснабжения для населенного пункта является создание в рамках поселка централизованной системы на основе комплекса автономного газоснабжения. В случае, когда газифицировать необходимо не отдельно стоящий дом, а комплекс зданий, такое решение является экономически наиболее выгодным, экологичным и перспективным. Газификация на основе СУГ обеспечивает автономную работу всех инженерных коммуникаций, необходимых при современной коттеджной застройке. Использование СУГШ из собственного хранилища дает не только газ для плит, но и обеспечивает поселок горячим водоснабжением (ГВС), отоплением и электроэнергией. И все это-без привязки к магистральному газопроводу, а значит без угрозы попасть под внезапные отключения газа при падении давления газа в трубопроводе.



Автономное газоснабжение

Для монтажа системы автономной газификации коттеджного поселка необходимо строительство резервуарного комплекса, включающего в себя: подземные резервуары для хранения СУГ; самовсасывающую насосную установку; испарительную установку, имеющую регулятор давления; узел слива; трубопроводную обвязку. На горловине подземной емкости устанавливается вся необходимая запорно-предохранительная арматура, обеспечивающая безопасную эксплуатацию, движение парообразной и жидкой фаз сжиженного газа, наполнение резервуара. Для обеспечения стабильного испарения вне зависимости от климатических условий или при интенсивном потреблении газовой фазы необходима испарительная установка. Жидкая фаза СУГ из емкости поступает при помощи самовсасывающей установки в испаритель. Там за счет нагрева газ переходит в паровую фазу. И уже паровая фаза поступает непосредственно в котельную.

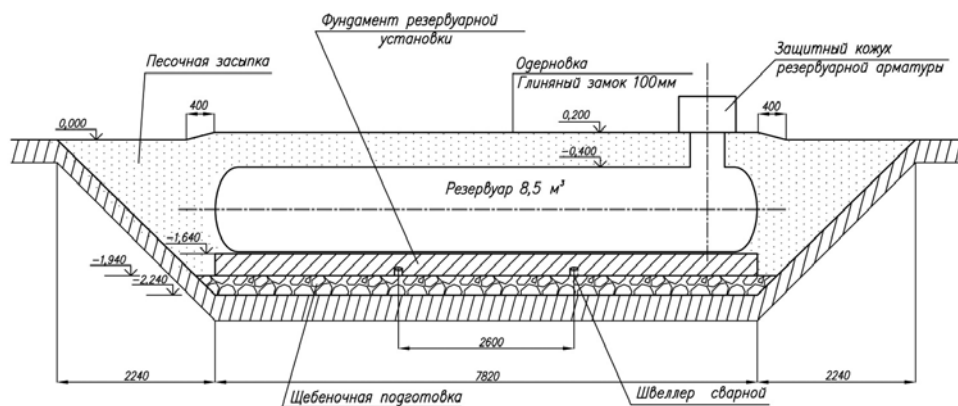


Рис. 1. Схема установки резервуара

В соответствии со СНиП резервуарный парк устанавливается на железобетонных фундаментах. В четыре пробуренные скважины устанавливаются бетонные монолитные фундаменты для опор из металлических труб, на которых располагается узел слива. От него до резервуаров прокладываются (наземно на опорах) трубопроводы для жидкой и паровой фазы СУГ. Вся площадка обносится по периметру индивидуальным проветриваемым ограждением, высота которого составляет 1,6 м. На рис. 1 представлена схема установки резервуара.

Рассмотрим схему автономного газоснабжения котельной в коттеджном поселке с использованием СУГ. Предположим, что общее теплотребление составляет около 1150 кВт, необходимое оборудование для газового комплекса составляет: газгольдеры подземного размещения 2 шт. ($V=8,5$ куб. м); испарительная установка с производительностью 100 кг/ч, имеющая в комплекте регулятор низкого давления; полиэтиленовый трубопровод среднего давления под паровую фазу СУГ, идущий от емкостей к котельной; узел слива сжиженного углеводородного газа в резервуар из автоцистерны. На рис. 2 показана схема резервуарного парка.

Владельцы домов, у которых установлено автономное газоснабжение в индивидуальном порядке, дополнительно могут установить телеметрическую информационную систему (ТИС). Это устройство позволяет контролировать уровень газа в газгольдере на расстоянии (с помощью радиопередачи), подключаться к газовым счётчикам и приостанавливать подачу газа (при наличии связи с диспетчерским пультом).

Немаловажна и экологичность автономного газоснабжения: при использовании СУГ не остается ни золы, ни сажи, ни окислов серы и запаха. Все газы или иные виды топлива, которые используются для автономной газификации, полностью соответствуют всем требованиям экологического надзора.

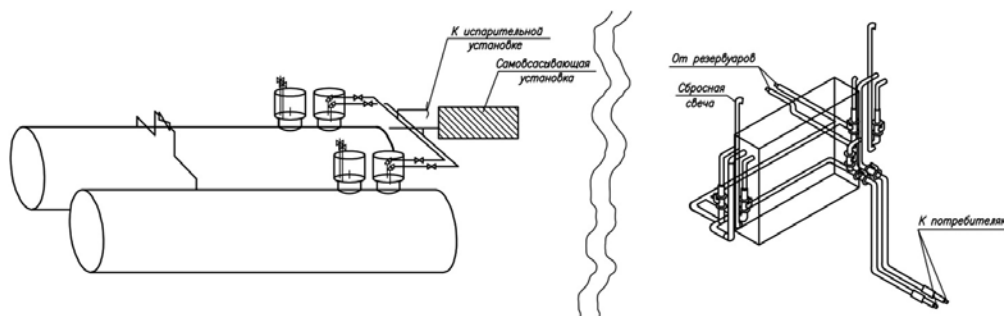


Рис. 2. Схема резервуарного парка

В настоящее время автономная газификация остается наиболее популярным способом решения таких проблем как электроснабжение, отопление в домах, кондиционирования и горячего водоснабжения [1, 2]. В начальный момент автономная газификация требует неплохих предварительных затрат, а срок гарантии на автономную газификацию составляет около тридцати лет. Но, после такого вот относительного небольшого вложения денежных средств можно почувствовать, что цены на коммунальные услуги становятся ниже. И окупаемость автономной газификации происходит меньше, чем через полгода.

Теперь определим общие затраты на сооружение газопроводов различных типов и протяженностей в зависимости от диаметра труб и материала $K(d)$. Были получены следующие зависимости для определения материальных затрат на строительство газораспределительных сетей от диаметра (d) и материала труб:

- для полиэтиленовых газопроводов различных диаметров:

$$K(d)=0,97d + 0,22 \quad (1)$$

- для стальных газопроводов различных диаметров:

$$K(d)= 1.59d+0,22. \quad (2)$$

С учетом структуры затрат на прокладку газопроводов, проанализировано отношение доли стоимости каждой группы затрат к общей сметной стоимости при различных диаметрах.

При рассмотрении доли затрат на материалы в общей сметной стоимости нами было установлено, что она существенно изменяется при переходе от использования трубы одного диаметра к другому.

Все расчеты велись по наиболее используемым диаметрам:

57х3, 89х3, 159х4.5, 273х7, 219х5, 325х8, 426х9, 530х7, 530х7, 630х7, 720х8.

Результаты выложены на графике рис. 3.

Из рис.3 видно, что расходы на трубы из полиэтилена намного ниже, чем на стальные трубы. Преимущество прокладки магистрального газопровода: сделано на века, недостатком является окупаемость самой прокладки газопровода.

В итоге проблема отопления и горячего водоснабжения частных домов заставляет владельцев изыскивать наиболее доступные и эффективные способы обогрева в холодное время года. Многие, решив сэкономить, решаются на дровяное отопление. Но, стоимость дров достаточно высока [3]. Также для использования дровяного отопления необходимо иметь место для их хранения, следить за влажностью иначе горения может и не произойти. Ответвление от магистрального газопровода тянуть тоже дорого, да бывают проблемы с низким давлением газа на ответвлении.

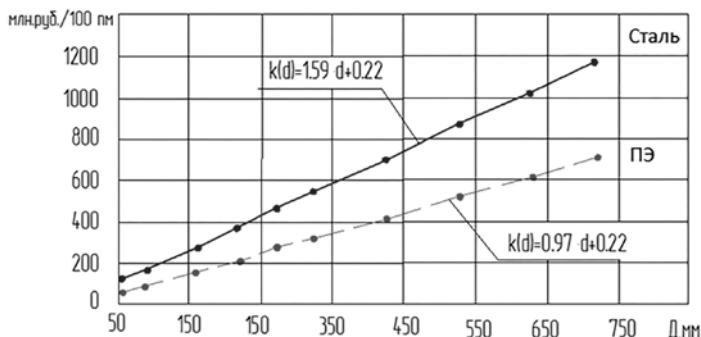


Рис. 3. Расчет материальных затрат на строительство газораспределительных сетей от диаметра и материала труб (в стоимость включается: монтаж, земляные работы, материалы, трубы)

Система автономного газоснабжения успешно решает один из самых больных вопросов проживания за городом: подведение коммуникаций. Приобретая собственный источник энергии, домовладелец оказывается полностью независимым в выборе места для постройки дома. И делать этот выбор может без всякой оглядки на потенциальную возможность или принципиальную невозможность подведения трубопровода к выбранной им точке на карте [4].

Естественно, после того, как будет установлено автономное газоснабжение частного дома, сам дом будет застрахован от возможного падения давления в магистральной газовой сети.

Технические преимущества системы автономного газоснабжения: по конструкции она не сложнее, чем газовая магистраль. При этом автономная система монтируется специально для конкретного дома, а значит, ее работа будет оптимизирована с учетом требований хозяина коттеджа.

Выводы

На наш взгляд для удаленных от газовой магистрали коттеджных поселков наиболее перспективной является автономная газификация. Это и быстрая окупаемость, и независимость от подачи газа на магистральном газопроводе. Здесь исключается возможность резкого падения давления газа и его отключение. При правильной эксплуатации автономное газоснабжение отличается высокой безопасностью и экономичностью.

Литература

1. Бадагуев Б.Т. Газовое хозяйство. М.: Альфа-Пресс, 2013. – 232 с.
2. Гольянов А.И. Газовые сети и газохранилища. Уфа: Изд-во Монография, 2004. – 303 с.
3. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989. – 489 с.
4. Бузырев В.В. Экономика строительства. Санкт-Петербург: Лидер, 2009. – 410 с.



ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ ПУТЕМ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ

*Горячев В.Я., Голобоков С.В., Напалков И.М.,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза*

THE EFFICIENCY IMPROVING OF BUILDING HEATING BY THERMAL CONTROL

*Golobokov, S.V., Gorytchev V.Y., Napalkov I.M.,
Penza State University, Penza*

Аннотация

Эффективность систем отопления определяется техническим состоянием элементов систем, перепадом температур внутри помещений и снаружи, циркуляцией теплоносителя и настройками автоматики. В статье предложены критерии оценки технического состояния систем отопления здания. Выполнен анализ влияния комплекса факторов на тепловую мощность системы, рассмотрено влияние переходных процессов на показатели системы.

В работе предложен метод регулирования мощности систем отопления, не оборудованных автоматическим регулятором. Снижение расхода тепловой энергии на отопление зданий достигается за счет оптимального распределения потоков теплоносителя по ветвям системы и контроля температуры напорной и обратной магистрали.

Предложенные мероприятия позволяют сократить время настройки систем отопления, поддерживать температурный режим в помещениях с наименьшими отклонениями и снизить потребление тепловой энергии на отопление здания. Величина возможной экономии тепловой энергии составит 7 – 11 % для различных типов систем и климатических факторов.

Annotation

The efficiency of heating systems is determined by the technical condition of the elements of the systems, the temperature difference indoors and outside, the coolant circulation and automation settings. The article proposed criteria for assessing the technical condition of the building's heating systems. Analysis of the influence of complex factors on thermal power system transient influence on system performance.

The heating systems power control method, not equipment-automatic controller, were presented on this work. Reduction of thermal energy for heating buildings is achieved through the optimal allocation of coolant flows along the branches and temperature control of system pressure and backward line.

The proposed activities will reduce the setup time of heating systems, maintain the temperature in the premises with the smallest deviations and reduce the consumption of thermal energy for heating buildings. The amount of heat energy savings will amount to 7-11% for different types of systems and climatic factors.

В условиях энергетического кризиса, роста цен на топливно-энергетические ресурсы и тарифов на тепловую энергию к системам отопления жилых и производственных зданий в первую очередь предъявляются требования по надежности и энергоэффективности [1]. Системы отопления должны поддерживать заданный температурный режим в помещениях, затрачивая минимальное количество котельно-печного топлива или потреблять минимальный объем тепловой энергии. Вероятность аварий и отключений должна быть минимальной.

Для этого необходимо выполнить ряд условий, обеспечивающих стабильность и устойчивость режимов работы котельных и централизованных тепловых сетей. К ним относится минимальная температура и скорость циркуляции теплоносителя в обратной магистрали, поддержание рабочего давления, минимальные потери тепловой энергии на транспортировку, минимальное время заполнения систем в случае аварии и т.п.

Проследить влияние большого количества факторов на эффективность работы системы отопления можно на модели, структура которой представлена на рисунке 1.

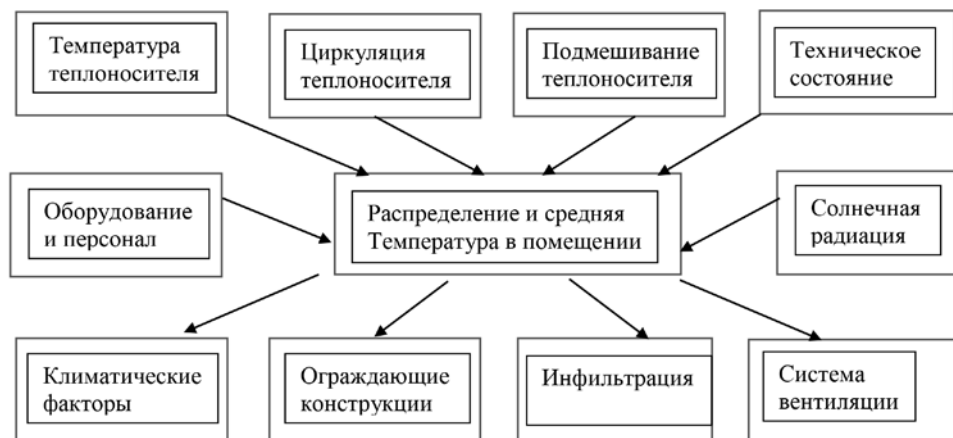


Рис. 1. Модель связей в системе отопления здания

Анализ схемы на рис.1 показывает, что комфортные условия в отапливаемом помещении определяются не только значением средней температуры воздуха, но и распределением температур по площади и по высоте. Верхний ряд факторов задает режим работы системы отопления – тепловую мощность. Нижний ряд факторов формирует мощность тепловых потерь. Существенное влияние на температурный режим в помещении оказывает поступление тепла от работающего оборудования, солнечная радиация и в некоторых случаях – тепловыделение людей и животных.

Условием стабильной температуры воздуха в заданной точке помещения в течение длительного времени является баланс мощностей. Количество теплоты, поступившее внутрь помещения от всех источников, должно равняться суммарным потерям тепла за это же время. Если мощность источников превышает тепловые потери – температура в помещении растет и температурное поле становится более неравномерным. Если мощность источников падает – меняется структура поля и средняя температура в помещении уменьшается.

В реальных условиях стационарный режим работы систем отопления не встречается. Постоянно меняется температура окружающей среды, влажность и скорость ветра, в течение суток изменяется поток солнечной радиации. Технологическое оборудование работает в различных режимах или в течение длительного времени может быть выключено. Меняются режимы работы котельной, работает автоматика и системы защиты в тепловых сетях. Включение систем вентиляции также влияет на температурный режим в помещении.

Все вышеперечисленные факторы на температуру в помещении влияют по разному и с некоторой задержкой по времени. Тепловые процессы очень инерционны, это обусловлено значительными массами систем отопления, ограждающих конструкций и огромной теплоемкостью воды. Даже при полном отключении отопления температура в помещении сохраняется несколько часов. Влияние солнечной радиации заметно в течение дня, а проветривание помещения влияет на температуру весьма непродолжительно.

Тепловую мощность системы отопления в зависимости от сочетания всех факторов требуется изменять. Регулирование мощности выполняется в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режиме. В большинстве тепловых сетей для регулирования подачи теплоносителя применяются вентили и задвижки. Вращением маховичка изменяют проходное сечение в корпусе крана и тем самым меняют объемный расход теплоносителя.

Оперативный дистанционный контроль выполняется с помощью тепловизора [4]. Тепловизионный снимок позволяет определить как саму температуру элементов систем отопления, так и визуально получить распределение в пространстве. Тепловизионная съемка позволяет определить техническое состояние элементов системы, выявить скрытый брак, дефекты монтажа, неправильную настройку, вскрыть аварийную ситуацию, распознать места прокладки магистралей и трубопроводов, сократить время регулирования систем [2,3].



На рисунке 2 показаны тепловые снимки радиатора отопления М-100 в режиме полной и частичной мощности. Тепловой снимок позволит быстро обнаружить радиаторы и ветви в помещении, неисправные или работающие в режиме малой мощности [3,5].

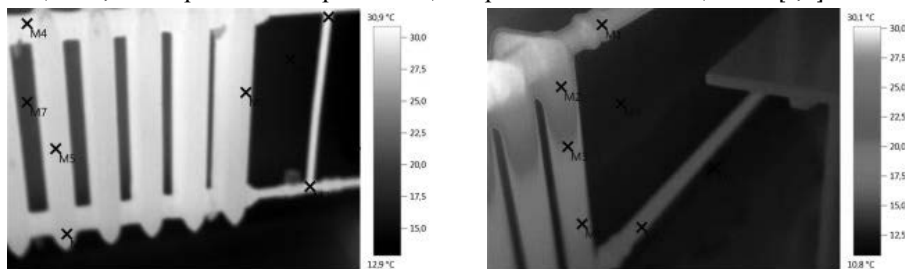


Рис.2. Тепловой снимок радиатора в режиме полной и малой мощности

На рисунке 3 слева представлен тепловой снимок отключенного радиатора. Теплоноситель проходит по байпасному каналу, радиатор холодный. На снимке справа показан пример неправильной регулировки соседних ветвей отопления. Температура трубы слева по цветовой диаграмме составляет 45,0°C а в правой трубе всего 15,0 С [4]. Либо прикрыт вентиль в подающей магистрали, либо трубопровод забит ржавчиной и вода медленно циркулирует, либо ветвь ошибочно включили на питание от обратной магистрали [3].

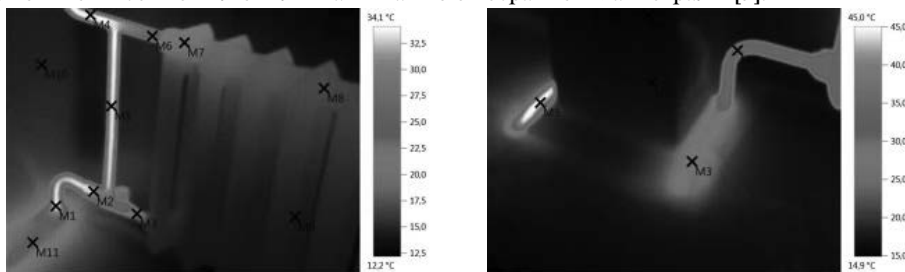


Рис.3 Тепловой снимок радиатора и соседних ветвей системы отопления

На рис. 4 представлен снимок биметаллического и чугунного радиатора. Левая часть биметаллического радиатора более холодная, циркуляция теплоносителя по внутренним каналам ограничена. Причиной может быть заводской брак или дефект монтажа. Чугунный радиатор на снимке слева имеет температуру поверхности около 35 °С, а температура в подающей магистрали – 45°C. По снимку видно, что радиатор подключен патрубком малого сечения, вероятно это и является причиной малой мощности радиатора.

С помощью тепловизора можно установить места прокладки закрытых трубо-проводов, обнаружить скрытые дефекты монтажа, места протечек, стыков и соединений [6]. На рисунке 5 представлен снимок в видимых и инфракрасных лучах системы «Теплый пол». Визуализация линий закладки труб позволит безопасно выполнить монтажные работы сантехнического оборудования и оптимизировать его размещение в помещении [4].

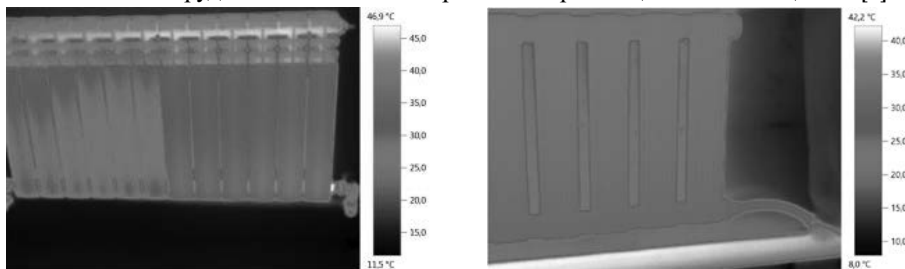


Рис.4. Тепловой снимок биметаллического радиатора и подвода чугунного.



Тепловизионная съемка позволяет быстро обнаружить неисправности системы отопления, сократить время на настройку циркуляции ветвей и регулирование температуры теплоносителя, повысить точность настройки и дает объективную информацию [6]. В первую очередь рекомендуется к применению в системах с ручным регулированием. В случае ошибки нарушается температурный режим, в помещении будет холодно или очень жарко. Во втором случае обычно открывают окна и тепло уходит на улицу. В результате происходит перерасход теплоносителя в одной ветви системы и недостаток подачи тепла в другой.

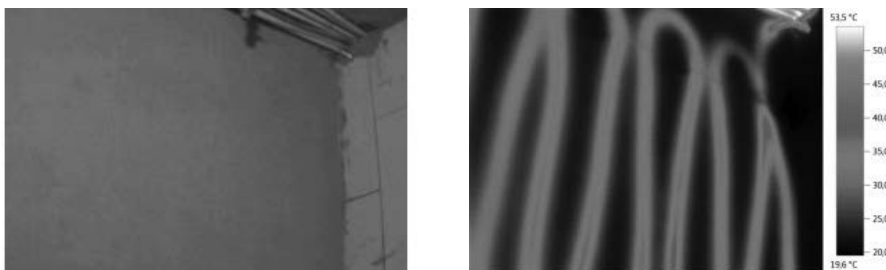


Рис.5. Тепловой и фотоснимок системы «теплый пол».

Повышение эффективности и снижение потребления тепловой энергии можно достигнуть за счет равномерной подачи теплоносителя и оптимальной работы системы отопления в целом [2,5]. Расчетное значение экономии тепловой энергии для различных условий составит 7 – 11 %. Тепловизионная съемка позволяет провести раннюю диагностику технического состояния систем отопления и сократить число аварий и отключений в системе.

Литература:

1. Федеральный Закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности»
2. Термография для систем отопления [Интернет-ресурс] www.testo.ru
3. Горячев В.Я., Голобоков С.В., Кожичкин Д.Ю. Диагностика технического состояния промышленных объектов методом тепловизионных исследований. Труды международного симпозиума «Надежность и качество».- Пенза: изд-во ПГУ, - 2013, т.2 с. 27-30
4. ГОСТ 26629-85. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций
5. Горячев В.Я., Голобоков С.В., Мартынов Н.Н. Повышение надежности систем отопления. Труды международного симпозиума «Надежность и качество».- Пенза: изд-во ПГУ- 2013, т.2 с. 30-34
6. Применение тепловизионной диагностики [Интернет-ресурс] www.infraredtraining.ru



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ В СИСТЕМЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

*Гиниятов А.М., Барышева О.Б., Хабибуллин Ю.Х.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

EFFICIENCY OF APPLICATION OF POLYETHYLENE PIPES IN SYSTEM OF GAS SUPPLY

*Giniyatov A.M., Barysheva O.B., Khabibullin Yu. Kh.,
Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan*

Аннотация

Газоснабжение представляет собой сложнейшую инженерную систему, обеспечивающую безопасную, бесперебойную подачу газа по трубам ко всем потребителям. Трубы для газоснабжения являются составной частью этой сложной инженерной системы. Трубы бывают в стальном и полиэтиленовом исполнении в зависимости от давления газа. Вопрос энергоресурсосбережения, в наше время, особенно в период кризиса, является актуальным. Поскольку полиэтиленовые (ПЭ) трубы намного дешевле, чем сталь и намного долговечнее, то остановимся на рассмотрении эффективности применения таких труб применительно к поселку городского типа. Анализ полученных результатов говорит о том, что с каждым годом увеличивается потребление ПЭ труб в системах газоснабжения.

Annotation

Gas supply is a complex engineering system that provides a secure, uninterrupted supply of gas through pipes to all consumers. Pipes for gas supply are part of this complex system engineering. The pipes are in stainless steel and plastic design in dependence on the gas pressure. The question of energy saving, in our time, especially in times of crisis, is actual. Since polyethylene (PE) pipe is much cheaper than steel and much more durable, it will focus on reviewing the effectiveness of the use of such pipes in relation to the urban-type settlement. Analysis of the results suggests that increased consumption of PE pipes in gas supply systems with each passing year.

Актуальность

При строительстве подземных газопроводов широко используются полиэтиленовые трубы, которые обладают рядом преимуществ по сравнению со стальными. Полиэтиленовые трубы для газоснабжения укладывают прямо в грунт без специальной защиты и изоляции, в которых нуждаются стальные трубы. Полиэтиленовые трубы весят в 7 раз меньше стальных аналогичного диаметра и поставляются в бухтах или намотанными на барабаны. Высокая пластичность полиэтиленовых труб для газоснабжения и прочность на разрыв позволяют прокладывать их в пучинистых грунтах и в регионах с повышенной сейсмической активностью. Они не боятся почвенной коррозии, не требуют защиты от блуждающих токов, легче стальных в два-четыре раза, выпускаются длинномерными отрезками, требуют меньших затрат на транспортировку. В отличие от стали, физические и химические свойства полиэтиленовых труб гарантируют герметичность и устойчивость к потере массы под воздействием агрессивных веществ, находящихся в почве и в транспортируемой среде, в течение всего срока эксплуатации. Полиэтиленовые трубы стойки к деструкции в атмосферных условиях. Полиэтиленовые трубы пластичны, радиус изгиба труб - не менее 10 наружных диаметров. Поэтому при монтаже трубопровода требуется меньше соединительных деталей, упрощается проектирование и строительство трубопровода. Для сварки полиэтиленовых труб не требуется тяжелая техника, ниже потребление электроэнергии по сравнению со сваркой стальных труб. Применение длинномерных труб в бухтах снижает количество сварных соединений в 15-20 раз. Все это значительно ускоряет строительство полиэтиленового трубопровода и снижает стоимость монтажа.



Использование полиэтиленовых труб для газоснабжения населенных пунктов

При выборе трассы полиэтиленового газопровода необходимо учитывать также расположение в районе трассы тепловых сетей, водоводов и других подземных коммуникаций, проведение ремонтных работ на которых может привести к повреждению полиэтиленовых труб.

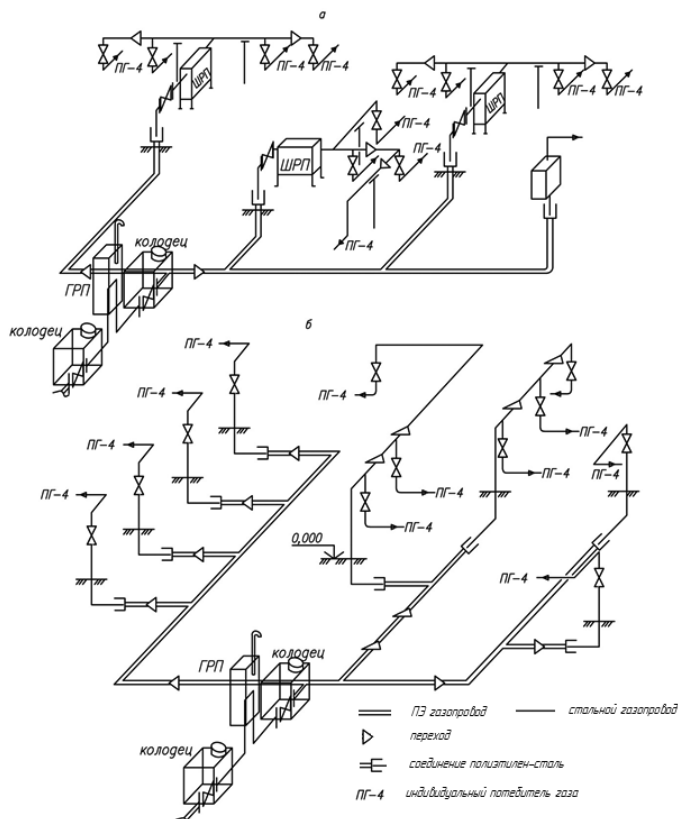


Рис. 1. Схемы использования полиэтиленовых труб для строительства внутрипоселковых газопроводов

На рис. 1, показан пример использования полиэтиленовых труб для внутрипоселкового газопровода среднего давления. На рис. 1, б – пример использования полиэтиленовых труб для подземной части внутрипоселкового газопровода низкого давления.

Соединение стальных и полиэтиленовых участков газопроводов-вводов целесообразно осуществлять при помощи неразъемных соединений «полиэтилен-сталь». Присоединения ответвлений от распределительных (уличных) газопроводов к индивидуальным потребителям должны предусматриваться при помощи литых соединительных деталей (тройников, отводов), в том числе с закладными нагревателями. Для газопроводов из ПЭ 80 (ПСП) присоединение ответвлений рекомендуется осуществлять при помощи седловых отводов с ЗН. Для газопроводов из ПЭ 63 (ПНД) присоединение ответвлений может производиться при помощи узлов врезок, самостоятельно изготавливаемых строительными организациями на базе стандартного тройника, врезаемого в газопровод. Изготовление такого тройникового узла врезки и его монтаж должна производиться по специальной технологической карте, утвержденной в установленном порядке, при этом должны быть предусмотрены тщательная подсыпка и уплотнение грунта в местах их расположения. На рис. 2 приведен общий вид присоединения стального газопровода-ввода низкого давления к распределительному полиэтиленовому газопроводу при помощи тройникового узла врезки.

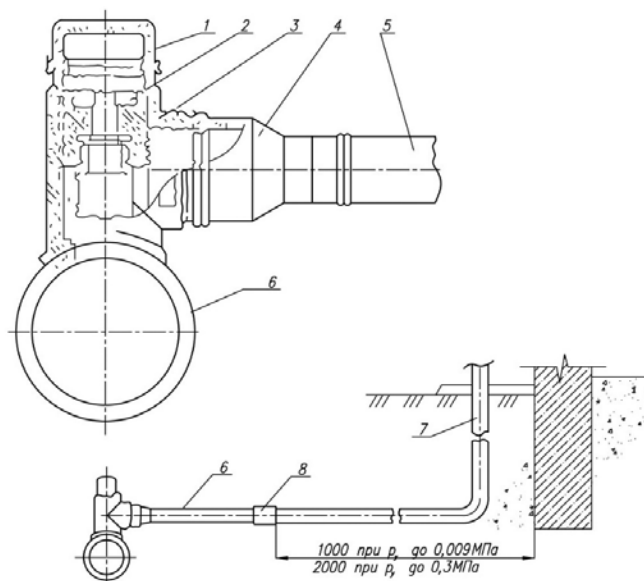


Рис. 2. Присоединение стального газопровода-ввода к распределительному полиэтиленовому газопроводу при помощи тройникового узла врезки:

- 1 - заглушка; 2 - фреза; 3 - тройник; 4 - переход; 5 - полиэтиленовый патрубок газопровода-ввода;
6 - труба распределительного газопровода, 7 - стальной цокольный ввод;
8 - соединение полиэтилен-сталь

При выборе схем газоснабжения населенных пунктов возможны следующие варианты применения полиэтиленовых труб: все подземные распределительные сети низкого давления, включая подземную часть газопроводов-вводов для каждого отдельного потребителя; все подземные распределительные сети среднего давления с установкой перед каждым потребителем индивидуальных регуляторов давления газа; все подземные распределительные сети среднего давления с установкой шкафных блочно-комплектных газорегуляторных пунктов на группу потребителей газа и последующим переходом на стальные газопроводы низкого давления [1].

Для предотвращения скапливания конденсата в газопроводных системах низкого давления следует, при необходимости, предусматривать конденсатосборники с уклоном к ним не менее 2%. Если по условиям рельефа местности не может быть создан необходимый уклон, допускается предусматривать прокладку газопровода с изломом в профиле с установкой конденсатосборника в нижней точке.

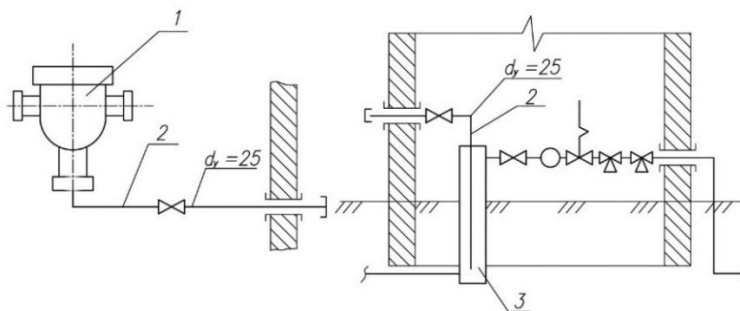


Рис. 3. Схемы удаления конденсата:

- 1 - фильтр; 2 - газопровод для удаления конденсата; 3 - емкость переходная



Трасса газопровода на территории населенного пункта должна обозначаться в местах поворотов и через каждые 200 м на прямолинейных участках с помощью привязки к зданиям, каменным оградкам и т.д.

Для вновь проектируемых участков газопроводов на территории городов, как правило, должны предусматриваться технические решения, предупреждающие при выполнении земляных работ о прохождении на данном участке полиэтиленового газопровода. Например, укладка на расстоянии 0,25 м от верха трубопровода полиэтиленовой сигнальной ленты шириной не менее 0,2 м с несмываемой надписью «Газ». Для участков пересечений со всеми инженерными коммуникациями это требование обязательно. Лента должна быть уложена вдоль газопровода на расстояние не менее 2 м в обе стороны от пересекаемого сооружения [2].

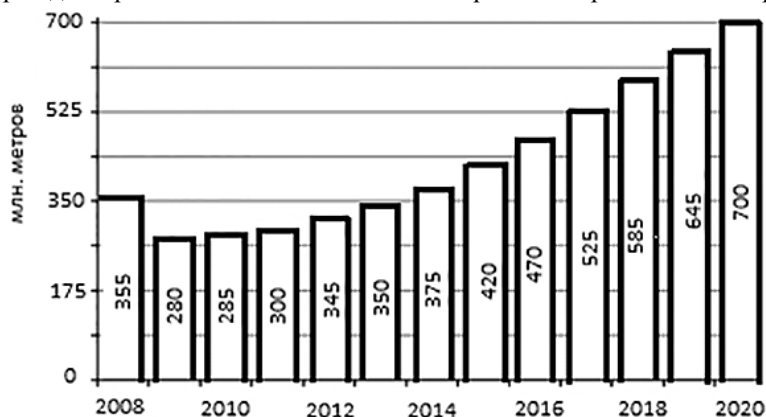


Рис. 4. Потребление труб в системах газоснабжения в России, млн. метров

На рис. 4 представлено потребление труб в системах газоснабжения в России. С каждым годом идет увеличение потребности в ПЭ трубах в связи с их характеристиками и долгим сроком службы до 50 лет.

Выводы

В итоге в рассматриваемом нами периоде с 2008-2020 гг. потребление ПЭ труб в системах газоснабжения в России растет. Причина роста банальна. Простота монтажа и дешевизна по сравнению со стальными трубами. В этом и заключается ресурсосбережение в плане газификации с применением ПЭ труб.

Литература

1. Нехаев Г.А. Проектирование и расчет стальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров низкого давления. М.: Изд-во АСВ, 2005, – 216 с.
2. Шурайц А.Л. Каргин В. Ю., Вольнов Ю. Н. Газопроводы из полимерных материалов. Саратов: Волга - XXI век, 2007. – 612 с.



УМНАЯ ЭКОНОМИЯ

*Дудков Д.А., Петров А.А.,
ROCKWOOL Russia - ЗАО «Минеральная Вата», г.Москва*

THE SMART ECONOMY

*Dudkov D.A., Petrov A.A.,
ROCKWOOL Russia - ZAO «Mineralnaya Vata», Moscow*

Аннотация

В статье рассматриваются особенности выбора теплоизоляционного материала, используемого с целью выполнения норм плотности теплового потока трубопроводов, с учетом, как стоимости самого теплоизоляционного материала, так и всех комплектующих.

Annotation

The article describes the features of the thermal insulation choice used to fulfill the flux density norms of pipelines, taking into account the cost of all the accessories as well as the cost of the insulation material.

С учётом действующей программы снижения энергоёмкости ВВП, а также общему курсу на повышение энергоэффективности, задача сбережения ресурсов сегодня особенно актуальна. Связанная напрямую со сроками окупаемости различных мероприятий, она принуждает проектные и подрядные компании изыскивать наиболее эффективные инструменты оптимизации расходов, для того чтобы быть востребованными и сохранить свои позиции на рынке. В данной статье мы разберем, как благодаря использованию современных российских материалов можно сократить расходы на теплоизоляции трубопроводов на 30% и более.

В таблице 1 представлены результаты теплотехнического расчета толщины изоляционного слоя для обеспечения необходимого уровня нормативных тепловых потерь согласно приложению В 2.1 [1].

Исходные данные:

- диаметр трубопровода: 273 мм;
- длина: 100 п.м;
- расположение: улица;
- покрытие: металл;
- режим работы: более 5000 часов;
- регион: Нижнекамск;
- температура в трубопроводе: 200°C;
- наружная температура: 3°C (среднегодовая температура [2]).

Коэффициенты теплопроводности и монтажного уплотнения приняты для матов M1-100 по ГОСТ 21880-94, для матов из каменной ваты прошивных ROCKWOOL WIRED MAT и матов из каменной ваты ROCKWOOL TEX MAT – по ТУ 5762-050-45757203-15

Для обеспечения одинаковых норм потерь тепла с 1 м.п. трубопровода потребуется разная толщина изоляции. Это связано с тем, что коэффициенты теплопроводности среднего слоя ($\lambda_{\text{ср}}$) материалов M1-100 и WIRED MAT 80 отличаются на 0,016 Вт/м*°C, что при заданных условиях приводит к разнице в толщине изоляции на 50 мм (чем выше температура теплоносителя и больше диаметр трубы, тем больше будет разница толщин, здесь 150 и 100 мм соответственно).



Таблица 1

Результаты расчёта толщины теплоизоляции

Наименование	D_n - наружный диаметр трубы	λ_{cp} - коэффициент теплопроводности при температуре среднего слоя изоляции	q - нормированная плотность теплового потока	Толщина изоляции расчётная	Коэффициент монтажного уплотнения	$\delta_{из}$ - толщина изоляции заказная
	м	Вт/м*°C	Вт/м	мм		мм
M1-100	273	0,06	114,8	149	1,2	180
WIRED MAT 80		0,044		98	1	100
WIRED MAT 105		0,044		98	1	100
TEX MAT		0,054		131	1,2	160
WIRED MAT 50		0,054		131	1,2	160

Следует учесть, что для того чтобы получить расчетную толщину изоляции мата M1-100 в конструкции, заказывать необходимо толщину с учетом коэффициента монтажного уплотнения изделий (КМУ). Учитывая, что КМУ WIRED MAT 80 равен единице, а КМУ M1-100 - 1,2, разница между толщиной применяемых материалов достигает уже 80 мм (рис. 1).

$$\delta_{(WIRED MAT 80)} * k = 100 \text{ мм};$$

$$\delta_{(M1-100)} * k = 180 \text{ мм},$$

где:

δ - толщина материала, мм;

k - коэффициент монтажного уплотнения.

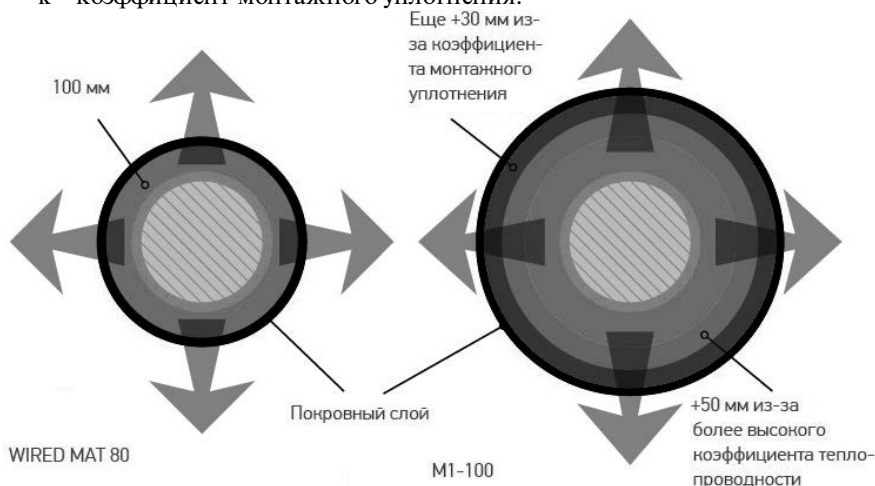


Рис.1 Изменение толщины изоляционной конструкции из разных теплоизоляционных материалов при обеспечении выполнения равных теплотерь



Для полного комплексного сравнения необходимо выполнить расчёт стоимости монтажа изоляции и покровного слоя на трубе длиной 100 п.м.

Время на монтаж 1 м³ теплоизоляции трубопровода = 18,85 нормо-часа, а стоимость 1 нормо-часа = 131,14 руб., следовательно, стоимость монтажа 1 м³ матов прошивных составит: 18,85 нормо-часов*131,14 руб./нормо-час = 2472 руб.

Объем теплоизоляции WIRED MAT 80 толщиной 100 мм на 100 м.п. трубопровода диаметром 273 мм составит:

$$(\pi*(D_n+2*\delta_{из})*l_{тр})*\delta_{из} = (3,14 * (0,273м + 2*0,1м)*100м)*0,1м = 14,85 м^3.$$

где:

$$\pi = 3,14;$$

D_n – наружный диаметр трубы, м;

$l_{тр}$ – длина трубопровода, м;

$\delta_{из}$ – толщина изоляции, м.

Объем теплоизоляции М1-100 толщиной 180 мм на 100 м.п. трубопровода диаметром 273 мм составит:

$$(\pi*(D_n+2*\delta_{из})*l_{тр})*\delta_{из} = (3,14*(0,273м + 2*0,18м)*100м)*0,18м = 37,58 м^3.$$

Умножаем объем материала на стоимость монтажа 1 м³, чтобы узнать стоимость монтажа теплоизоляции участка трубопровода:

$$\text{Для WIRED MAT 80} = 14,85 м^3 * 2472 \text{ руб./м}^3 = 36\,710 \text{ руб.}$$

$$\text{Для М1-100} = 37,58 м^3 * 472 \text{ руб./м}^3 = 88\,448 \text{ руб.}$$

ВЫВОД 1: разница только в стоимости монтажа теплоизоляции составит 51 738 руб., или 58,5%.

Помимо теплоизоляционного слоя в состав теплоизоляционной конструкции [1] входит в обязательном порядке покровный слой, который на открытом воздухе наиболее часто выполняется из стальных листов. И его монтаж также имеет свою стоимость, которая тем больше, чем больше площадь или диаметр изолированной трубы.

Монтаж 1 м² покровного слоя из листов стальных или оцинкованных – 1,48 нормо-часов, а стоимость 1 нормо-часа – 131,14 руб., следовательно, стоимость монтажа 1 м² покровного слоя = 1,48 нормо-часов*131,14 руб./нормо-час = 194 руб.

Площадь покровного слоя для теплоизоляции WIRED MAT 80 – 100 мм на 100 м.п. трубопровода диаметром 273 мм составит:

$$\pi*(D_n+2*\delta_{из})*l_{тр} = 3,14*(0,273м + 2*0,1м)*100м = 148,5 м^2$$

Площадь покровного слоя для теплоизоляции М1-100 составит¹:

$$\pi*(D_n+2*\delta_{из})*l_{тр} = 3,14*(0,273м + 2*0,15м)*100м = 180 м^2$$

Стоимость монтажа покровного слоя для участка трубопровода составит:

$$\text{для мата WIRED MAT 80 – 100 мм} = 148,5 м^2 * 194 \text{ руб./м}^2 = 28\,809 \text{ руб.}$$

$$\text{для мата М1-100 – 180 мм (150 мм в конструкции)} = 180 м^2 * 194 \text{ руб./м}^2 = 34\,920 \text{ руб.}$$

ВЫВОД 2: Разница в стоимости монтажа покровного слоя составит 6111 руб. При этом стоимость покровного слоя на 100 погонных метров трубопровода для WIRED MAT 80 – 38 616 руб., для М1-100 – 81 260 руб. (разница – 13 062 руб.).

Общая итоговая разница: 13 062 + 6111 = 19 173 руб. на приобретение и монтаж только покровного слоя. Учитывая тот факт, что чем больше толщина изоляции на трубопроводе, тем больше покровного слоя (стальной или оцинкованный лист) понадобится, то при использовании матов М1-100 понадобится на 17,5% покровного слоя больше и монтаж будет на 17,5% дороже, чем при использовании WIRED MAT 80.

1 В данной формуле используется толщина уплотнённой смонтированной изоляции – 150 мм.



Таблица 2

Стоимость монтажа теплоизоляционной конструкции.

Наименование	Стоимость	Площадь поверхности изолированного трубопровода	Объем изоляции на 100 м.п.	Стоимость материала на 100 м.п.	Стоимость монтажа ТИ	Стоимость покровного слоя	Стоимость монтажа покровного слоя	Итого
	руб./м ³	м ²	м ³	руб.	руб.	руб.	руб.	руб.
М1-100	2600	198,76	35,78	93 021	88 448	51 678	34 920	268 067
WIRED MAT 80	5566,3	148,52	14,85	82 672	36 710	38 616	28 809	186 807
WIRED MAT 105	6072,1	148,52	14,85	90 184	36 710	38 616	28 809	194 340
TEX MAT	3298,8	186,20	29,79	98 279	73 646	48 413	32 468	252 806
WIRED MAT 50	4277,5	186,20	29,79	127 437	73 646	48 413	32 468	381 964

ИТОГ: Сравнивая комплексное решение, а именно итоговую стоимость изолированной трубы длиной 100 метров с учетом изоляции, покровного слоя и стоимости монтажа, мы видим, что применение изоляции ROCKWOOL WIRED MAT 80 в конечном счете экономит на 100 метрах 81 260 руб., что составляет 30,3% по сравнению с М1-100 (см. табл. 2).

Таким образом, при проведении расчета стоимости конкретного проекта, необходимо учитывать не только цену 1 куб. м конкретного утеплителя, а множество факторов: теплопроводность материала, сколько его потребуется на весь проект, расходы на монтажные работы и дополнительное оборудование и т.д. Сделав несколько вариантов расчета с разными материалами, в итоге можно получить неожиданный результат. Вполне возможно, что утеплитель, 1 куб. м которого изначально стоит дороже, окажется более выгодным, чем его дешевый аналог. Учитывая, что на промышленных объектах изолируются трубы длиной по несколько тысяч метров, экономия может исчисляться миллионами рублей.

Литература

1. Свод Правил СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003».
2. Свод Правил СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*».



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ЗДАНИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Крамина Т.А.,

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

IMPROVEMENT OF THE ENERGY-EFFICIENCY OF BUILDINGS USING THE GIDROTHERMIC ENERGY

Kramina T.A.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы проектирования, строительства и эксплуатации энергоактивных зданий, конструкции которых совмещены с устройствами преобразования низкопотенциальной гидротермальной энергии. Использование возможностей этого вида энергии, в отличие от других возобновляемых источников, недостаточно изучено и, как следствие этого, не нашло массового применения. Поэтому данное исследование является весьма актуальным звеном в общем спектре проблем энергоресурсосбережения.

Annotation

This paper focuses on design, construction and application of energy-active buildings whose structure incorporates devices for extraction, transformation and utilization of the low-potential geothermal energy. In contrast to other renewal energy sources, this one has not been thoroughly analyzed and studied, and, as a result, has not been widely applied in practice. Accordingly, this work represents an important research in area of the energy-resource preservation.

В данной работе рассматривается возможный сегодня и перспективный в будущем вклад одного из менее изученных возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в топливно-энергетическом балансе здания. В частности, изучаются вопросы использования гидротермальной энергии как источника тепло- и холодоснабжения зданий.

В связи с отсутствием горячих термальных источников на территории РТ задача заключалась в оценке теплоресурсов земельных участков, прилегающих к зданиям с естественным или улучшенным энергетическим потенциалом. При этом учитывалось геологическое строение и характеристика температурного режима 20-метрового слоя грунта, водосодержание слоев грунта в окрестностях здания, степень извлекаемости воды, теплоемкость и теплопроводность пород основания под зданием и его окрестностях, включая водоносные и водонасыщенные слои; температурный режим и возможности извлечения в экологически безвредных масштабах запасов теплоты из прилегающих к району застройки естественных или искусственных водоемов, длительность сезона отрицательной температуры и сезонные изменения нулевой изотермы в грунте. Так, например, изучение влияния изменения плотности и влажности грунта на удельную теплоемкость в реальных условиях, а именно в ограждающих конструкциях, показало, что изменение влажности песка на 20% может увеличить теплопроводность более, чем в 2 раза. При увеличении плотности грунта увеличивается теплопроводность массива и улучшается протекание теплообменных процессов при эксплуатации.

Произведенная гидрогеологическая оценка грунтовых вод в водонасыщенных слоях почвы показала, что эффективность использования гидротермальной энергии существенно возрастает в районах расположения глубинных запасов воды, вызывающих дополнительный подогрев массивов земли под зданием.

Гидротермальная энергия по своей физической сути существенно отличается от других возобновляемых видов энергии таких, как ветровая или солнечная. Это низкопотенциальная тепловая энергия, накопленная в естественном аккумуляторе высокой энергоемкости,



характеризующаяся повышенной стабильностью энтальпии и температуры, изменения которых носит слабовыраженный сезонный и суточный характер, уменьшающийся с глубиной, отсчитываемой от спланированной поверхности земли. Разработанная модель использования гидротермальной энергии включает в себя:

1. узел подачи и отбора энергии внешнего источника с непосредственным подводом теплоносителя к конструкциям здания в одноконтурных вариантах теплообмена;
2. теплообменник в двухконтурных вариантах при повышенной загрязненности или агрессивности теплоносителя в естественном аккумуляторе (грунтовая вода на химическом предприятии или производственные стоки);
3. систему каналов для подачи теплоносителя в здании или его рециркуляции между аккумулятором и потребителем;
4. насос для принудительной регулируемой циркуляции теплоносителя в системе; теплообменники системы термостатирования здания, имеющие развитую площадь и которые целесообразно совмещать с ограждающими конструкциями здания [1].

При проектировании зданий с использованием гидротермальной энергии немаловажное значение имеют следующее градостроительные аспекты: выбор участка застройки должен осуществляться исходя из: 1) энергетической оценки площадки; 2) доступности; 3) простоты извлечения энергии; 4) наличия свободной от застройки территории, достаточной для размещения питающего здания гидротермального коллектора. Основным критерием оценки предпочтительности того или иного участка является минимум приведенных затрат на единицу энергии, получаемой от возобновляемого источника.

Проектирование гидроэнергоактивных зданий требует выработки специфических, нетрадиционных конструктивных приемов. Вода как источник энергии может применяться в системах термостатирования производственных и других зданий с отдачей или отбором тепловой энергии в зависимости от ее дефицита или избытка в тепловом балансе здания. Возможны следующие варианты гидроэнергоснабжения здания: напорный поток сбросных вод ТЭЦ или промзданий; воды, подаваемые из реки с теплообменом, осуществляемым при открытом настильном протекании струй по поверхности конструкций зданий или в полостях ограждающих конструкций; напорная подача воды через трубчатые теплообменники; размещенные в ограждениях зданий и подключенные к водопроводной сети; вода из водонасыщенного слоя грунта или водоема в окрестностях здания, также подающиеся через трубчатые теплообменники.

В основе проектирования лежит принцип полифункциональности системы, когда водозаборные конструкции, теплообменные и циркуляционные каналы совмещаются с конструкциями здания.

Один из приемов осуществления этого принципа заключается в выполнении фундамента здания в виде резервуара, конструкция которого аналогична устройству фильтров грубой и тонкой очистки, применяемых в водозаборных сооружениях. Новая функция фундамента потребовала произвести его теплоизоляцию, причем из влагостойких материалов, таких как минеральная вата на основе базальтового волокна.

Еще один конструктивный прием, эффективный при глубоком залегании грунтовых вод, заключается в модернизации свайных фундаментов, а именно, изготовлении полых теплообменных свай.

В решениях, предусматривающих подачу воды в виде струй, теплообменник следует совмещать с наружной поверхностью омываемых струями воды конструкций таких, как стены, окна, витражи, покрытия. К герметичности таких конструкций следует предъявлять повышенные требования. Для обеспечения этих требований целесообразно рекомендовать материалы системы «Пенетрон», которые обеспечивают водонепроницаемость всей толщи бетонных и железобетонных конструкций, и вносятся в состав бетона на стадии бетонирования. Для наружной гидроизоляции каменных и бетонных поверхностей, герметизации швов, стыков, сопряжений незаменим пенекрит, пенепбар, пенеплаг и другие современные материалы.



Заслуживает внимания еще один прием проектирования энергоактивных зданий. Это использование гидроколлектора – специального теплотехнического устройства, также совмещенного с ограждением здания. В его состав входит теплообменник для низкопотенциального жидкостного теплоносителя, предназначенного для термостатирования, т.е. обогрева или охлаждения. Гидроколлекторы открытого и полукрытого типа применять можно в качестве самостоятельного ограждения или заполнения оконного проема в стене.

Гидротермальные коллекторы закрытого типа с улучшенным потенциалом теплоносителя и температурой, достаточной для требуемого обогрева или охлаждения помещений, следует выполнять совмещенными со слоями ограждения, обращенными в сторону помещения, в виде внутренней облицовки стены, покрытия, перекрытия, либо в виде глухого экрана или подэкранной прослойкой, сообщающейся с помещением.

Большинство низкопотенциальных гидротермальных источников энергии характеризуется значительной нестабильностью температурных параметров, колебания которых имеют сезонный, суточный и случайный характер, зависящий при этом от климатических условий. Целесообразно было бы рекомендовать совмещение использования гидротермальных коллекторов с коллекторами других типов, например, с коллекторами солнечной энергии.

В заключении хотелось бы отметить, что возобновляемые источники по абсолютным показателям дают весьма впечатляющую картину – солнечная энергия может покрыть большую долю потребности человечества без экологических последствий; энергия получаемая от ежегодно производимого на Земле объема биомассы, на порядок больше эквивалента годовой добычи нефти, менее 1% энергетического потенциала ветроэнергии может обеспечить половину мировой потребности в энергии. Однако сегодняшние реалии использования ВИЭ на два порядка ниже общеоценочных возможностей [2]. Поэтому так важно проводить такую инвестиционную политику, которая позволила бы всемерно развивать и совершенствовать индустриальные методы комплексного использования различных видов ВИЭ для крупномасштабного их применения.

Литература

1. Михеев А.П., Береговой А.Б., Петрянина Л.Н. Проектирование зданий и застройки населенных мест с учетом климата и энергосбережения. – Пенза: Издательство ПГУ-АС, 2012. – 225 с.
2. Ахтырский А.А., Скольник Г.М. Экономия топлива и тепловой энергии в ЖКХ. – М.: Издательство «Энергия», 2014. – 124 с.



ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ НЕ НАКОПЛЕНИЯ ПАРООБРАЗНОЙ ВЛАГИ

Сафин И.Ш.,

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

THE RATIONALE FOR THE SELECTION OF FACADE SYSTEMS WITH OUTER INSULATION FROM THE CONDITIONS OF ACCUMULATION OF VAPOROUS MOISTURE

Safin I.Sh.,

Kazan state University of architecture and construction, Kazan

Аннотация

Современные ограждения зданий выполняются в виде многослойных конструкций, состоящих в основном из трех функциональных слоев: конструкционного, теплоизоляционного и облицовочного. Каждый слой выполняет свои функции: конструкционный слой обеспечивает прочность и надежность стены, теплоизоляционный слой отвечает за теплозащиту зданий, а облицовочный слой – защищает стену от различных атмосферных воздействий и придает фасаду эстетически завершенный вид.

В процессе эксплуатации через стены диффундирует водяной пар, величина которого зависит от многих факторов. В данной работе делается обоснование выбора материала облицовочного слоя, обеспечивающего не накопление водяного пара в слоях ограждающей конструкции.

Annotation

Modern enclosing structures of buildings are made in the form of multilayer structures, consisting mainly of three functional layers: structural, heat insulating and cladding. Each layer performs its function: the structural layer provides the durability and reliability of walls, insulation layer is responsible for the thermal protection of buildings, and the cladding layer – protects the wall from various atmospheric influences and gives the facade aesthetically finished appearance.

Water vapor diffuses through walls. In the process of exploitation, its magnitude depends upon many factors. The choice of the cladding layer material, ensuring no accumulation of water vapor in the layers of the building envelope, is made justification in this work.

Наружные ограждающие конструкции разделяют собой две разные среды, внешнюю и внутреннюю. С внутренней стороны ограждения должны поддерживать в помещениях зданий оптимальные температурно-влажностные и санитарно-гигиенические параметры микроклимата помещений, а с наружной стороны обеспечивать защиту от неблагоприятных атмосферных воздействий, к которым относятся солнечная радиация, пониженные и повышенные значения температуры и влажности воздуха, разного вида осадки и ветра.

В результате физико-климатических воздействий с двух сторон, наружные стеновые ограждения оказывают сопротивление процессам теплопередачи, паропроницанию и воздухопроницанию из одной среды в другую.

При проектировании теплозащиты наружных стен основное внимание уделяется энергосбережению, то есть, экономии затрат энергии на отопление здания, что повлекло за собой появление многослойных конструкций наружных стен. В многослойных стенах каждый слой выполняет свои функции: конструкционный – воспринимает нагрузки, теплоизоляционный – препятствует потерям тепла, облицовочный – защищает от атмосферных воздействий.

Влажностный режим многослойных конструкций учитывается исходя из соответствия или не соответствия нормативным требованиям.

В процессе эксплуатации зданий влажностное состояние материалов ограждающих конструкций изменяется в зависимости от конструктивных особенностей, свойств матери-



алов, температурно-влажностных условий в помещениях и климатических условий района строительства. Влажностный режим определяет эксплуатационные свойства ограждающих конструкций здания, непосредственно влияет на теплозащитные свойства, коррозию металлических деталей, прочностные свойства, напряженно-деформированное состояние, долговечность и эстетику конструкций. Одновременно конструкция наружной стены должна удовлетворять экономическим требованиям минимальной материалоемкости и стоимости.

Практический метод расчета влажностного режима наружных ограждающих конструкций при увлажнении их парообразной и жидкой влагой был разработан в 30-х годах XX века проф. Фокиным К.Ф. [1]. Суть метода заключается в построении графиков распределения температур и парциальных давлений водяных паров по сечению стены (рис. 1а).

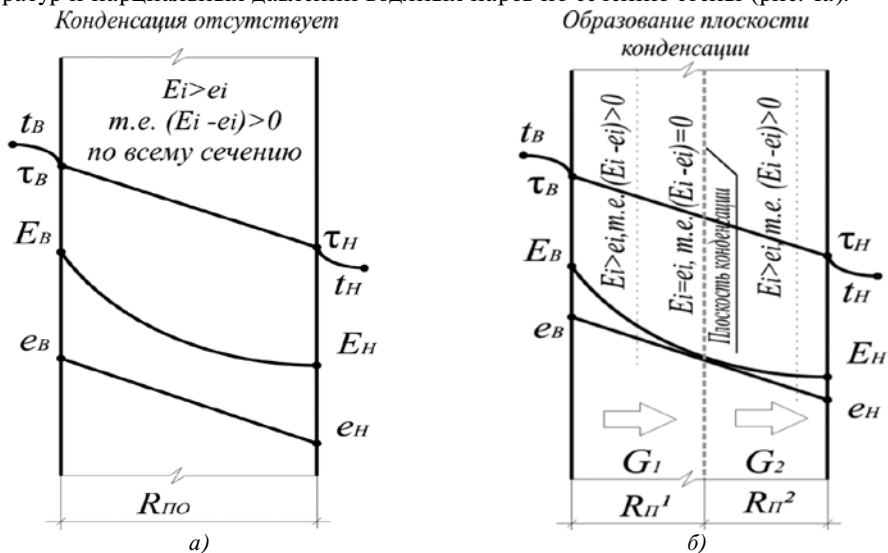


Рис. 1. Графики на этапе исследования: а) распределение температуры t и действительных e и максимальных E парциальных давлений водяных паров; б) условие образования плоскости конденсации по сечению стены

При изменчивости климатических параметров, резких понижениях температуры наружного воздуха t_H , возможно условие равенства действительной упругости водяного пара e , (Па) в каком-либо сечении и максимальной упругости водяного пара E , (Па) в том же сечении, т.е. $e_i = E_i$ или $\phi = (e/E) \cdot 100 = 100\%$, с возможностью образования плоскости конденсации водяных паров (рис. 1б).

Для величины t_H , при которой начинается конденсация в сечении, ближайшем к наружной поверхности ограждения, введено новое понятие – температура начала конденсации парообразной влаги t_{HK} .

Величина парциального давления водяных паров, в силу физических процессов, зависит от температуры и относительной влажности среды, т.е. если температура и влажность повышаются, то повышается и давление водяных паров. Распределение парциального давления пара e_i по сечению стены и на границе материальных слоев зависит от сопротивления паропроницанию материалов $R_{\Pi i}$, $((m^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/мг)$, составляющих эти же слои:

$$e_i = e_B - (e_B - e_H) \cdot \frac{R_{\Pi i}}{R_{\Pi 0}}, \quad e_i \Rightarrow \frac{R_{\Pi i}}{R_{\Pi 0}}, \quad (\text{Па}) \quad (1)$$

Величина максимальной упругости водяного пара E_i зависит от температуры в расчетном сечении t_i , ($^{\circ}\text{C}$), распределение которой по сечению стены зависит от сопротивления теплопередаче материалов R_{Ti} , $((m^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/Вт)$, составляющих слои.



$$\tau_i = t_B - (t_B - t_H) \cdot \frac{R_{Ti}}{R_{To}}, \quad E_i \Rightarrow \tau_i \Rightarrow \frac{R_{Ti}}{R_{To}} \quad (2)$$

В силу того, что при строительстве стен используются множество материалов и различное сочетание слоев, каждая ограждающая конструкция будет обладать своей величиной сопротивления теплопередаче R_{To} , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$) и сопротивлением паропрооницанию $R_{По}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/(\text{мг})$, что будет отражаться на величине температуры начала конденсации $t_{нк}$ [2].

Исследования, проведенные в лаборатории по строительной физике при кафедре проектирования зданий КазГАСУ, показывают, что каждый конструктивный тип наружной стены имеет собственную температуру начала конденсации паробразной влаги (таблица 1):

Таблица 1

Сравнительный анализ исследуемых конструкций

№№ п/п	Исследуемые конструкции	Температура начала конденсации $t_{нк}$, °C
1	Стена с навесным фасадом	<-30
2	Однослойная	-11,5
3	Двухслойная с тонким слоем наружной штукатурки	-7
4	Трехслойная с наружной облицовкой из кирпича	1

Используя данные СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» можно построить графики изменения среднемесячных температур с учетом среднесуточных амплитуд колебаний. Если нанести на этот график величины температур начала конденсации, то можно оценить календарный период увлажнения каждой ограждающей конструкцией (рис. 2).

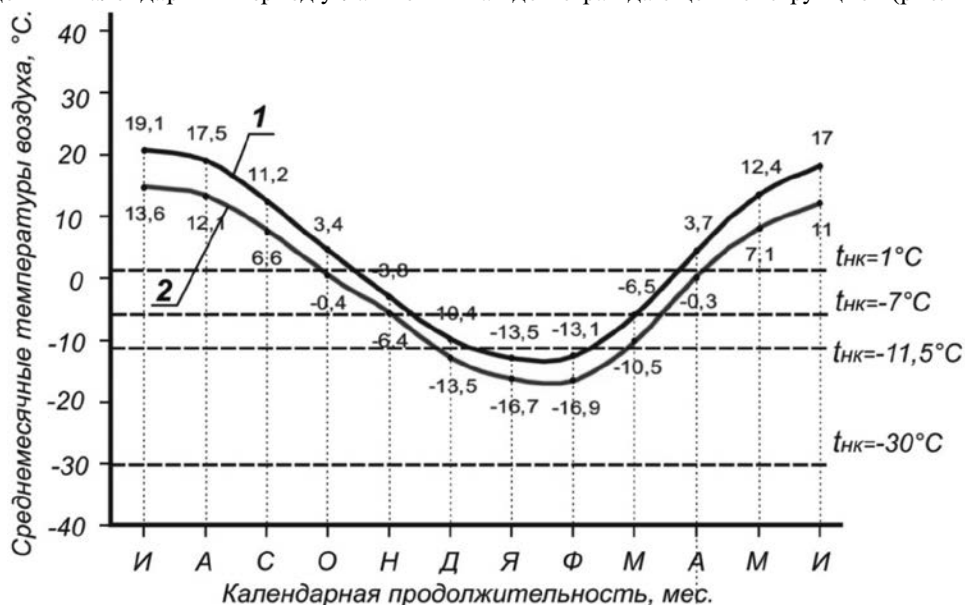


Рис. 2. Определение календарной продолжительности увлажнения ограждений.
1 - среднемесячные температуры наружного воздуха; 2 - среднемесячные температуры, скорректированные по величине среднесуточных амплитуд наружного воздуха

На рис. 2 видно, что период увлажнения связан с температурой начала конденсации водяных паров в ограждающей конструкции. Трехслойная конструкция наружной стены с кирпичной облицовкой имеющая $t_{нк}=1^\circ\text{C}$, имеет период увлажнения с октября по апрель



месяц. Однослойная стена с $t_{нк} = 11,5^{\circ}\text{C}$ имеет период увлажнения с ноября по середину марта. А в конструкции с навесной фасадной системой с $t_{нк} = -30^{\circ}\text{C}$ конденсации водяных паров происходить не будет.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Развитие графоаналитического метода позволило разработать методику определения температуры начала конденсации $t_{нк}$ в произвольном сечении i наружного ограждения. Методика основана на построении зависимости $(E-e)$ от t_n в сечениях i стены.
2. Максимальную t_n , при которой начинается конденсация парообразной влаги в сечении, ближайшем к наружной поверхности стены, предложено определять как температуру начала конденсации $t_{нк}$ в данной конструкции стены.
3. Каждое конструктивное решение стены имеет собственную температуру начала конденсации $t_{нк}$.
4. Используя ограждающие конструкции с определенной величиной $t_{нк}$ в климатических районах, где температура наружного воздуха $t_n \geq t_{нк}$, можно ограничить или полностью исключить конденсацию парообразной влаги в наружных стенах.

Литература

1. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. – 5-е изд., пересмотр. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256 с.
2. Куприянов В.Н., Сафин И.Ш. К определению температуры начала конденсации парообразной влаги в наружных стенах. – Вестник Волжского регионального отделения РААСН. Выпуск 17 / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т; отв. ред. В.Н. Бобылев – Н. Новгород: ННГАСУ, 2014. – С. 275-282.
3. Сафин И.Ш. Проектирование наружных стен с заданными теплотехническими качествами. – Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан: тр. / под общ. ред. Мартынова Е.В.; сост.: Мартынов Е.В., Чесноков В.В., Артамонова С.В. // XV Междунар. симп., Казань, 1-3 апреля 2015 г. / – Казань: Издательство: ИП Шайхутдинов А.И. 420138, РТ, г. Казань, ул. Дубравная, д. 12, кв. 87, 2015. – С. 427-430.



ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

*Голобоков С.В., Бростилова Т.Ю., Рубцова Е.Ю.,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза*

WAYS TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF THE SECONDARY SCHOOL BUILDING

*Golobokov, S.V., Brostilova T.Y., Rubtsova E.Y.,
Penza State University, Penza*

Аннотация

В статье представлены результаты оценки технического состояния здания. Выполнен поиск путей повышения показателей энергоэффективности здания общеобразовательной школы, разработаны мероприятия по снижению потребления топливно-энергетических ресурсов и проведена оценка затрат на реализацию этих мероприятий.

В работе предложено выполнить утепление стен, чердачного перекрытия и цоколя здания, заменить деревянные окна на пластиковые. Снижение расхода тепловой энергии на отопление за счет инфильтрационных потоков достигается путем возведения переходного тамбура и применения рекуперативных установок в системах вентиляции.

Реализация всех мероприятий позволит снизить потребление тепловой энергии на отопление здания в объеме 1380 Гкал, что дает экономию бюджетных средств не менее 1,3 млн. рублей в год. Величина возможной экономии тепловой и электрической энергии рассчитана на примере общеобразовательной школы в Пензенской области.

Annotation

This article presents the results of the evaluation of the technical condition of the building. Look for ways to improve the energy efficiency of the building of the secondary school, developed activities to reduce the consumption of fuel and energy resources and assess the costs of the implementation of these activities.

In the work offered to perform the thermal insulation of walls, attic floors and plinth of the building replace wooden Windows with plastic. Reduction of thermal energy for heating due to seepage flow is achieved by constructing transitional canals and air recuperative application in ventilation installations.

All activities will reduce the consumption of thermal energy for heating buildings in volume 1380 Gcal that saves budgetary funds not less than 1.3 million. rubles per year. The magnitude of possible savings of heat and electric energy calculated for the Penza region.

Приказом Министерства регионального развития РФ от 17 мая 2011 г. № 224 «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений» устанавливаются нормативы снижения потребления топливно-энергетических ресурсов не менее чем на 30 % для всех вновь вводимых и реконструируемых общественных зданий.

Значительную долю общественных зданий занимают учреждения здравоохранения, народного образования, культуры, органов государственной власти. Все расходы по содержанию и ремонту зданий, сооружений, объектов инфраструктуры несет бюджет муниципальных образований, на территории которых расположены эти учреждения [3].

В сфере народного образования основная часть объектов – школ, детских садов, спортивных сооружений, была построена в прошлом веке. Проектирование, строительство и эксплуатация велись в соответствии с действующими в то время законодательными актами. В настоящее время большинство объектов не отвечают требованиям по энергетической эффективности [2,3]. Это является основной причиной перерасхода бюджетных средств.

Возможные пути снижения потребления тепловой и электрической энергии и тем самым – повышения энергетической эффективности рассмотрим на примере МУО СОШ № 6 г. Сердобска, Пензенской области. Здание школы № 6 г. Сердобска построено в 1986 г.



по типовому проекту, применялась технология панельного домостроения. Здание рассчитано на 800 мест при односменной работе. Во внутреннем дворе расположена прогулочная площадка и цветники [4]. Характеристики здания представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные теплотехнические характеристики здания

№	Наименование	Единица измерения	Значение	Прим.
1.	Полезная площадь	м ²	6088	
2.	Отапливаемый объем	м ³	20700	
3.	Площадь внешних ограждающих конструкций	м ²	7470	
4.	Площадь остекления	м ²	510	
5.	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи	Вт/(м ² ×°C).	2,76	
6	Условный коэффициент теплопередачи здания за счет инфильтрационных потоков	Вт/(м ² ×°C)	0,51	
7.	Кратность воздухообмена		1,14	
8.	Общие теплотери здания за отопительный период	Гкал	1976	
9.	Фактический расход тепловой энергии на отопление	Гкал.	2628	
10.	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	кДж/м ³ °C×сут	86	
11.	Тепловое сопротивление окон	м ² ×°C/Вт,	0,43	
12.	Тепловое сопротивление наружных стен здания	м ² ×°C/Вт,	1,02	
13.	Тепловое сопротивление чердачного перекрытия	м ² × °C/Вт	0,4	
14.	Приведенный коэффициент входных дверей	Вт/(м ² ·°C)	0,1	
15.	Приведенный коэффициент систем вентиляции	Вт/(м ² ·°C)	0,41	

Выполнен тепловой расчет здания и определены основные тепловые характеристики. Общие тепловые потери здания за отопительный период составляют около 2000 Гкал. Для поддержания заданной температуры система отопления должна обеспечивать в течение отопительного периода приток тепловой энергии не менее 2500 Гкал. Фактический расход тепловой энергии на отопление в 2012 г составил 2628 Гкал, и превышает расчетный на 34 %. Это говорит о неудовлетворительном техническом состоянии здания.

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период - 86 кДж/м³°C×сут, превышает нормативный - 36 кДж/м³°C×сут на 139 %. [5]. Здание школы по энергоэффективности относится к классу «Е - низкий» [1,6].

При температурах наружного воздуха в зимнее время порядка минус 20 °C, температура в классах нередко снижается до плюс 15 ° C, а в коридорах и лестничных пролетах в сильные морозы опускается до плюс 12 ° C [5]. Летом при температуре окружающей среды 30 °C и выше в учебных классах на солнечной стороне температура поднимается до 40 °C. Существующие системы отопления и вентиляции не справляются и не способны выполнить требования промсанитарии по температуре воздуха в классе. Для поддержания приемлемого температурного режима в зимнее время персонал применяет электрокалориферы, а в летнее время - вентиляторы. При этом существенно возрастает потребление электроэнергии.

Низкая температура в классах является причиной частых простудных заболеваний школьников и учителей школы и создает серьезные трудности в организации учебного процесса. Высокая температура в летнее время снижает работоспособность учащихся и также негативно сказывается на проведении занятий. Часть уроков отменяют либо проводят замены



классов, расписание лихорадит, ученики выбиваются из привычного ритма.

Для определения перспективного направления экономии тепловой энергии были изучены рекомендации СНИП и использованы результаты тепловизионного исследования здания [1,5]. Типичные дефекты здания представлены на рисунке 1.

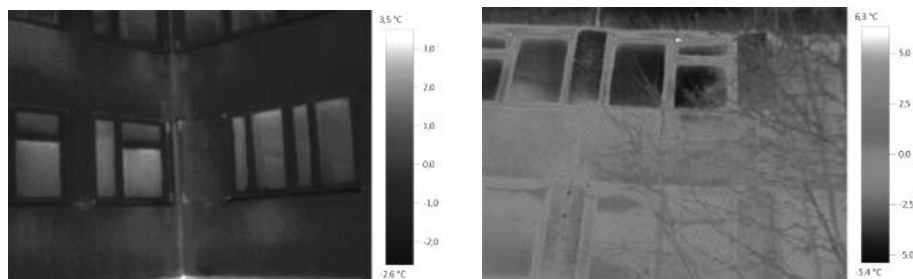


Рис. 1. Локальные области утечки тепла на стеновых панелях и окнах

На поверхности стен отмечаются глубокие трещины, заделка швов выкрашивается, местами осыпается связующий раствор и штукатурка фундамента. Это приводит к потерям тепловой энергии через поверхности стен и стыки стеновых панелей, щели в дверных и оконных блоках, потолочное перекрытие. Возрастают инфильтрационные потоки.

Для повышения класса здания по энергоэффективности предлагается выполнить реконструкцию здания, которая включает следующие этапы:

1. Утепление наружных стен по технологии вентилируемых фасадов.
2. Утепление чердачного перекрытия здания.
3. Возведение на крыльце главного входа переходного тамбура из трех отсеков.
4. Монтаж систем вентиляции с рекуперацией тепловой энергии.

Замена деревянных окон на пластиковые с двойным стеклопакетом.

Существенные потери тепла наблюдаются за счет сквозняков и вентиляционных потоков.

В течение учебной смены наблюдается постоянное движение учащихся и персонала через главный вход – до 4 тыс человек. В здании предусмотрен тамбур с одним отсеком, рекомендуется построить в вестибюле и на крыльце еще два отсека и тем самым существенно снизить объем холодного воздуха, проникающего в здание через открытые двери.

Для снижения тепловых потерь инфильтрационных потоков предлагается смонтировать в классах, коридорах, спортивном зале и столовой приточно-вытяжную вентиляцию с рекуперацией тепловой энергии. В классах с объемом до 200 м³ рекомендуется установить вентиляционные системы фирмы «Прана-200» или «Электролюкс EPVS-650 STAR» [7]. Системы позволяют вернуть в помещение до 30 % тепла, уносимого вентиляционными потоками. В столовой и спортивном зале с объемом помещений до 1200 м³ предлагается установить приточно-вытяжные установки фирмы «Климатроник» КТ-15 Микра. Внешний вид установки потолочного крепления представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Приточно-вытяжная установка Electrolux EPVS-650 STAR.

Утепление стен здания выполняется по технологии вентилируемого фасада. На внешней поверхности монтируется каркас из металлического профиля на расстоянии 80 мм от



стены. В клетки закладывается утеплитель - листы минеральной ваты толщиной 50 мм и ветрозащитная пленка типа «ИЗОСПАН». Снаружи выполняется отделка сайдингом.

Для снижению тепловых потерь чердачного покрытия рекомендуется утепление керамзитом толщиной 200 мм поверх мягкой кровли, герметизация утеплителя влаго-непропускающей мембраной и установка двускатной крыши из металлочерепицы [5]. Сравнительный анализ эффективности мероприятий представлен в таблице 2.

Таблица 2.

Показатели эффективности мероприятий по экономии тепловой энергии

№	Мероприятие	Изменение Показателей	Экономия Гкал	Экономия Тys. руб	Затраты Тys. руб.
1.	Утепление наружных стен по технологии вентилируемых фасадов.	От 1 до 2,36 м ² × °C/Вт,	530	514	2125
2.	Утепление чердачного перекрытия здания	От 0,4 до 1,5 м ² × °C/Вт	384	374	2060
3.	Установка на главном входе переходного тамбура из трех отсеков	От 0,1 до 0,02 Вт/(м ² ·°C)	78	76	134
4.	Монтаж систем вентиляции с рекуперацией тепловой энергии	От 0,4 до 0,28 Вт/(м ² ·°C)	128	124	288
5.	Замена деревянных окон на пластик	0,43 м ² °C/Вт.	260	241	1260
	Всего		1380	1327	5867

В результате реализации предложенных мероприятий годовой расход тепловой энергии составит 880 Гкал, а удельная потребность тепловой энергии на отопление здания школы - 38 кДж/м³°C×сут. Эта величина практически равна нормативу, после реконструкции зданию школы присвоен класс энергетической эффективности «С» [6]. Суммарные затраты на реконструкцию превышают годовую экономию в 4 раза, следовательно срок окупаемости проекта составит 4-5 лет. Проект является инвестиционно привлекательным.

Литература

1. Федеральный Закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности»
2. Распоряжение от 27 декабря 2010 г. № 2446-р «О государственной программе Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»
3. Об энергоэффективности и экономии тепловой энергии в зданиях дошкольных учреждений. А.А. Тютюрев, Э.Е. Семенова.- Сб. трудов международной научно-технической конференции «Энергоэффективность, энергосбережение и экология в городском строительстве и хозяйстве», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза, ПГУАС.- 2013.
4. Технический паспорт здания школы № 6. г. Сердобска, адрес. Ул. Ленина, 285-а, ФГУП «Ростехинвентаризация», филиал г. Сердобска, 2005.
5. Повышение энергоэффективности здания общеобразовательной школы. Голобоков С.В., Рубцова Е.Ю. Научно-информационный журнал «Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе» № 4(16) 2015г.- Изд-во ПГУ, Пенза, -2015.
6. Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. № 262 «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений».
7. Каталог климатического оборудования [Интернет-ресурс] <http://klimatbox.ru/catalog/>



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩЕЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

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

ENERGY EFFICIENT HEATINSULATING COATING FOR WALLING OF BUILDINGS

*Barysheva O.B., Khabibullin Yu.Kh.,
Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan*

Аннотация

Энергоресурсосберегающие технологии наиболее актуальны в наше время. Например, в строительстве всегда главным остается вопрос о повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Недавно введенные требования строже относятся к теплотехническим характеристикам материалов, используемых для обеспечения повышенной теплозащиты зданий. В последнее время широкое использование получил такой теплоизоляционный материал, как ячеистый газобетон. У него есть несколько разновидностей, но в целом, функции те же - это теплозащита. Этот материал достаточно изучен по своим теплотехническим характеристикам, но довольно мало информации о его влажностных характеристиках имеется. Следствием этого являются часто возникающие вопросы перед применением газобетона в строительстве. В этой статье рассмотрим некоторые основные моменты.

Annotation

Energy efficiency technology is most relevant in our time. For example, in the construction always remains the main issue of improving the thermal protection of enclosing structures of buildings. Newly introduced stricter requirements refer to thermal characteristics of materials used to provide increased thermal protection of buildings. Recently widespread use of such insulating material such as cellular concrete. He has several varieties, but in General, the function is the same - it thermal protection. This material sufficiently studied their thermo-technical characteristics, but relatively little information about its humidity characteristics. The result of this is the frequently asked questions before applying aerated concrete in construction. In this article we will discuss some highlights.

Актуальность

В настоящее время для уменьшения толщины и веса ограждающих конструкций зданий применяются пористые теплоизоляционные материалы, поскольку они обладают повышенными теплоизоляционными свойствами.

На данный момент актуальной является задача прогнозирования влажностных характеристик газобетона, применяемого для теплозащиты ограждающих конструкций зданий на этапе проектирования самого здания. Здесь надо учитывать климатологию региона, в котором производится строительство зданий, с использованием в качестве утеплителя этого материала.

Технология производства и базовые свойства автоклавного газобетона

Газобетон делится на две группы: автоклавный газобетон и неавтоклавный газобетон. Рассмотрим каждую из групп.

Технологию производства автоклавного газобетона можно разделить на несколько этапов [1]: подготовка сырья, заливка смеси, зона созревания, кантование массива, накопление массивов, автоклавная обработка.

Кварцевый песок вместе с гипсовым камнем загружается, дозируется и размалывается в мельнице до плотности шлама примерно 1,65 кг/л.



Далее все это попадает в шламбассейн, где на основе отработанной рецептуры содержимое дозируется, взвешивается и снова перемешивается в специальном смесителе. Замеряется температура, которая регулируется добавлением заданного объема воды и плотность шлама. Потом вводится дозированная часть алюминиевой суспензии и снова все перемешивается в течении 4-5 минут в высокоскоростном смесителе. Остатки шлама и воды удаляются для повторного их использования. Бетонная смесь заливается в специальные формы до определенного уровня. Далее в течении определенного времени смесь вспучивается и набирает нужный объем. Потом полученный массив подвергается выдержке около 2,5 часов для набора структурной прочности. После того, как бетон наберет нужную твердость, он разрезается. Остатки после чистки массива отправляются в специальный шлам-канал для вторичного его использования. Следующим этапом идет сборка форм и автоклавная обработка (рис.1). Выдерживают изделие в течении 12 часов в автоклаве.

Автоклавный газобетон также именуется газосиликатом [2, 3].

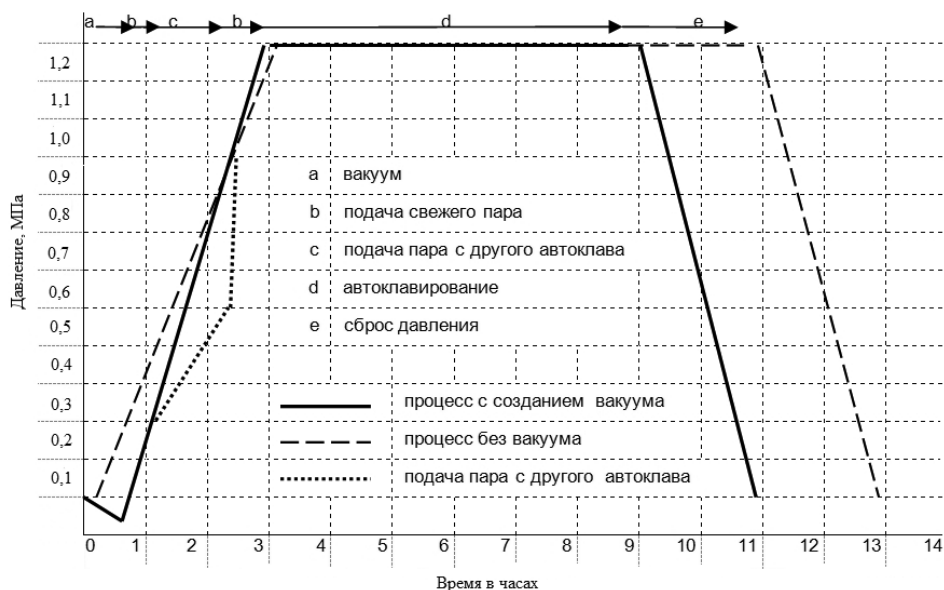


Рис.1. Автоклавная обработка

Неавтоклавный газобетон изготавливается на основе портландцемента, молотого известняка, шлака, золы, др. отходов и порообразователя. Полученная смесь затвердевает в обычных условиях [4].

В плане производства неавтоклавный ячеистый бетон – это дешевый аналог автоклавного газобетона, но с ухудшенными характеристиками. Поэтому финансирование такого производства во много раз ниже объема затрат на производство автоклавного газобетона. Однако у неавтоклавного газобетона тоже есть свои достоинства, так, автоклавный газобетон в отличие от неавтоклавного газобетона боится воды, уступает по морозостойкости и огнестойкости. При этом автоклавный газобетон <http://rostovgazobeton.ru/component/content/article/34-state/174-gazosilikatnye-bloki-dostoinstv-bolshe> невозможно использовать для монолитного строительства.

Основной недостаток неавтоклавного бетона – усадка газобетона в процессе эксплуатации в 10 раз выше, чем у автоклавного бетона при одинаковой плотности. Технология получения неавтоклавного газобетона требует большого расхода цемента. Однако, свойства автоклавного и неавтоклавного бетона практически схожи между собой. Автоклавный газобетон более гигроскопичен, с более высокой теплопроводностью и прочностью.



Паропроницаемость сильно зависит от плотности материала (исключение - утеплитель Styrofoam IBA фирмы «ДАУ ЮРОП ГМБХ»). Наибольшую паропроницаемость имеет штукатурка из поризованного гипсоперлитового раствора, а наименьшую более плотный бетон. Автоклавный газобетон занимает среднее положение среди основных строительных материалов по паропроницаемости. Коэффициент паропроницаемости автоклавного газобетона ниже, чем у штукатурки из поризованного гипсоперлитового раствора, но существенно больше, чем у бетона, кирпича и гипса. Коэффициент теплопроводности автоклавного газобетона небольшой: порядка 0.12...0.14 Вт/(м·°С) в зависимости от условий эксплуатации. Это позволяет возводить однородные стены, не утепляя их дополнительно. Разумеется, это способствует удешевлению конструкции.

Рассмотрим наименее изученное свойство автоклавного газобетона – паропроницаемость. Паропроницаемость – это свойство материала задерживать или пропускать пар в результате разности парциального давления водяного пара при одинаковом атмосферном давлении. Она описывается коэффициентом паропроницаемости и измеряется мг/(м·ч·Па).

Нами был проведен эксперимент по определению коэффициента паропроницаемости газобетона. Для проведения эксперимента мы использовали метод стационарного потока влаги. По данному методу определение коэффициента паропроницаемости газобетона сводится к нахождению опытным путем количества водяного пара, проходящего через плоский образец газобетона в результате диффузии при определенной разности парциального давления водяного пара с обеих сторон испытуемого образца.

В качестве испытуемого образца был взят газобетон марки D500 толщиной в 10 мм и имеющего квадратное сечение со стороной 100 мм. Перед опытом боковушки образца покрывали слоем парафина и канифоли и после чего все это помещали над ванночкой, заполненной водой. Материал ванночки – металл. Глубина ванночки – 50 мм и квадратное сечение того же размера, что и испытуемый образец, т.е. 100 мм.

Все щели и промежутки между испытуемым образцом и ванночкой заливали расплавленной смесью парафина и канифоли, находили вес брутто (вес образца + вес ванночки) и закладывали в отведенный для опыта объем (герметичная установка), в котором соблюдались следующие условия хранения испытуемого образца: относительная влажность воздуха 50 % при постоянной температуре 20 °С. Изменение веса определяли ежедневно, взвешивая по три раза ванночку с образцом. Длительность опыта определялась состоянием образца, а именно, тем пока изменение веса не становилась постоянной величиной и пока через испытуемый образец не устанавливался стационарный поток влаги. Полученные данные представлены на рис. 2.

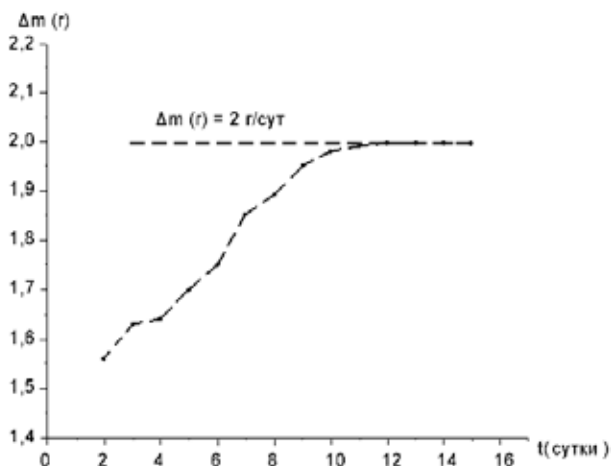


Рис. 2. Изменение веса брутто с течением времени



Из графика (рис. 2) видно, что в течение 11,5 дней весовая потеря брутто быстро росла и вышла на стабильный режим только спустя 12 дней после начала эксперимента. Итак, на первом этапе с 1-11 день влага шла на сорбционное увлажнение материала. Однако при приближении влажности к равновесному состоянию расход влаги на увлажнение испытуемого образца падал, а диффузия росла. Следовательно, влага расходовалась только на диффузию. Об этом свидетельствует стационарный поток водяного пара установившийся через испытуемый образец и этим подтверждается постоянная потеря веса брутто.

После обработки полученных экспериментально данных мы нашли коэффициент паропроницаемости для газобетона марки D500 плотностью 500 кг/м³. Он составляет 0,21 мг/(м · ч · Па). По реальным данным СП 232-101-2004 его паропроницаемость составляет 0,20 мг/(м · ч · Па). Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение коэффициентов паропроницаемости газобетона D500

№ п/п	Источник	Плотность материала, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)
1	Эксперимент	500	0.14	0.21
2	СП 232-101-2004	500	0.12	0.20

Ошибка в проведении эксперимента составила 5%. Это хороший результат.

Выводы

В результате эксперимента по определению влажностных характеристик газосиликата получен реальный коэффициент паропроницаемости автоклавного газобетона равный 0,21 мг/(м · ч · Па), который не превышает 5 % погрешности измерений по отношению к данным СП 232-101-2004, где коэффициент паропроницаемости автоклавного газобетона равен 0,20 кг/(м · с · Па) для той же марки газобетона. Погрешность может быть связана с условиями проведения эксперимента.

Полученные в результате проведенного эксперимента данные по влиянию влажности и градиентов температуры на увлажнение газобетона марки D500 дают возможность для формулировки общих требований к условиям эксплуатации этого материала.

Литература

1. Кочергин С.М. Теплоизоляция: материалы, конструкции, технологии. – М.: Стройинформ, 2008. – 444 с.
2. Зарубина Л.П. Теплоизоляция зданий и сооружений. – М.: Атомпроф, 2008. – 240 с.
3. Баженов Ю.М., Король Е.А., Ерофеев В.Т., Митина Е.А. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 320 с.
4. Киреева Ю.И. Строительные материалы. – М.: Новое знание, 2010. – 400 с.



**ОСОБО ЛЕГКИЙ ПЕНОГИПС С ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ
ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Халиуллин М.И.,

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

**PARTICULARLY LIGHTWEIGHT FOAMED GYPSUM WITH DISPERSED
REINFORCEMENT FOR EFFECTIVE HEAT INSULATION
OF BUILDING CONSTRUCTION**

Khaliullin M.I.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Разработаны составы эффективных теплоизоляционных пеногипсовых материалов средней плотностью 200-300 кг/м³. Проведены исследования сравнительной эффективности ряда современных пенообразователей. Исследованы физико-технические свойства пеногипсовых образцов с добавлением полиакриловых волокон. Полученные пеногипсовые материалы рекомендованы в качестве теплоизоляционного монолитного слоя в ограждающих строительных конструкциях.

Annotation

Developed formulations effective foam gypsum heat insulating materials average density of 200-300 kg/m³. Conducted study comparative effectiveness of a number of modern foam. The physico-technical properties of foam gypsum samples with the addition of polyacrylic fibers. The obtained foam plaster materials is recommended as a monolithic insulation layer in enclosing building constructions.

В рамках решения проблемы энерго- и ресурсосбережения в строительстве одной из перспективных задач является расширение применения эффективных пено- и газогипсовых материалов в качестве теплоизоляции в ограждающих строительных конструкциях. [1, 2]. Этому способствует негорючесть, экологичность, относительная дешевизна материалов на основе гипсовых вяжущих, а также возможность использования местных минеральных ресурсов для их производства.

Целью данной работы явилась разработка составов эффективных теплоизоляционных пеногипсовых материалов с применением отечественных недорогих пенообразователей для получения монолитного теплоизоляционного слоя в ограждающих строительных конструкциях.

В работе использовался строительный гипс ОАО «Гипсополимер» (г. Пермь) по ГОСТ 125-79 марки Г-6 Б II. Пеногипсобетонные образцы изготавливались с применением метода сухой минерализации пены [3]. Использовался лабораторный смеситель со скоростью вращения смесительного вала 2000 об/мин.

На первом этапе проведено исследование сравнительной эффективности ряда современных пенообразователей различного химического строения: ПО-6НП (ТУ 38-00-05807999-33-95), ПО-6ЦТ (ТУ 0258-148-05744685-96), ПО-6ОСТ (ТЭАС) (ТУ 2481-006-22299560-00), ПБ 2000 (ТУ 2481-185-05744685-01), «Пеностром» (ТУ 2481-001-22299560-99), а также для сравнения белковый пенообразователь фирмы «Neopor» System GmbH (Германия).

Определение оптимальной концентрации пенообразователей проводилось исходя из условия получения устойчивой пены. Исследовалось изменение кратности и стабильности пены в зависимости от расхода пенообразователей. Стабильность определяется как промежуток времени в минутах от окончания процесса взбивания до момента оседания пены на половину высоты.



Результаты исследований (рис. 1) показывают, что с увеличением концентрации пенообразователей в водном растворе в пределах рассмотренного диапазона кратность пены увеличивается. Среди рассмотренных пенообразователей пена наибольшей кратности получена при использовании пенообразователя «Пеностром». Наименьшая кратность пены получена при использовании пенообразователя ПО-6ЦТ.В

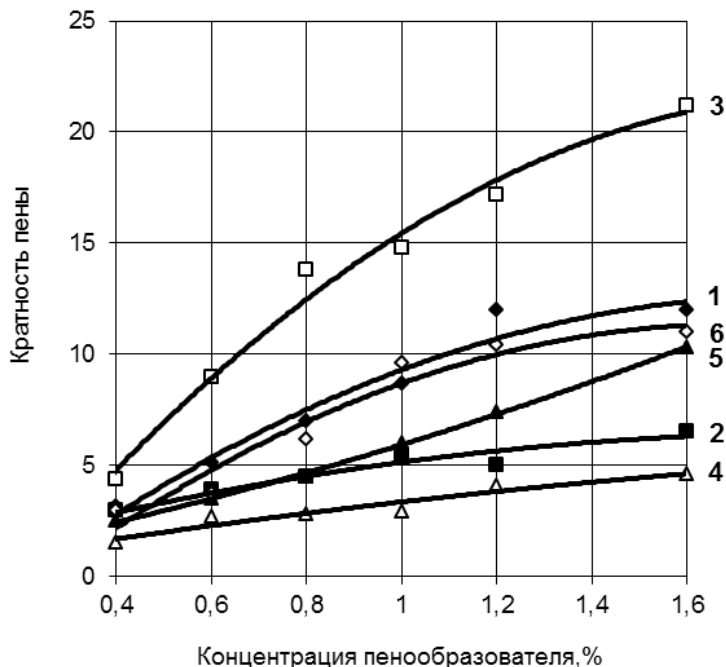


Рис. 1. Зависимость кратности пены от концентрации растворов пенообразователей
1 - ПБ 2000; 2 - «Неорог»; 3 - «Пеностром»; 4 - ПО-6ЦТ; 5 - ПО-6НП; 6 - ТЭАС

Наибольшей стабильностью обладает пена, полученная с использованием пенообразователя ПБ 2000 при концентрации более 0,8 %, ПО-6НП при концентрации 1,0-2,0 %, «Пеностром» при концентрации 0,8-1,2 %, ПО-6ОСТ (ТЭАС) при концентрации 0,8-1,2 %, ПО-6ЦТ при концентрации более 1,2 %, пенообразователя фирмы «Неорог» при концентрации 1 %.

На основании результатов проведенных исследований в качестве оптимальных приняты следующие концентрации пенообразователей: ПБ 2000 – 1,2 %, ПО-6НП – 2,0 %, «Пеностром» – 0,8 %, ПО-6ОСТ (ТЭАС) – 1,0 %, ПО-6ЦТ – 1,2 %, пенообразователь фирмы «Неорог» – 1 %.

Далее проведены исследования влияния вида добавки пенообразователей при оптимальных концентрациях и водогипсового отношения на физико-механические свойства пеногипса. Пределы изменения водогипсового отношения (В/Г) от 0,55 до 0,8 определялись из условия получения пеногипсовой массы литой консистенции с распылом пеногипсовой массы по вискозиметру Суттарда от 18 до 22 см.

Изготовленные образцы-балочки 4х4х16 см после извлечения из форм в течение 2 часов хранились при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности 60-70 % с последующей сушкой при температуре 50-60 °С до достижения постоянной массы.

Представленные на рис. 2, 3 результаты исследований показывают, что для рассмотренных пенообразователей с применением пенообразователей «Пеностром», ТЭАС, ПО-6НП при водогипсовых отношениях 0,85-1,0 может быть получен пеногипс с наименьшей средней плотностью 200-300 кг/м³, пределом прочности при сжатии 0,08-0,3 МПа.

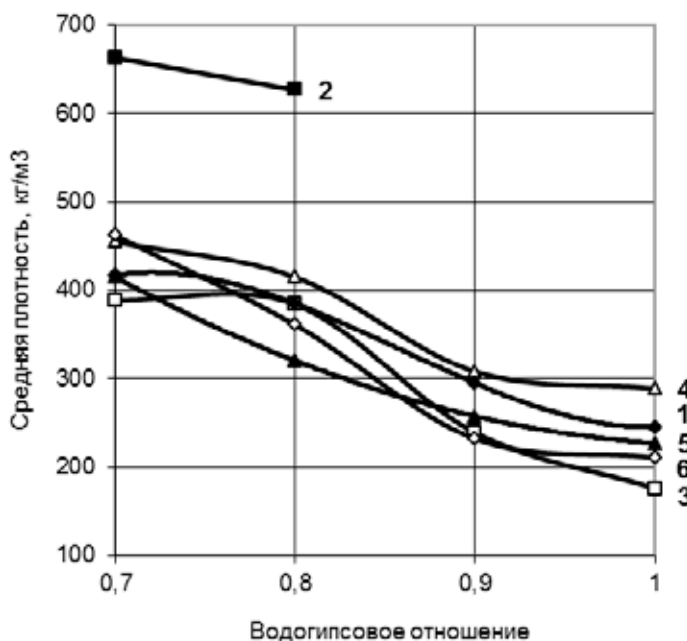


Рис. 2. Зависимость средней плотности пеногипса от вида пенообразователя и водогипсового отношения
1 - ПБ 2000; 2 - «Neopor»; 3 - «Пеностром»; 4 - ПО-6ЦТ; 5 - ПО-6НП; 6 - ТЭАС

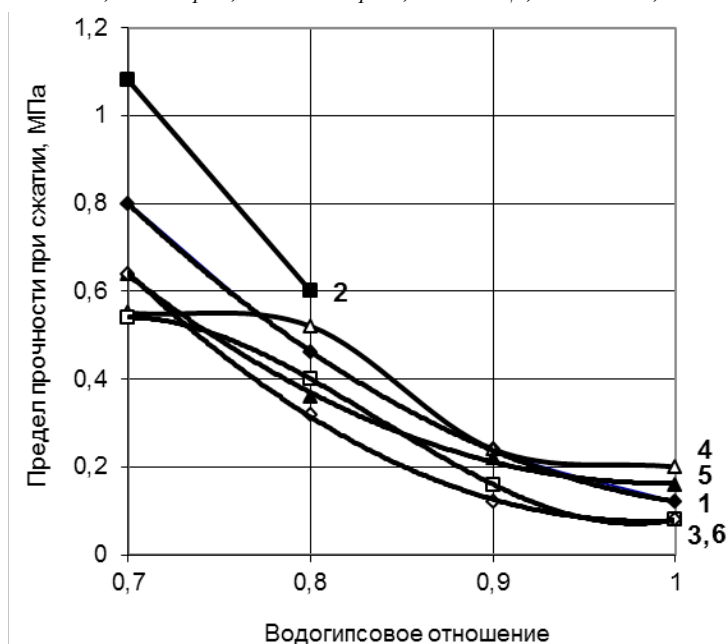


Рис. 3. Зависимость прочности при сжатии пеногипса от вида пенообразователя и водогипсового отношения
1 - ПБ 2000; 2 - «Neopor»; 3 - «Пеностром»; 4 - ПО-6ЦТ; 5 - ПО-6НП; 6 - ТЭАС

Принимая во внимание полученные результаты, а также стоимость рассмотренных в работе пенообразователей, предпочтение в дальнейших исследованиях отдано пенообразо-



вателю «Пеностром» при концентрации 0,8 %.

Теплопроводность полученных пеногипсовых образцов плотностью 200-300 кг/м³ определялась с помощью прибора ИТП-МГ-4 и составляет 0,08-0,12 Вт/(м·°С).

Исследованы физико-механические свойства пеногипсовых образцов с добавлением армирующих полиакриловых волокон марки «Riset MC» длиной 4, 8, 12, 24 мм. Количество добавок волокон вводимых в водный раствор при приготовлении пены составляло 0,1-0,3 % от массы вяжущего. Установлено, что оптимальным является введение волокон длиной 12 мм в количестве 0,2 % от массы вяжущего. Волокна равномерно распределяются по объему пеногипса и благодаря дисперсному армированию прочность на сжатие по сравнению с контрольными образцами без добавления волокон возрастает на 33 %, прочность на изгиб – на 17 %.

Полученный теплоизоляционный пеногипс рекомендуется использовать для изготовления монолитного заливочного теплоизоляционного слоя многослойных ограждающих конструкций, междуэтажных перекрытий и покрытий.

Литература

1. Лосев Ю.Г., Желкевский В.Н. Экологичное, энергосберегающее малоэтажное жилищное строительство на основе гипсовых вяжущих // Материалы II Всероссийского семинара с международным участием «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». – М.: Издательство «ЛМ-ПРИНТ»; 2004. – С. 49-50.
2. Лунин Е.М., Баранов И.М. Новый композиционный фибропенополимергипсовый конструкционно-огнезащитный материал металлических конструкций. // Материалы международной научно-практической конференции «Гипс, его исследование и применение». – М.: Издательство «Реклама и продвижение»; 2005. – С. 195-198.
3. Меркин А.П., Румянцев Б.М., Кобидзе Т.Е. Облегченный пеногипс- основа для отделочных звукопоглощающих изделий // Строительные материалы, 1979, №6. – С. 16-17.



КОНФЕРЕНЦИЯ: «ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ»



ИННОВАЦИОННЫЕ BIOTECHNOLOGIES ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Сироткин А.С., Закиров Р.К., Кирилина Т.В.,

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

INNOVATIVE BIOTECHNOLOGIES OF WASTEWATER TREATMENT

Sirotkin A.S., Zakirov R.K., Kirilina T.V.

Kazan National Research Technological University, Kazan

Аннотация

Представлен обзор современных технологических приемов для реализации процессов биологической очистки сточных вод, предполагающих культивирование микробных сообществ активного ила, биопленки, микробных гранул с целью эффективной биоконверсии субстрата - примесей сточных вод

Annotation

A review of modern technological methods for implementation of the biological wastewater treatment processes implying the cultivation of microbial communities such as activated sludge, biofilm and microbial granules for efficient bioconversion of wastewater contaminants as substrate for microorganisms is performed

Новые факты и знания о многообразии биохимических превращений субстрата с участием микроорганизмов подтверждают «доктрину катаболической безотказности микробов» о том, что любое органическое соединение, имеющееся в природе, используется какими-либо микроорганизмами с целью конструктивного и/или энергетического обмена. Однако было бы ошибочным считать, что микроорганизмы биоценозов очистных сооружений сточных вод (активного ила и биопленки) способны разрушить любое синтетическое органическое вещество, особенно если это вещество токсично и вследствие этого губительно влияет на организмы активного ила или, напротив, является биологически ригидным, поступает эпизодически и в малых концентрациях [1].

При этом известно, что в технологиях биологической очистки сточных вод реализуется перенесение процессов самоочищения водоемов; при этом актуальным является создание оптимальных условий культивирования микроорганизмов, участвующих в процессе очистки сточных вод. При этом некоторые исследователи обоснованно полагают, что методы интенсификации процесса биологической очистки сточных вод инженерными средствами близки к исчерпанию, и приоритет получает использование резервов самих микроорганизмов и создание условий для их реализации.

Таким образом, изучение особенностей развития микробных сообществ и отдельных микробных групп в их составе, а также инженерное сопровождение условий для их развития направлено на раскрытие биологического потенциала микроорганизмов-деструкторов разнообразных загрязняющих веществ в сточных водах и обуславливает создание новых технологий водоочистки.

За более чем столетнюю историю со времен первых успешных исследований процессов биологической очистки сточных вод Ардерном и Локкетом, которые были проведены в 1913 году в лаборатории очистных сооружений г. Манчестера в Англии, в развитии биотехнологий очистки сточных вод можно выделить несколько этапов. Современный этап во многом связан с разработкой комбинированных процессов очистки сточных вод, когда биологические превращения совмещаются во времени и в пространстве с физико-химическими методами обработки.

Так, к инновационным приемам интенсификации процесса биологической очистки сточных вод относятся, прежде всего, следующие:



1. Создание и внедрение биосорбционных систем очистки сточных вод в аэротенках. В указанных системах микробные клетки закрепляются (сорбируются, иммобилизуются) на поверхности блочных или порошкообразных загрузок, помещаемых в аэротенки. Вообще говоря, под биосорбцией традиционно понимается поглощение компонентов сточных вод биомассой микроорганизмов или растений и классически говорят в этом случае о таких компонентах, как тяжелые металлы. Однако, термин биосорбция может быть применен для случая очистки сточных вод путем биоокисления микроорганизмами активного ила и адсорбции порошкообразным углем в таких промышленных процессах как РАСТ® (Powdered Activated Carbon Treatment) (D.G. Hutton, F.C. Robertatto, 1973, для концерна Du Pont) или BIOCOP® (K.Eisenaecher, U. Neumann, 1983). Конечно, подобные процессы значительно интереснее и сложнее, чем кажется на первый взгляд, поскольку микробные клетки сами адсорбируются на поверхности активированного угля и других материалов и способствуют их регенерации.

2. Высокоэффективная биофильтрация с биорегенерацией сорбента. На поверхности загрузочных материалов биофильтров формируется биопленка, в составе которой развиваются разнообразные микроорганизмы, в результате деятельности которых происходит глубокое удаление совокупности примесей их сточных вод.

Интерес представляет также и то, что в биофильтрах могут одновременно протекать процессы, требующие принципиально различных условий, такие как, например, нитрификация, денитрификация, анаэробное окисления аммония и др.; в результате сточная вода подвергается комплексной очистке от примесей. Поэтому биопленки представляются как «города» микроорганизмов, где существует достаточно четко выраженная пространственная структура со своими «улицами» и «микрорайонами», отличающимися различными экологическими нишами.

Неудивительно, что именно для биофильтрационных систем весьма показательными являются результаты анализа пространственного распределения авто- и гетеротрофных микроорганизмов [2]. Впервые в условиях аэрируемой биофильтрации в составе биопленки наряду с нитрифицирующими бактериями качественно и количественно были идентифицированы анаэробные микроорганизмы - денитрифицирующие и анаммокс (ANAMMOX)-бактерии, участвующие в процессах комплексной биотрансформации соединений азота.

3. Микробная агрегация с получением и использованием гранулированных форм микробных агрегатов - так называемых анаэробных и аэробных микробных гранул. Получение микробных гранул связано с протеканием процесса самоиммобилизации структурообразующих микроорганизмов в смешанном микробном сообществе. Структурообразующими являются, прежде всего, классические представители сообщества активного ила - зооглейные (слизеообразующие) *Zoogloea ramigera* и нитчатые *Sphaerotilus natans*. Для формирования прочной структуры гранулированных форм нужна «сетка» нитчатых бактерий и её «заливка» зооглейными культурами. Весьма интересна динамика изменения соотношений этих групп бактерий в сообществе в процессе формирования гранул [3]. Получение и использование микробных гранул в отъемно-доливном процессе очистки сточных вод является принципиально новым решением для рассматриваемых технологий и предполагает замену непрерывно функционирующей технологической линии «первичный отстойник-аэротенк-вторичный отстойник» модульными отъемно-доливными биореакторами, в которых последовательно реализуются стадии отстаивания, биоочистки и доочистки.

4. Биоаугментация (bioaugmentation) в смешанных культурах - биоценозах активного ила и биопленки. Её основная идея состоит в том, чтобы использовать бактерии со специфическими структурообразующими или метаболическими свойствами (флокулообразующие бактерии, деструкторы хлорированных углеводов) с целью придания автохтонным биологическим сообществам, функционирующим в системе очистки сточных вод, свойств, которые способствуют ускорению адаптации и выработки устойчивости системы по отношению к изменяющимся внешним условиям. Биоаугментированные являются спутниками основных процессов деградации и их деятельность способствует развитию основных деструкторов загрязняющих



веществ. Этот прием часто используется в процессах биоремедиации загрязненных почв и других сред, где требуется подготовить среду для её полноценного восстановления.

5. Башенные биореакторы, предполагающие высокую эффективность использования кислорода, облегченный монтаж, обслуживание и ремонт, отсутствие шума и образование запахов, снижение потребления электроэнергии, а также значительную экономию производственной площади. Башенные биореакторы были разработаны в 1980-х годах в Германии для очистки сточных вод химических предприятий, загрязненность которых значительно выше, чем загрязненность коммунально-бытовых сточных вод. При этом одновременно были разработаны система Turmbiologie® (башенной биологии) - компанией «Байер» (Bayer) и Biohoch®-реакторы - фирмой Хёхст (Hoechst). Преимущества башенных биореакторов обеспечиваются инженерными решениями: использованием столба жидкости в реакторе высотой от 10 до 30 м (в сравнении с традиционными аэротенками), инжекторным введением воздуха, эрлифтными трубами в зоне аэрации, что в совокупности обеспечивает 80-90%-ую эффективность использования кислорода воздуха для аэробных процессов (против 5-10 % в аэротенках).

6. Перспективные системы аэрации сточных вод. Судя по разнообразию существующих диспергирующих устройств для воздуха, вероятно, это самый освоенный и распространенный прием интенсификации процесса биологической очистки. Вышеуказанные инновационные водоохранные биотехнологии в разной мере реализованы для защиты природных водоемов от техногенного воздействия объектов промышленности и городского хозяйства;

7. Биологическая очистка сточных вод с использованием коагулянтов и флокулянтов нанометрического размера частиц реагента. Различные коагулянты и флокулянты десятилетиями применялись для отдельной реагентной обработки в комбинации с процессами биологической очистки сточных вод в аэротенках. Однако лишь в 2007 году непосредственно для дозирования в аэротенк были применены разработанные в Австрии нанопродукты Nanofloc® и Biokat P500® компании VTA. Длительное пребывание указанных материалов в биологической системе позволило обеспечить [4]:

- управлять процессами реагентного удаления примесей, неэффективно удаляемых биологически, таких как фосфаты;
- поддержание повышенной концентрации (дозу) активного ила и, тем самым, уменьшить объем аэротенков;
- более высокую скорость седиментации активного ила и, тем самым, уменьшить размеры вторичных отстойников;
- улучшение массопередачи кислорода в хлопья активного ила и, тем самым, снижение затрат на электроэнергию;
- облегчение обезживания избыточного активного ила при его переработке.

Кроме того, интерес к пространственному объединению реагентной и биологической очистки диктуется выявлением безопасности применяемых реагентов для микроорганизмов с учетом их накопления в биологической системе [5].

Очевидно, что перечисленными выше подходами к проведению интенсивных биологических процессов отнюдь не исчерпываются возможные инновации в биотехнологиях очистки сточных вод. Тем не менее, в данном обзоре предпринята попытка систематизировать предложения, которые заслуживают непосредственный интерес в практике за последние 30-35 лет и имеют научное обоснование, а, следовательно, перспективы для дальнейшего развития.

Литература

1. Турковская О.В. Биологические и технологические аспекты микробной очистки сточных вод и природных объектов от поверхностно-активных веществ и нефтепродуктов // Дисс. на соиск. ученой степ. докт. биол. Наук. - Саратов, 2000. - 384 с.
2. Биофльтрация сточных вод для комплексного удаления органических веществ и аммонийного азота / А.С. Сироткин, Т.В. Кирилина, Г.И. Шагинурова, Л.И. Сейтбапова // Экология и промышленность России. - 2010. - №9. - с. 14-17 51.



3. Получение и культивирование гранул аэробных микроорганизмов в отъемно-доливном процессе очистки сточных вод / Г.И. Шагинурова, А.С. Сироткин, В.М. Емельянов, Т. Эттерер // Биотехнология. – 2003. - №3. – с. 80-89.
4. Очистка сточных вод от фосфора /А.С. Сироткин, У. Кубингер, А. Буттингер, Й.В. Кобелева, Т.М. Еремеева, В. Лейнвебер, Р.Н. Хайруллин, А.В. Чухланцев // Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда. – 2015. - №2 (99). – с.34-35.
5. Оценка влияния перспективного реагента VTA BIOKAT P500 на эффективность процесса биологической очистки сточных вод / Й.В. Кобелева, К.В. Шерстнева, Т.В.Кирилина, А.С. Сироткин, А. Буттингер, В. Лейнвебер // Вода: химия и экология. – 2014. - № 10. – с. 95-100.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ И ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Рикардо Перес Джил,
Группа компаний Vomm, Роццано (Милан),

Дыганова Р.Я.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г.Казань,

Сивков А.Л.,
ОАО «Генерирующая компания», г.Казань,

ENERGY SAVING TECHNOLOGY WASTE MANAGEMENT AND SEWAGE SLUDGE

Ricardo Perez Gil,
VOMM Impianti e Processi S.p.A., Rozzano, Milano, Italia

Dyganova R.Y.,
FGBOU VPO «Kazan State Power Engineering University», Kazan

Sivkov A.L.,
JSC «Generation Company», Kazan

Аннотация

Рассмотрена возможность применения турбо-технологии компании «VOMM Impianti e Processi» (Италия) для утилизации отходов. Основным преимуществом турбо-технологии является возможность применения в различных отраслях промышленности для различных процессов и продуктов без значительных затрат на разработку нового оборудования. Использование турбо-технологии рассмотрено на примере утилизации органических и медицинских отходов, а также осадков коммунальных сточных вод. Технология позволяет поддерживать непрерывный процесс работы с низкими энергетическими и эксплуатационными затратами на обслуживание при получении однородного продукта. Благодаря рециркуляции газа в замкнутой технологической цепи минимизируются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и обеспечивается высокая экологическая безопасность процесса.

Annotation

The possibility of application of a turbo technology of the company «by VOMM Impianti e Processi» (Italy) for recycling is considered. The main advantage of a turbo technology is the possibility of application in various industries for various processes and products without significant costs of development of the new equipment. Use of a turbo technology is considered on the example of utilization of organic and medical waste, and also sediment of municipal sewage. The technology allows to support continuous process of work with low power and operational costs of service when receiving a uniform product. Thanks to recirculation of gas in the closed technological chain emissions of the polluting substances in atmospheric air are minimized and high ecological safety of process is ensured.

Решение вопросов обезвреживания и утилизации осадка очистных сооружений коммунальных сточных вод, органических и медицинских отходов является одной из актуальных проблем каждого мегаполиса. При использовании биологических очистных сооружений для очистки коммунальных сточных вод отведение под иловые площадки и выведение из оборота значительных городских территорий создает дополнительную нагрузку на окружающую среду и снижает уровень экологической безопасности городов. Ежегодное увеличение образования твердых коммунальных отходов, размещаемых на полигонах и существенные объемы образования медицинских отходов, характерные для компактного проживания больших групп людей, также требуют неординарных подходов. Существуют различные способы



эффективного обезвреживания и утилизации данных видов отходов, особого внимания среди которых заслуживают те, которые имеют энергосберегающие результаты.

К таким технологиям по праву относится турбо-технология компании «VOMM Impianti e Processi» (Италия). Исследования и разработки по применению турбо-технологии позволили компании внедрить более 500 установок, работающих во всем мире в пищевой, химической и фармацевтической отраслях, в том числе более 110 установок сушки осадка коммунальных стоков. Турбо-технология по утилизации осадка коммунальных сточных вод применена в создании экологической инфраструктуры г.Сочи при подготовке к проведению зимних олимпийских игр 2014 года.

Турбо-технология может быть применена для тепловых, механических и химических непрерывных процессов с твердыми и жидкими веществами, а также суспензиями. Турбо-технология VOMM способна упростить производственные процессы и снизить эксплуатационные расходы.

Осадок сточных вод, органические фракции твердых коммунальных отходов и других органических отходов характеризуются высоким содержанием микробиологических компонентов, в том числе патогенных микроорганизмов. Благодаря термической обработке отходов при реализации турбо-технологии VOMM получается дезинфицированный продукт, стабилизированный в течение времени, соответствующий международным стандартам.

Опыт VOMM включает в себя термоутилизацию городского и промышленного осадков и различных биомасс. Решение о применения комбинированной технологии сушки и термоутилизации является экологически рациональным, так как при этом процессе используется тепло, полученное при сжигании осадка (биомассы) для сушки без потребления ископаемых видов топлива. Технологические схемы возможного обезвреживания и термоутилизации осадков коммунальных и производственных сточных вод, а также медицинских отходов представлены на рисунке 1.

Технология, адаптированная для систем сгорания, представляет собой плоскую мобильную решетку. Это гибкая и проверенная технология, которая способна оптимизировать сгорание широкого перечня органических продуктов.

Турбо-технология компании VOMM основана на создании тонкого слоя материала при высокой турбулентности с помощью турбины, вращающейся внутри статической горизонтальной камеры. Камера снабжена рубашкой, в которой циркулирует жидкость-теплоноситель, например, диатермическое масло, пар, горячая или холодная вода, поддерживая постоянную температуру внутри оборудования, в соответствии с потребностями процесса.

Движение продукта внутри оборудования контролируется самой турбиной и, при необходимости, при помощи потока технологического газа, который используется вместе с обезвреживаемым продуктом в непрерывном технологическом процессе, для исключения неконтролируемых выбросов в атмосферный воздух. Типовая установка работает в замкнутом цикле, с небольшим нагнетанием и предназначена для непрерывной обработки органических и неорганических продуктов, таких как разбавленные или концентрированные жидкости, осадок и влажные твердые вещества (на основе воды или растворителя), независимо от степени их влажности и вязкости.

Применение турбо-технологии VOMM в области охраны окружающей среды предусматривает термическую обработку продукта в сочетании с кондуктивным и конвекционным теплообменами, что гарантирует высокие результаты эффективного использования энергии, длительности процесса, качество и твердость высушенного продукта. В качестве источника тепла может быть использован специальный котел, работающий на природном или биогазе, или вторичное тепло, отбираемое от промышленного оборудования при технологическом процессе, а также стандартного электроэнергетического оборудования. Процесс сушки осуществляется за один проход без обратного смешивания и без потребления инертных газов.

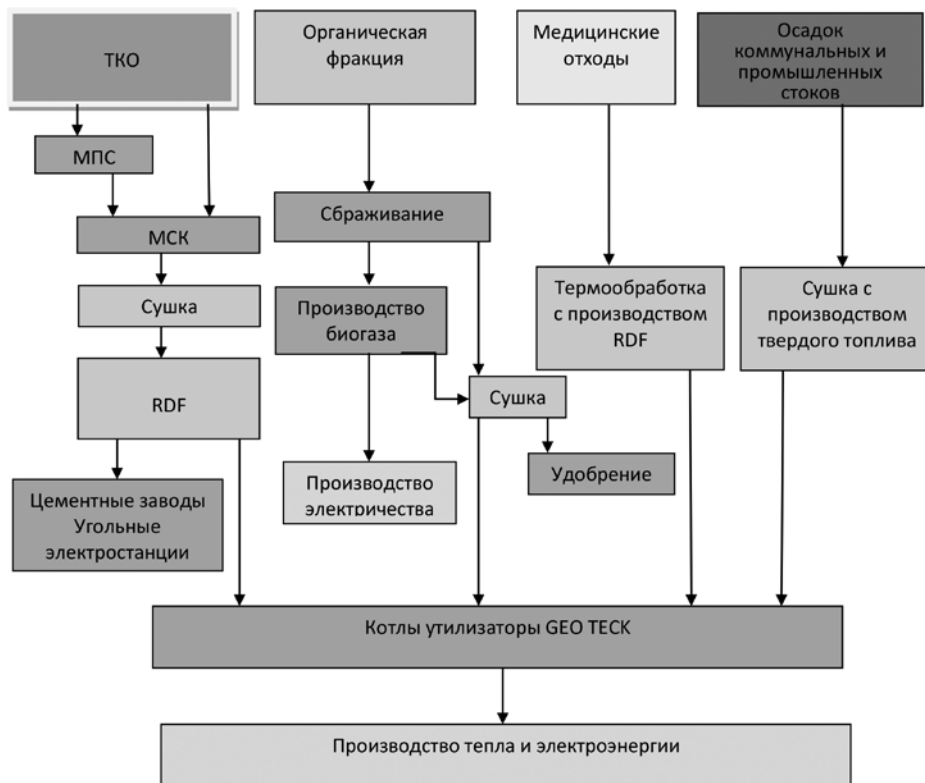


Рис. 1. Технологические схемы обезвреживания и термоутилизации

Самостоятельными направлениями работы компании являются подготовка высокоэффективных решений по восстановлению почв, и использование возобновляемых источников энергии при термической обработке различных видов навоза, побочных продуктов скотобойни, биомассы и сброженного органического осадка при производстве биогаза.

Благодаря своей гибкости, турбо-технология VOMM может обрабатывать осадок и отходы с различными исходными характеристиками для получения однородной продукции с требуемой влажностью. В результате получается обеззараженный продукт в виде компактных, прочных и не пористых гранул, которые и могут легко транспортироваться и обрабатываться. Полученные гранулы возможно использовать в сельском хозяйстве в виде удобрений, в строительстве в качестве наполнителей, а также в качестве топлива при производстве энергии. В установках VOMM могут пройти обеззараживание и утилизацию такие продукты, как:

- осадок коммунальных и промышленных сточных вод;
- органические отходы;
- отходы лечебно-профилактических учреждений;
- побочные продукты аграрной промышленности;
- зоотехнические отходы;
- а также сброженный органический осадок при производстве биогаза.

Данная технология также с успехом применяется в процессах концентрирования, сушки и гранулирования продуктов из водных растворов или растворов с использованием растворителя таких, как нефтесодержащий осадок от нефтеперерабатывающего производства, буровой раствор на углеводородной основе, гальванические сточные воды, жировая смесь. Конечный продукт в этом случае выгружается в виде жидкости со значительным сокращением объема и может быть обработан вторично для получения твердого продукта.



Кроме того, турбо-технология компании успешно применяется при рекультивации почвы, загрязненной углеводородами, диоксинами, тяжелыми металлами. Вся технологическая цепочка, от подачи исходного продукта до получения материалов, полностью автоматизирована, что повышает экологическую безопасность процесса. Уменьшенные габариты установки VOMM могут быть легко размещены в уже существующих зданиях. Технология реализована также в мобильном варианте.

VOMM поставяет установки под ключ с обеспечением шеф-монтажа и предоставляет услуги по сервисному и техническому обслуживанию.



КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СБОРУ ОПАСНЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ

Гусев А. С.,

Всероссийский природоохранный социальный проект «Экобокс», г. Москва

AN INTEGRATED APPROACH TO COLLECTING OF HAZARDOUS HOUSEHOLD WASTE IN RUSSIAN REGIONS

Gusev A.S.,

Russian environment social project «Ecobox», Moscow

Аннотация

Цель публикации – рассказать о Всероссийском природоохранном социальном проекте «Экобокс» как о комплексном подходе к правильному и безопасному сбору, временному хранению и последующей утилизации бытовых отходов 1 класса опасности. Привести положительные примеры реализации проекта в разных регионах РФ. Метод – анализ проблематики текущей ситуации с утилизацией такого класса отходов в регионах.

Вывод – правильная утилизация опасных бытовых отходов снизит антропогенную нагрузку на экологию и уменьшит негативное влияние на здоровье населения.

Annotation

The purpose of publishing is to tell about Russian environmental social project «Ecobox» as about an integrated approach to proper and save collecting, temporary storing and subsequent disposal of hazardous waste of the 1st class and also to show some positive examples of project implementation in different regions of the Russian Federation. The method is analysis of current problems with the disposal of 1st class wastes in the regions.

The conclusion is that proper disposal of hazardous household waste will reduce human influence on the environment and reduce the negative impact on people's health.

Комплексный подход к сбору опасных бытовых отходов в регионах России

В настоящий момент во многих регионах России большинство отслуживших срок химических источников питания (батарейки, аккумуляторы), а также высокотоксичных энергосберегающих ламп, ртутных термометров и прочих предметов быта, содержащих ртуть, утилизируются вместе с остальными ТКО с помощью мусорных камер и контейнеров для мусора, расположенных вблизи жилых и нежилых помещений. Попадая на полигоны, в процессе разложения данных отходов, содержащиеся в батарейках тяжелые металлы, проникают в почву и грунтовые воды. Всего одна батарейка типа АА способна загрязнить до 20 м² почвы.

Кроме того, опасные бытовые отходы при неправильной утилизации угрожают здоровью населения. Использованные люминесцентные лампы и бытовые термометры (градусники) хранятся в квартирах, либо выбрасываются в мусорные контейнеры и мусоропроводы, разбиваются, оседают на стенках и выделяют опасные ртутные пары каждый день. Ртуть вызывает бессознательную агрессию, поражает нервную и кровеносную системы, может стать причиной онкологических заболеваний.

О таких негативных последствиях население не проинформировано, а те, кто знают о необходимости правильной утилизации опасных бытовых отходов - не имеют такой возможности, потому что специализированные эко-контейнеры для правильного сбора и временного хранения установлены не везде. К сожалению, администрации не всех городов и далеко не все управляющие компании осознают важность для экологической безопасности России, неправильной утилизации опасных бытовых отходов. Собирать в пластиковые контейнеры батарейки, лампочки и градусники и оставлять их в подъезде, как делают многие УК – это небезопасно, нужны специализированные контейнеры, не пропускающие опасные



испарения – экобоксы. Необходимо иметь уверенность в том, что в дальнейшем собранные опасные отходы не смешиваются с остальным мусором, а их отдают в специализированные организации занимающиеся утилизацией.

Всероссийский природоохранный социальный проект «Экобокс» нацелен на снижение негативного воздействия на экологию и здоровье граждан. Это единственный проект, который предоставляет полноценный цикл безопасного сбора, временного хранения и последующей утилизации опасных бытовых и промышленных отходов I класса опасности, а именно: ртутьсодержащих ламп и термометров, а также элементов питания (батареек) на территории РФ. Проект присутствует на территории Москвы, Московской области, Ярославской области, Нижегородской области, республики Башкортостан, Челябинска, Сургута. В скором времени экобоксы появятся в республике Татарстан, Новосибирске и Краснодарском крае. Сегодня регионы активно подключаются к проекту. Ежемесячно в проект входят новые участники: районы, муниципалитеты, города и регионы России.

В качестве примера, можно привести территорию Московской области, где на сегодняшний день на территории Московской области расположено более 1000 экобоксов. В результате всего за полгода, в рамках Всероссийского природоохранного социального проекта «Экобокс», на территории Подмоскovie было собрано и правильно утилизировано более 1 млн 620 тыс. люминесцентных ламп и 12 тонн батареек.

Наиболее активное развитие Всероссийский природоохранный социальный проект «Экобокс» получил в республике Башкортостан, где до конца года будет установлено 10 000 экобоксов.

Активная заинтересованность к решению проблемы правильной утилизации опасных отходов есть со стороны республики Татарстан, где очень серьезно подходят к экологической безопасности республики.

Одна из главных задач Всероссийского природоохранного социального проекта «Экобокс» - вести просветительскую деятельность, формировать экологическую культуру и этику населения. Для этого мы внедряем специализированные экологические образовательные программы школьного и дошкольного образования. На доступном детям языке объясняем важность сохранения и защиты природы, необходимость правильной утилизации батареек, лампочек и термометров, вместе с нами объясняет мультяшный герой – Экобоксик. Такой подход позволяет не только формировать экологическую культуру у детей, но имеет большое значение при донесении информации до взрослого поколения.

На сегодняшний день «экобокс» – это единственный в России сертифицированный эко-контейнер, предназначенный для безопасного сбора и временного хранения опасных отходов. Он имеет надежную конструкцию, в которой в том числе предусмотрены антивандальные решения. Разработан и производится в России. Каждые две недели специалисты осуществляют выемку опасных отходов и на специально оборудованных машинах транспортируют собранные лампочки, батарейки и термометры на специализированное предприятие по демеркуризации и утилизации опасных бытовых отходов.

После освобождения контейнера в него вновь помещаются полипропиленовые емкости, внутрь которых, по покатым разнонаправленным полкам скатываются использованные лампы, термометры и т.д. Емкости обрабатываются демеркуризационным раствором, в результате чего вредные пары, например от разбитых термометров, не попадают в окружающую среду. Во время обслуживания контейнеров сотрудники делают замеры паров ртути. Оборудование для такой процедуры имеется в специализированных автомобилях.

После демеркуризации неопасные части предметов получают вторую жизнь. К примеру, полученное из отслуживших лампочек и термометров стекло используется для создания блеска бордюрной плитки.

Специализированные контейнеры для сбора опасных отходов устанавливаются бесплатно на всей территории России, в рамках Всероссийского природоохранного социального проекта «Экобокс».



Напомним, что 2017 год объявлен указом Президента Российской Федерации В.В. Путина №7 от 05.01.2016 - годом экологии и экологической безопасности. Поэтому важнейший приоритет на будущий год уже поставлен перед всеми регионами. Если взять проблематику – раздельный сбор мусора в нашей стране, то очевидно, что приоритет должен отдаваться направлению – сбор опасных бытовых отходов, который уже является и может стать еще более серьезным фактором угрожающим не только окружающей среде, но и нашему с вами здоровью. И еще более остро встает данный вопрос с популяризацией энергосберегающих ламп, которые не только экономят бюджет потребителей, но и содержат в себе ртуть, а значит, являются потенциальным источником распространения ядовитых ртутных паров при неправильной эксплуатации и утилизации.



СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ КАЗАНЬ»

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

SYSTEM OF ECOLOGICAL MANAGEMENT IN LLC «GAZPROM TRANSGAZ KAZAN»

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

Аннотация

В статье рассмотрено создание и поддержание системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001, в качестве основного механизма реализации экологической политики ООО «Газпром трансгаз Казань», также приведен перечень мероприятий реализуемых с целью реализации федеральных и корпоративных требований в области охраны окружающей среды.

Annotation

In article is considered creation and maintenance of the system of ecological management in accordance with requirements of the international standard ISO 14001, as main mechanism to realization ecological politicians LLC «Gazprom трансгаз Казань», is also brought list action realized for the reason realization federal and corporative requirements in the field of guard surrounding ambiances.

Хозяйственная деятельность ООО «Газпром трансгаз Казань» имеет важное значение, в первую очередь для экономики Республики Татарстан, также соседних территорий и одновременно затрагивает интересы жителей в местах расположения объектов Общества. Степень воздействия на окружающую среду, оказываемого объектами ООО «Газпром трансгаз Казань» при осуществлении своей деятельности, определяет его ответственность перед жителями районов и городов Республики Татарстан и соседних регионов, где имеются объекты Общества. Одними из главных задач в области охраны окружающей среды ООО «Газпром трансгаз Казань» являются:

- разработка и внедрение единой экологической политики Общества, концепции его экологической безопасности. Организация и координация работы в Обществе по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности;
- обеспечение функционирования системы управления охраной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, направленное на соблюдение требований, норм и правил в области охраны окружающей среды на объектах Общества, недопущению, предупреждению и ликвидации последствий вредного воздействия на окружающую среду, в том числе в результате аварийных ситуаций;
- использование организационных, технических и иных решений, обеспечивающих снижение негативного воздействия на окружающую среду, выполнению мероприятий по восстановлению и охране окружающей среды при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации объектов Общества;
- организация функционирования системы контроля за соблюдением требований охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности, соблюдение нормативно-правовых актов, регулирующих природоохранные и природоресурсные отношения в Обществе.



Приказом по Обществу от 09.08.2010 г. №267 была утверждена и введена в действие Экологическая политика ООО «Газпром трансгаз Казань». Политика содержит принципы, обязательства и стратегические цели Общества в области охраны окружающей среды. Она соответствует характеру, масштабам и экологическим последствиям воздействия объектов Общества, включает обязательства по постоянному улучшению природоохранной деятельности и предупреждению загрязнения окружающей среды, создаёт основу для установления и анализа экологических целей и задач. Политика документирована, внедрена и поддерживается. В соответствии с Экологической политикой основным принципом деятельности ООО «Газпром трансгаз Казань» является устойчивое развитие, под которым понимается динамичная эксплуатационная деятельность по всем направлениям при максимально рациональном использовании природных ресурсов и сохранении благоприятной окружающей среды для будущих поколений.

Одним из основных механизмов реализации Экологической политики и выполнения ее обязательств является внедрение в 2012 году и поддержание системы экологического менеджмента в Обществе в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001. Свидетельством внедрения системы менеджмента является вручение сертификата международного образца ISO 14001 Ассоциацией по сертификации «Русский Регистр» - крупнейшим и наиболее признанным в России и за рубежом российским независимым органом по сертификации систем менеджмента, продукции и персонала (рис.1).



Рис.1 Сертификаты международного образца соответствия требованиям стандарта ISO 14001.

Система экологического менеджмента (СЭМ) ООО «Газпром трансгаз Казань» – это часть общей системы управления Общества. Она состоит из организационных элементов и функций и предназначена для реализации экологической политики ПАО «Газпром» и ООО «Газпром трансгаз Казань».

Область применения СЭМ ООО «Газпром трансгаз Казань» распространяется на процесс транспорта газа, а также связанные с ним вспомогательные процессы, осуществляемые в Обществе.

В рамках реализации обязательств Экологической политики Обществом принимаются Экологические цели (табл.1). Ежегодно по итогам работы проводится анализ в достижении целей и при необходимости их актуализация. В настоящее время управление природоохранной деятельностью основывается на достижении Экологических целей ООО «Газпром трансгаз Казань» на 2014-2016 г.г., которые были идентичны корпоративным экологическим целям и основаны на показателях 2011 г, принятого за базовый год для планирования.



Таблица 1

Экологические цели ООО «Газпром трансгаз Казань» на 2014-2016 г.г.

Снижение выбросов метана в атмосферу
Снижение удельных выбросов NOx в атмосферу
Снижение сброса загрязненных и недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водоемы
Снижение доли отходов, направляемых на захоронение
Снижение платы за сверхнормативное воздействие, как интегрального показателя негативного воздействия на окружающую среду
Снижение удельного потребления ТЭР на собственные технологические нужды (при сопоставимой товаротранспортной работе)
Поддержание процедур системы экологического менеджмента в соответствие с ISO 14001:2004

Для достижения поставленных экологических целей в ООО «Газпром трансгаз Казань» принята «Программа природоохранных мероприятий ООО «Газпром трансгаз Казань» на 2013-2014 годы» (по итогам 2014 года Программа откорректирована на период на 2015-2016 годы). Ежегодно неукоснительная реализация всех пунктов данной программы позволяет добиться поставленных целей, обеспечить планомерное снижение негативной нагрузки на окружающую среду в районах действия подразделений Общества.

Среди основных природоохранных мероприятий, реализуемых в Обществе, можно указать следующие:

- Реконструкция распределительных сетей.
- Реконструкция автоматических газонаполнительных компрессорных станций.
- Реконструкция газорегуляторных пунктов.
- Реконструкция сетей водоснабжения Общества.
- Замена устаревших отопительных котлов.
- Перевод автотранспорта на работу на компримированный газ.
- Проведение комплекса организационно-технических мероприятий по оптимизации качества работы биологических очистных сооружений.
- Проведение рекультивации земельных участков после проведения ремонтных работ объектов газотранспортной системы.
- Усиление селективного сбора отходов, использование части строительных отходов для планировки территории.
- Участие сотрудников Общества в акциях по посадке древесных насаждений. Одним из важнейших направлений природоохранной деятельности Общества является проведение мероприятий, обеспечивающих снижение выбросов метана в атмосферный воздух. В качестве основных мероприятий реализуемых в данной части:
- Опорожнение магистрального газопровода при проведении планово-предупредительного ремонта с использованием элементов штатного оборудования газоперекачивающих станций и газопроводов,
- Использование технологии «врезки под давлением» на распределительных газопроводах.
- Максимальная реализация газа потребителям из остановленных на ремонт участков газопроводов.
- Использование газа при ремонтных работах в цехах компрессорных станций на собственные технологические нужды.

Вышеуказанные мероприятия в 2015 году позволили добиться недопущения поступления метана в ходе производственной деятельности в атмосферный воздух порядка 8 млн. м³.



С целью дальнейшего сокращения выбросов метана в атмосферу при проведении ремонтных работ на объектах линейной части магистральных газопроводов в настоящее время по программе НИОКР ПАО «Газпром» создается опытный образец мобильной компрессорной станции модульного типа (рис. 2). При ее проектировании используется техническое решение, на которое Обществом получен патент на изобретение № 2465486. Применение МКУ МТ позволит сократить до 90 % объема стравленного природного газа путем перекачки его в соседний участок действующей нитки магистрального газопровода и тем самым существенно улучшить экологическую обстановку.



Рис.2. Создание опытного образца мобильной компрессорной установки модульного типа

В ООО «Газпром трансгаз Казань» системно и планомерно проводится работа по поддержанию и улучшению системы экологического менеджмента в рамках установленной области применения, также осуществляется деятельность по расширению области применения СЭМ. Эффективность такой работы объективно подтверждается результатами ежегодно проводимых независимым органом по сертификации инспекционных проверок.



СХЕМА ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЧИЩЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1

Галиханова О.В.,

филиал ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1, г. Казань

SCHEME OF TREATED SURFACE WASTEWATER REUSE IN TECHNOLOGICAL CYCLE OF KAZAN CHPP-1

Galikhanova O. V.,

Branch of ОАО «Generation Company» Kazan Central Heating and Power Plant-1, Kazan

Аннотация

В докладе приведено описание системы промливневой канализации Казанской ТЭЦ-1, введение в эксплуатацию которой позволило прекратить сброс сточных вод в оз. Ср. Кабан. Также описана система ливневой канализации, внедренная в 2015 году на котельных «Азино» и «Горки». Проведенные мероприятия способствуют сохранению окружающей природной среды, улучшают бактериальные и санитарно-химические показатели водоемов города.

Annotation

Paper describes storm and industrial water drainage system of Kazan CHPP-1, which operation stopped waste discharge in the Sredniy Kaban Lake. Storm-water drainage system that was introduced into «Azino» and «Gorki» boiler plants in 2015 is described as well. These measures contribute to environmental conservation and improve bacterial, sanitary and chemical parameters of the city water bodies.

Протяженность ливневой канализации в городе Казани составляет 259,3 км. Ежегодно в новых микрорайонах жилой застройки вводятся в эксплуатацию 1 - 2 км ливневых канализационных сетей.

Промышленные предприятия, автомойки, автозаправочные станции, рынки, автостоянки часто используют ливневую канализацию для сброса производственно-технических стоков со своих территорий, что приводит к загрязнению окружающей природной среды.

Ввиду отсутствия очистных сооружений ливневых стоков на выпусках в водоемы растет процент неудовлетворительных по бактериальным и санитарно-химическим показателям проб воды в водоемах.

На Казанской ТЭЦ-1 в 2009 году была проведена реконструкция и введена в эксплуатацию система промливневой канализации с замкнутым циклом, в результате чего был прекращен сброс сточных вод в оз. Ср. Кабан.

Система служит для сбора поверхностных, дождевых и талых стоков со всей территории промышленной площадки Казанской ТЭЦ-1. Общая площадь водосбора составляет 17 га. Протяженность сетей промливневой канализации более 4 км.

Водоотвод дождевых вод осуществляется по спланированной поверхности в дождеприемные колодцы, далее на очистные сооружения (резервуар – накопитель) подземного исполнения.

Очистка поверхностных сточных вод предусматривается по следующей технологической схеме:

- первый этап – накопление и отстаивание поверхностных сточных вод в аккумулирующей емкости (резервуаре – накопителе);
- второй этап – очистка на бензомаслоотделителе и доочистка на угольном фильтре.

Из резервуара-накопителя стоки самотеком поступают в бензомаслоотделитель Euro PEK NS3.

Технические характеристики:



- производительность - 3 л/с, 10,8 м³/ч;
- установленная мощность - 0,005 кВт;
- количество тонкослойных блоков с коалесцирующим эффектом - 2 шт.
- количество коалесцирующих пластин в блоках - 60 шт.;

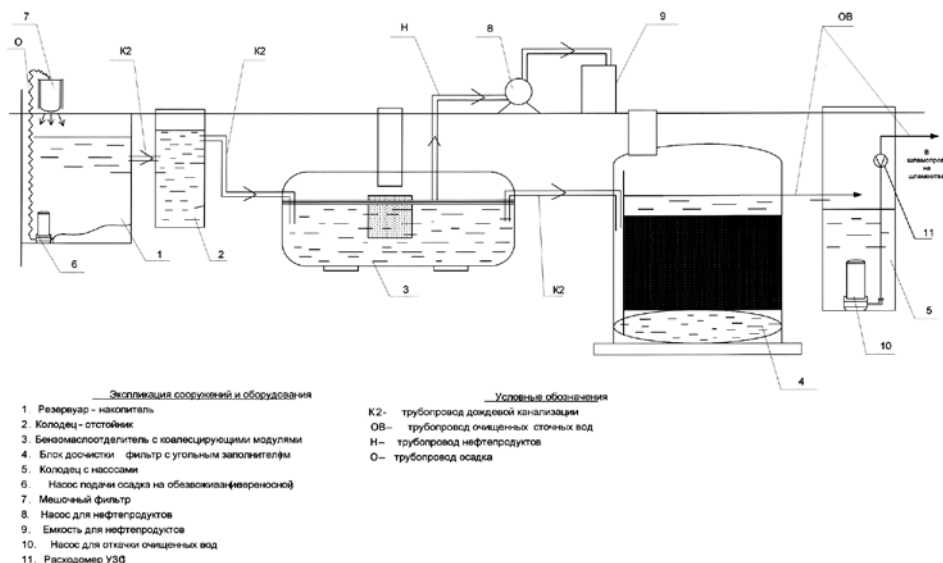


Рис. 1 Экспликация сооружений и оборудования

Бензомаслоотделитель представляет собой горизонтальный цилиндр, изготовленный из высокопрочной армированной пластмассы с размерами $D=1000\text{ мм}$ $L=1950\text{ мм}$. В маслоотделителе с помощью эффективных коалесцирующих модулей происходит отделение от нефтепродуктов (масел), содержащихся в воде. В коалесцирующем модуле отделителя нефтепродукты отделяются от загрязненной воды. Капельки нефтепродуктов поднимаются вверх и соприкасаются с олеофильной пластиной, притягивающей нефтепродукты, на поверхности которой капельки слипаются. При увеличении размера капель, скорость их подъема растет и нефтепродукты, проходя вверх через отверстия коалесциатора. Отделившиеся нефтепродукты, всплывая на поверхность, образуют единый слой. С помощью датчика сигнализатора РЕК 30001 контролируется толщина слоя всплывших нефтепродуктов. При достижении предельного объема нефтепродуктов включается сигнализация, позволяющая вовремя производить опорожнение нефтепродуктов переносным насосом DOIL 50MH. Бензомаслоотделитель снабжен также техническим отверстием, из которого при необходимости берут пробы на анализ.

- объем всплывших нефтепродуктов - 250 л.

Для перекачки (утилизации) накопленных нефтепродуктов применяется переносной самовсасывающий насос

После маслоотделителя стоки в самотечном режиме направляются на блок доочистки с сорбционным фильтром Еуро РЕК CF с загрузкой из активированного угля. Использование блока доочистки (фильтра) позволяет очистить стоки от нефтепродуктов и взвешенных веществ до норм сброса в водоем рыбохозяйственного назначения.

После доочистки стоки направляются в колодец сброса очищенных стоков, который служит также для отбора проб. Отбор проб производится 1 раз в декаду периода работы системы (теплое время года).

Для транспортирования очищенных стоков в шламонакопитель установлены два погружных насоса (1 - рабочий, 1 резервный).



Исходная концентрация ЗВ (загрязняющих веществ) в сточных водах, поступающих на очистку:

- взвешенные вещества- $10 \div 2000$ мг/л;
- БПК- $3,5 \div 30$ мг/л;
- Н/пр - $10 \div 100$ мг/л

Таблица 1

Эффективность работы очистных сооружений по:

	В резервуаре	В маслоотделителе	В блоке доочистки
Взв вещества	60%	95%	80%
Нефтепродукты		95%	99%
БПК	50%	80%	50%

Очищенные стоки в напорном режиме направляются в шламонакопитель и используются на собственные нужды предприятия в производственном цикле химводоочистки Казанской ТЭЦ-1.

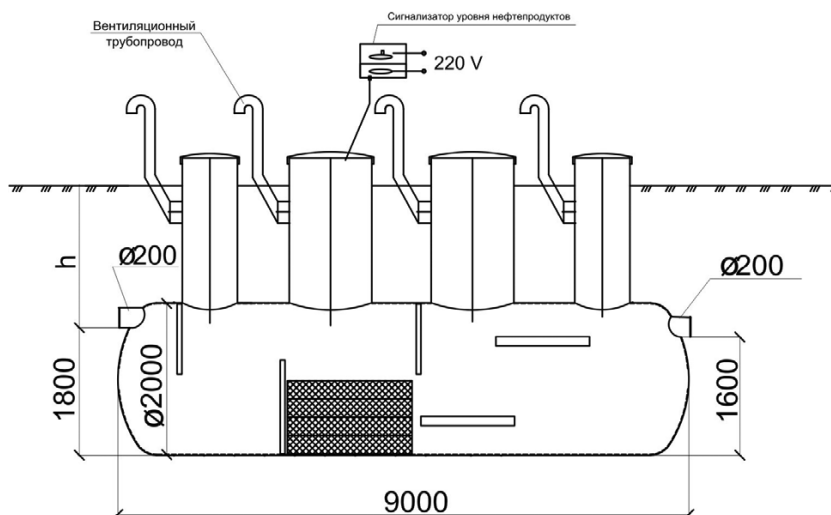
Затраты на реконструкцию проливневой канализации КТЭЦ-1 составили 11,3 млн. руб.

В результате выполнения данного мероприятия был исключен сброс поверхностных сточных вод с территории КТЭЦ-1 в объеме 100 тыс. куб.м/год.

В 2013 году проведены проектные работы и в 2015 году введена в эксплуатацию система ливневой канализации на котельных «Азино» и «Горки». Затраты на строительство ливневой канализации составили 21,962 млн. руб.

Система предусматривает механические очистные сооружения без постоянного обслуживающего персонала, подземные. Очистные сооружения состоят из распределительного колодца и трехкамерной емкости «ТОР-ОМ-SB»22, в которой расположены пескоотделитель, бензомаслоуловитель и сорбционные фильтры.

Сточная вода через входной патрубок самотеком поступает в первую камеру - пескоотделитель «Т ОР», в которой происходит осаждение большей части взвешенных веществ. Из первой камеры вода попадает во вторую камеру - бензомаслоотделитель «Т ОМ». В камере бензомаслоотделителя из сточных вод выделяются свободные, а также частично механические эмульгированные нефтепродукты. В бензомаслоотделителе установлены коалесцентные модули. Благодаря своей конструкции, модули способствуют укрупнению частиц масла и нефтепродуктов, и ускоряют их всплытие.





Из камеры бензомаслоотделителя вода направляется в третью камеру - сорбционный фильтр «Т SB», где происходит доочистка воды от нефтепродуктов и взвешенных веществ. В нижней части сорбционного фильтра находится шунгит, который в большей степени предназначен для удаления из воды взвешенных веществ. В средней части - активированный уголь, а в верхней части камеры - слой гидрофобного сорбента НЕС, который эффективно убирает из сточной воды нефтепродукты. Вода поступает в камеру сорбционного фильтра и последовательно проходит через слой шунгита, активированного угля и сорбента. Очищенная вода через выходной патрубок направляется дальше на технологические нужды.

Степень очистки очистных сооружений составляют по нефтепродуктам - 0,05 мг/л, по взвешенным веществам - до 10 мг/л.

Таким образом, проведенные Казанской ТЭЦ-1 мероприятия способствуют сохранению окружающей природной среды, улучшают бактериальные и санитарно-химические показатели водоемов города.



**РЕЙТИНГОВЫЕ ОЦЕНКИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ИНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ ВЫБРОСА
ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

Зиганшин М.Г.,

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,

Сивков А.Л.,

ОАО «Генерирующая компания», г. Казань

**RATING EVALUATION BUSINESS AND OTHER ACTIVITIES ORGANIZATIONS BY SIZE
OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS**

Ziganshin M.G.,

Kazan State University of Architecture and Engineering

Sivkov A.L.,

JSC «Generation Company», Kazan

Аннотация

Действенным способом снижения выброса парниковых газов в настоящее время является экономия топливных ресурсов за счет повышения энергоэффективности зданий и промышленных процессов, включая выработку электроэнергии. Продвижение в данном направлении возможно при наличии надежных оценочных показателей эффективности всех отраслей промышленности по низкоуглеродности. В международной практике такие инструменты отсутствуют, имеются только сведения о схемах рейтинговых оценок энергоэффективности зданий в отдельных странах. В среднесрочной перспективе намечается создание инструментов оценки эффективности хозяйственной деятельности по низкоуглеродности на базе существующих международных институтов. В то же время работа над созданием системы рейтинговых показателей эффективности производственных технологий по уровню углеродных выбросов ведется в РФ, и, в частности, в Татарстане, с начала действия Киотского протокола. В данной статье представлена система комплексной рейтинговой оценки энергетической и экологической эффективности очистки технологических выбросов с учетом парниковых газов на основе безразмерных числовых характеристик. Предлагаемые показатели имеют фундаментальное научное обоснование, обеспечивают прозрачность оценки и позволяют производить научно обоснованный отбор направлений усовершенствования технологий и очистного оборудования, в том числе с учетом международных нормативов обработки выбросов по загрязнителям глобального действия в пересчете на CO₂. Система рейтинговой оценки опробована на ряде промышленных и энергетических предприятий Республики Татарстан. Положительный итог позволяет рекомендовать ее к распространению на другие секторы хозяйственной деятельности организаций в России и за рубежом.

Annotation

At present, the real way to reduce greenhouse gas emissions is to provide fuel resources savings by improving energy efficiency in buildings and industrial processes, including power generation. Progress in this direction is possible with reliable performance evaluation of all industries for a low-carbon. In international practice, such tools are not available. There is information about the energy efficiency ratings of the schemes of individual countries of buildings. It is planned to start in the medium term, the creation of tools to assess the effectiveness of a low-carbon business activities on the basis of existing international institutions. At the same time work on the establishment of a system of rating performance manufacturing technologies in the level of carbon emissions is carried out in Russia, and in particular, in Tatarstan, since the beginning of the Kyoto Protocol. This article presents a comprehensive system of rating the energy and environmental efficiency of cleaning process emissions of greenhouse gases, taking into account on the basis of non-dimensional numerical



characteristics. The proposed indicators are fundamental scientific basis, provide transparency and allow for evaluation of scientifically based selection of directions of improvement of technology and pollution control equipment, including taking into account the international standards of global pollutant emissions processing in terms of CO_2 . Rating system was tested on a number of industrial and energy plants of the Republic of Tatarstan. Positive outcome allows us to recommend it to spread to other sectors of business organizations in Russia and abroad.

На сегодня в международной практике отсутствуют комплексные способы анализа и критериальные оценки показателей эффективности промышленного производства и производства энергии по низкоуглеродности, позволяющие получать объективные численные факторы, которые помогали бы принимать корректные инвестиционные решения. В распоряжении международных институтов пока имеются только сведения о схемах рейтинговых оценок энергоэффективности заданий, действующих в тех или иных странах. В направлении низкоуглеродного производства электроэнергии отсутствуют и такие сведения, а за приоритет принято создание сети организаций на базе уже существующих международных институтов, таких как Центр энергосбережения (Япония), задачей которых будет обеспечение повышения осведомленности о высокоэффективных технологиях производства электроэнергии с низким уровнем углеродных выбросов, и обмен таковыми технологиями. Снижение энергоёмкости в сфере промышленного производства рассматривается международными институтами в области энергоэффективности в качестве такого же крупного резерва снижения выброса парниковых газов, как и повышение энергоэффективности зданий. К примеру, странам-участницам «Группы 20» (G20) для промышленного сектора рекомендовано в качестве эффективного инструмента повышения энергоэффективности практиковать более широкое внедрение на добровольной основе протокола по энергоменеджменту ISO 50001:2011. Данному протоколу идентичен национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению». В них указывается на необходимость обеспечения критериев энергоэффективности. Вместе с тем по направлению промышленной хозяйственной деятельности рейтинги энергоэффективности промышленных процессов и организаций в международной практике также отсутствуют.

В Российской Федерации работа по созданию отсутствующей в форматах «G20» и Парижских соглашений системы рейтинговых показателей эффективности производственных технологий, в том числе – генерирующих предприятий, по уровню углеродных выбросов, ведется с начала действия Киотского протокола. Система количественной комплексной оценки энергетической и экологической эффективности очистки выбросов ТЭС с учетом парниковых газов на основе безразмерных числовых характеристик представлена, к примеру, в наших разработках [1]. Полученные способы оценки позволяют производить научно обоснованный отбор направлений усовершенствования очистного оборудования ТЭС, в том числе с учетом международных нормативов обработки выбросов по загрязнителям глобального действия в пересчете на CO_2 . Показатели имеют фундаментальное научное обоснование, обеспечивают прозрачность оценки и, следовательно, объективность выбора направлений совершенствования пылегазоочистных агрегатов ТЭС по энергоресурсосбережению и снижению влияния работы станций на окружающую среду, с учетом выброса парниковых газов.

Разработанные методы комплексной обработки загрязнителей глобального действия и рейтинговой оценки выбросов производственных предприятий были рекомендованы к практическому применению Государственными докладами Министерства экологии и природных ресурсов РТ и Роспотребнадзора по РТ «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2007 г.» и «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Татарстан в 2007г.». На основании данных рекомендаций разработана методика, которая была апробирована и внедрена в проектирование систем теплоснабжения на объектах неэнергетического профиля. В частности, в 2008 г. она применена ООО «Газэнергопроект» при проектировании объектов ООО «ТАТМАЗСЕРВИС»,



и ООО «Стройпроект» в проекте газоснабжения жилого комплекса г. Казани «Солнечный город» с производственными объектами. В 2010-2011 гг. методика использована при выборе варианта теплоснабжения помещений логистического объекта оптово-торговой базы ОАО «Закамье» в г. Н. Челны, РТ. Проекты получили положительные заключения Госэкспертизы и приняты заказчиками. Методика использовалась также для обоснования системы теплоснабжения комплекса жилых зданий в Параньгинском МО, Республика Марий Эл.

После адаптации системы рейтинговой оценки низкоуглеродности к организациям, осуществляющим хозяйственную деятельность на региональном уровне, ее дальнейшее распространение на национальном и международном уровнях должно базироваться на требованиях и рекомендациях стандартов ГОСТ Р ИСО 50001:2012 и ISO 50001:2011. В соответствии с ними, организация должна обеспечить регулярные измерения и анализ ключевых характеристик операций, определяющих энергетическую результативность. Их минимум должен включать: режимы значительного использования энергии с соответствующими параметрами и другие выходные данные энергетического анализа; показатели энергетической результативности; эффективность планов мероприятий в достижении поставленных целей; оценку планируемого и фактического потребления энергии. Не выходя за рамки ИСО 50001, можно добавить к минимальному набору еще одну ключевую характеристику в виде рейтинговой оценки организации по выбросу парниковых газов.

В данной ситуации система рейтинговых оценок будет стимулировать организации к повышению точности учета выбросов всех категорий (как минимум, соответствующих [2]), и поиску для них наилучших доступных производственных и очистных технологий. Согласно [2] организации, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность, должны включать в пояснительную записку к отчету о выбросах парниковых газов сведения об оценке и анализе изменения удельных выбросов парниковых газов и энергоемкости по основным видам производимой продукции. Здесь система рейтинговых оценок позволит организациям, осуществляющим хозяйственную и иную деятельность, проводить реальное сравнение различных способов снижения выбросов и выявлять наиболее рациональные пути, а в соответствующих ситуациях – обосновывать отказ от модернизации.

В настоящее время проведена проверка пригодности предлагаемой рейтинговой системы на базе филиалов ОАО «Генерирующая компания» к оценке источников выброса парниковых газов, возникающих в результате сжигания всех видов газообразного, жидкого и твердого топлива при производстве электроэнергии, т.е. источников категории «Стационарное сжигание топлива» по [2]. Компания активно проводит модернизацию основных производственных фондов, ведущую к заметному повышению КПД энергогенерации, и, как следствие, к реальному снижению выброса парниковых газов и к «низкоуглеродности» генерации.

Комплексный рейтинговый показатель η_{COMP} при помощи которого осуществляется рейтинговая оценка объектов, получают в виде безразмерного числа из уравнения, в целом представляющего собой произведение трех параметров эффективности производства по выбросу различных загрязнителей, в том числе – глобального действия:

$$\eta_{\text{COMP}} = \text{EER} \times T_1 = \text{EER} \times (T_1/T_2) \times T_2, \quad (1)$$

где EER – энергоэкологический рейтинговый коэффициент совершенства технологии или системы очистки, показывающий величину энергетических затрат на гипотетическое предотвращение выброса; T_1 , T_2 – безразмерные параметры времени заполнения контрольного объема экспертной оценки V , м³, соответственно, загрязнителями и выбросом.

Величина η_{COMP} позволяет численно сопоставлять генерирующие объекты по выбросу токсичных загрязнителей и парниковых газов. Параметры T_1 , T_2 составлены таким образом, что их отношение (T_1/T_2) представляет собой средневзвешенную потолочную норму, составленную из предельно приемлемого норматива по парниковым газам, соответствующего требованиям к ограничению их выброса, и предельно допустимого гигиенического норматива касательно токсичных загрязнителей. Формула (1) справедлива при следующих ограничениях по скорости выхода струи w_0 и скорости ветра u_m : $w_0 \geq 1$ м/с; 1 м/с $< u_m < 7$ м/с; $u_m/w_0 < 3$.



По итогам 2014 года проведены расчеты по двум филиалам ОАО «Генерирующая компания», существенно различающихся по объемам и видам генерации, а также по характеристикам источников выброса – Елабужской ТЭЦ и Заинской ГРЭС. Результаты расчетов показали физическую адекватность η_{COMP} в качестве рейтингового показателя. Предлагаемая система обеспечивает объективность и прозрачность оценки энергогенерации на тепловых станциях различного назначения по выбросу загрязнителей разнонаправленного действия.

Ввиду того, что расчеты достаточно трудоемки и могут возникать механические ошибки, принят к разработке соответствующий программный продукт. Для максимального учета специфики отрасли необходима пробная обкатка программы в формате Минэнерго России с целью дальнейшего продвижения в формате стран – Сторон Парижского соглашения в качестве одной из основных методик оценки эффективности энергогенерации и других производственных процессов по признаку «низкоуглеродности».

В дальнейшем рейтинговую систему в виде программного продукта предлагается распространить также для оценки рейтингов низкоуглеродности организаций неэнергетического характера, осуществляющих хозяйственную и иную деятельность в Татарстане и других субъектах РФ. До применения программы в той или иной отрасли хозяйствования потребуются определенная корректировка для учета производственных особенностей, которая должна быть проведена совместно с хозяйственными субъектами отрасли и с подключением экспертов от соответствующих предприятий. Данное направление, как было показано выше, полностью соответствует указаниям МПР по определению объема парниковых газов [2].

Внедрение предлагаемой системы рейтинговой оценки в практику промышленного производства РФ позволит во внутригосударственном формате:

- оперативно выявлять наиболее эффективные разработки предприятий по внедрению производственных технологий с низким уровнем углеродных и других вредных выбросов;
- обеспечить прозрачность экономического стимулирования предприятий, внедряющих технологии с низким уровнем углеродных и других вредных выбросов;
- лучше приспособиться к обеспечению финансирования предприятий по претензиям, связанным с международными обязательствами РФ по изменению климата в рамках ВТО (в том числе посредством финансирования разработки чистых технологий через механизмы смягчения в рамках Парижских соглашений.);

В межгосударственном формате предлагаемая система дает возможность:

- обеспечивать научное обоснование возможности или невыполнимости расширения обязательств государства (в том числе – национального вклада) по снижению выбросов парниковых газов в рамках Парижского соглашения;
- снижать риски внешнего финансового и материального воздействия на предприятия РФ по объемам производства в рамках ВТО и других международных обязательств, связанных с низкоуглеродными и другими технологиями, касающимися изменения климата;
- облегчить взаимодействие с зарубежными партнерами, в том числе с генерирующими предприятиями, по обмену практическим опытом и передаче технологий, необходимых для снижения выбросов парниковых газов.

Таким образом, во внутригосударственном формате оперативное внедрение предложений по рейтинговым оценкам промышленности с принятием соответствующих нормативов по отраслям производства полностью соответствует политике в области климата РФ.

Литература

1. Зиганшин М. Г. Разработка системы комплексных критериальных оценок эффективности и способов усовершенствования пылегазоочистных агрегатов ТЭС. Дисс...докт. техн. наук. – Казань, 2014. – 445 с.
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.2015 № 300 «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации» (Зарегистрирован в Минюсте России 15.12.2015 № 40098).



**СТРОИТЕЛЬСТВО ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ (ЛИВНЕВЫХ И ТАЛЫХ) СТОЧНЫХ ВОД
КОТЕЛЬНОЙ «САВИНОВО» (ФИЛИАЛ ОАО «ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ» -
«КАЗАНСКАЯ ТЭЦ-2»)**

Гирфанов А.А., Хайруллина Г.Н.,

Филиал ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-2, г.Казань

**CONSTRUCTION OF LOCAL TREATMENT FACILITIES FOR TREATMENT OF
POLLUTION OF SURFACE (STORM AND SNOWMELT) WASTE WATER BOILER
«SAVINOV» (OJSC «GENERATION COMPANY» - «KAZAN TEC - 2»)**

Girfanov A.A., Hayrullina G.N.,

OJSC «Generation Company» - « Kazan TEC - 2», Kazan

Аннотация

В статье рассматривается внедрение сооружений по очистке загрязненных поверхностных (ливневых и талых) сточных вод для сокращения объема водопотребления и рационального использования водных ресурсов, осуществление повторное использование очищенных поверхностных вод на собственные нужды котельной «Савиново».

Список ключевых слов: очистные сооружения, дождеприемные колодцы, пескоилоотделитель, бензомаслоотделитель.

Annotation

The article deals with the introduction of facilities for cleaning the contaminated surface (rain and melted snow) waste water to reduce the amount of water consumption and water resources management, implementation of the reuse of treated surface water for its own needs boiler «Savinovo».

List of key words: wastewater treatment plants, dozhdepriemnye wells peskoilootdelitel , oil separator .

Филиал ОАО «Генерирующая компания»-«Казанская ТЭЦ-2» расположен на 2-х площадках г.Казани, а именно:

- основная площадка Казанская ТЭЦ - 2;
- районная котельная «Савиново».

Для обеспечения сбора и отвода поверхностных и производственных стоков с территории предприятия на основной площадке Казанской ТЭЦ-2 имеется система очистных сооружений, что позволяет достичь экономического эффекта за счет уменьшения сточных вод и сокращения потребления технической воды.

В 2015 году на котельной «Савиново» завершилось строительство локальных очистных сооружений для очистки загрязненных поверхностных (ливневых и талых) сточных вод.

В состав схемы ливневой канализации и очистных сооружений входит:

- дождеприемные колодцы - 3 шт;
- трубопроводы для транспортировки стоков;
- распределительные канализационные колодцы - 6шт;
- локальные очистные сооружения подземного исполнения (пескоотделитель, бензомаслоотделитель, сорбционный фильтр);
- КНС;
- точка отбора проб очищенных стоков;
- узел учета расхода воды на линии сброса.

Очистка поверхностных сточных вод предусматривается по следующей технологической схеме:



Ливневые и талые воды собираются в дождеприемных колодцах и по трубопроводам через распределительные колодцы самотеком поступают в локальные очистные сооружения.

Очистка поверхностных сточных вод предусматривается по следующей технологической схеме:

Сточные воды поступают в пескоотделитель, в камеру первичного отстоя, где происходит осаждение взвешенных веществ и гравитационное отделение нефтепродуктов на поверхность. Затем вода самотеком с нижнего уровня поступает во вторую камеру. Во второй камере происходит дополнительное отделение неэмульгированных масел.

Затем сточная вода поднимается до уровня выпускающего коллектора и стекает в канализацию. Скопившийся на дне уловителя осадок удаляется через стояк для откачки осадка.

Из пескоотделителя освобожденные от взвешенных веществ стоки самотеком поступают в бензомаслоотделитель.

На первой стадии сточная вода предварительно отстаивается, здесь задерживаются плавающие вещества и крупные включения.

На второй стадии происходит гравитационная сепарация сточной воды, т.е. идет процесс разделения смешанных объемов разнородных частиц, смесей жидкостей разной плотности за счет применения коалесцирующих модулей. При прохождении воды в спокойном состоянии сверху вниз через лабиринт, так называемых «пчелиных сот», происходит активное сбивание отдельных фракций нефтепродукта в капельки и выделение их на поверхности воды в виде однородной массы, которая при достижении определенного количества 50-100мм может быть легко собрана.

На третьей стадии происходит доочистка воды на абсорбирующих фильтрах, на основе сорбционного материала «Мегасорб-Ф». Сорбент представляет собой нетканый, волокнистый материал, выполненный в виде полотна, сформированного в единую, объемную гофрированную структуру из скрепленных между собой гидрофобных полимерных волокон. При таком способе формирования создаются дополнительные емкие полости, в которые нефть свободно проникает при непосредственном контакте, заполняет весь объем полотна за счет капиллярных сил, при этом прочно держится внутри гофрированной волокнистой структуры сорбента за счет адгезии и легко отделяется при отжиме.

Затем сточная вода поднимается до уровня выпускающего коллектора и стекает в канализацию. Скопившийся на дне отделителя осадок удаляется через стояк для откачки осадка.

Бензомаслоотделитель снабжен сигнализатором уровня нефтепродуктов. Установленные внутри отделителя датчики контролируют толщину слоя отделившихся нефтепродуктов. Сигнализатор срабатывает при достижении толщины слоя выше установленной нормы.

Очищенная вода после бензомаслоотделителя поступает в сорбционный фильтр по подводящей трубе на доочистку. Здесь вода отстаивается и поступает в нижнюю распределительную зону, служащую для равномерного распределения воды по всей площади сорбента. Пройдя расчетный слой сорбента, очищенная вода поднимается до уровня выпускающего коллектора и стекает в КНС. Откуда двумя насосами перекачивается на сброс. Скопившийся на дне фильтра осадок удаляется через стояк для откачки осадка. Фильтр очистки воды загружен активированным углем, что упрощает регенерацию, образование микроорганизмов внутри слоя сорбента и скопление насекомых над открытым фильтром. Допускается длительное хранение и замерзание сорбента внутри фильтра в слое воды. Отработанный сорбент может утилизироваться сжиганием без нанесения ущерба атмосфере.

Эффективность работы очистных сооружений

Характеристика степени загрязнения сточной воды по ступеням очистки представлена в таблице 1.



Таблица 1

Характеристика степени загрязнения сточной воды по ступеням очистки

Показатель	Концентрация загрязнений, мг/л			
	Исходная вода	После песко-отделителя	После бензомаслоотделителя	ПДК
Взв. вещества	до 600	10-15	3-5	13,3
Нефтепродукты	80-120	0,3-0,5	0,03-0,05	0,043
БПК	-	-	-	2,57

Проверка эффективности работы очистных сооружений по очистке сточных вод проводится 1 раз в месяц в период положительных температур и работы ливневой канализации.

В целях сокращения объема водопотребления и рационального использования водных ресурсов возможно повторное использование очищенных поверхностных вод на собственные нужды котельной «Савиново». Вода будет использоваться для мойки твердых покрытий и полив зеленых насаждений.

За счет использования очищенной воды в оборотной системе экономия воды, поставляемой МУП «Водоканал» составит:

- объем дождевых и талых вод составляет - 5098,47 м³/год;
- стоимость воды, поставляемой МУП «Водоканал» - 14,99 руб/ м³
- плата за сброс неорганизованным поверхностным стоком с территории котельной «Савиново» - 4029,42 руб/квартал.

$$5098,47 * 14,99 + 4029,42 * 4 = 92\,543,75 \text{ руб/ год}$$

Вывод

По проведенным экономическим расчетом можно сделать вывод, что внедрение в систему канализации котельной «Савиново» локальных очистных сооружений и повторное использование очищенной воды в оборотной системе приведет к экономии на 92,5 тыс.руб/год.



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

*Агафонов А.И., Дыранов А.Б., Голобоков С.В., Ачилов И.Ш.,
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г.Пенза*

IMPRUVMENT OF ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES FOR RECYCLING HOUSHOLD AND INDUSTRIAL WASTE

*Agafonov O.I., Dyranov A.B., Golobokov, S.V., Achilov I.S.,
Penza State University, Penza*

Аннотация

В работе рассмотрены технологические, экономические и экологические проблемы переработки твердых бытовых и промышленных отходов. Предложен способ повышения энергетической эффективности переработки мусора путем использования части сгораемых отходов в качестве топлива. Для выполнения экологических требований предложено использовать высокотемпературный пиролиз в технологии переработки бытовых отходов. Разработана технологическая схема переработки и утилизации твердых бытовых и промышленных отходов с применением газотурбинной электростанции.

Annotation

The research results of the technological, economic and ecologic problems of processing solid household and industrial waste presented in this work. A method to improve energy efficiency through the use of recycling portion of combustible waste as a fuel. To comply with environmental requirements proposed to use high temperature pyrolysis in waste processing technology. Developed a flow chart of processing and utilization of solid household and industrial waste with the use of gas turbine power plants.

Повышение уровня развития цивилизации сопровождается неуклонным ростом объемов отходов жизнедеятельности и промышленного производства. Совершенствование техники и технологии повышает ассортимент химических соединений и их опасность для окружающей среды. Проблема переработки и утилизации твердых бытовых и промышленных отходов (ТБПО) с каждым годом становится все более актуальной не только для мегаполисов, но и других населенных пунктов. Проблемы утилизации ТБПО традиционно рассматривались с точки зрения отрицательного воздействия на окружающую среду. Однако при решении этих проблем невозможно не рассматривать технологические и экономические аспекты [1].

Состав ТБПО зависит от численности населения, местности, уровня развития промышленного и сельскохозяйственного производства и т.п. Традиционно в состав ТБПО входят такие исходные компоненты как строительный мусор, пищевые отходы, различные виды упаковки, отслужившие срок одежда, обувь, мебель, бытовая техника, технологические отходы и т.п. Подавляющая масса ТБПО в нашей стране складывается на мусорных свалках, стихийных или специально организованных в виде «мусорных полигонов». Места захоронения ТБПО без предварительной переработки занимают огромные территории, зачастую плодородные земли на многие десятилетия выводятся из хозяйственного оборота [1-3].

Мусорные свалки, характеризуются высокой концентрацией углеродсодержащих материалов - бумага, полиэтилен, пластик, дерево, резина. По различным причинам часто возникают пожары, продукты неполного сгорания загрязняют окружающую среду, вызывают задымление атмосферы на прилегающей территории. Полигоны захоронения ТБПО являются источником загрязнения как поверхностных, так и подземных вод за счет дренажа свалок атмосферными осадками. Кроме того, мусорные свалки выступают приютом бездомных животных, крыс, мышей, птиц, насекомых и паразитов. Все они присутствуют в цепочках распространения вирусов. Возникает опасность распространения инфекционных заболеваний.



Для любого города и населенного пункта проблема вывоза и обезвреживания ТБПО всегда является в первую очередь проблемой экономической. Жизненно важно организовать процессы вывоза, переработки и утилизации ТБПО так чтобы не нарушать экологическую безопасность города, нормальное функционирование городского хозяйства с точки зрения общественной санитарии и гигиены, а также условия жизни населения в целом.

Твердые бытовые отходы - это богатый источник вторичных ресурсов, в том числе черных, цветных и редких металлов. ТБПО содержат возобновляемое углеродсодержащее сырье и также рассматриваются как «бесплатный» энергоноситель для топливной энергетики. Во всем мире переработка ТБПО является прибыльным бизнесом, в более развитых странах научились перерабатывать бытовой мусор, получая из него ценные вещества и тепло [2].

Зарубежный опыт показывает, что рациональная переработка ТБПО дает возможность использовать до 90% продуктов утилизации. В настоящее время существует ряд способов хранения и переработки твердых бытовых отходов: сортировка, земляная засыпка, сжигание, биотермическое компостирование, низко- и высокотемпературный пиролиз.

В России разработан и получил распространение новый метод термической переработки высокомолекулярных соединений - высокотемпературный пиролиз, при котором подвод тепловой энергии производится с высокой скоростью и без доступа кислорода. Пиролиз представляет собой термическую деструкцию исходного вещества, в ходе реакций пиролиза происходит разрушение нормальной структуры вещества на простейшие молекулы.

Отличительными особенностями метода быстрого пиролиза являются:

- Замкнутость непрерывного технологического производственного процесса.
- Относительная «чистота» конечных продуктов пиролиза.
- Минимальная энергоемкость процесса, в сравнении с иными технологиями.
- Выделение значительного количества тепловой энергии.

Процессы пиролиза получают все большее распространение, чем традиционная газификация благодаря тому, что в ходе процесса выделяется значительное количество тепловой энергии. Пиролизу подвергаются твердые бытовые и близкие к ним по составу промышленные отходы - пластмассы, резина (в том числе, автомобильные покрышки), дерево, картон, бумага, ткани, другие органические отходы. Перерабатывая подобный мусор с целью утилизации, можно не только добиться снижения объемов захоронения мусора в нашей стране, но и получить весьма ощутимый экономический эффект. С точки зрения экологии процесс пиролиза обладает лучшими показателями по сравнению со сжиганием. Объем газов, подвергаемых очистке, намного меньше, чем при сжигании отходов [3].

Современный мусороперерабатывающий завод является высоко оснащенным механизированным и автоматизированным производством. При суточной производительности 800 т мусора установленная мощность технологического оборудования составляет около 500 кВт. Как правило мусороперерабатывающий завод работает круглосуточно и потребляет весьма значительные объемы электрической энергии. Все затраты по вывозке ТБПО и на содержание мусороперерабатывающего производства несет муниципальный бюджет. Частично эти затраты покрываются оплатой населения и предприятий, частично - федеральными субсидиями на охрану окружающей среды. Оплата потребленной электроэнергии является достаточно весомой статьей расходов.

Повышение энергетической эффективности технологии переработки ТБПО достигается путем использования продуктов пиролиза, в первую очередь синтез-газа в качестве топлива для собственной электростанции. Для снижения суммарных затрат на переработку и утилизацию ТБПО в технологическую схему мусороперерабатывающего завода предлагается включить собственную электростанцию. Это даст возможность не покупать электрическую энергию, а вырабатывать для собственных нужд, сопутствующих производств и значительную долю продавать потребителям.

Из всех представленных на рынке энергетических установок, преобразующих тепловую энергию в электрическую, самыми подходящими для работы на топливе, получаемом в результате пиролиза ТБПО, являются газотурбинные установки (ГТУ). Газотурбинная



установка - это агрегат, состоящий из газотурбинного двигателя, редуктора, генератора и вспомогательных систем. Поток газа, образованный в результате сгорания топлива, воздействуя на лопатки турбины, создает крутящий момент и вращает ротор, который через понижающий редуктор соединен с генератором. Генератор вырабатывает электроэнергию и через коммутационные устройства выдается потребителям [5].

ГТУ состоит из отдельных блоков, включая компрессорный блок, камеру сгорания и топливную станцию, теплообменник, генераторный блок, блок автоматики. Для повышения КПД устанавливают теплообменники и подогревают воздух на входе в камеру сгорания. Особенностью работы ГТУ является высокая температура в камере сгорания. Синтез-газ на выходе пиролизной колонны имеет высокую температуру, его можно подавать в камеру сгорания без предварительного охлаждения, тем самым также достигается повышение КПД.

На рисунке 1 представлена функциональная схема пиролизной установки по переработки твердых бытовых отходов.

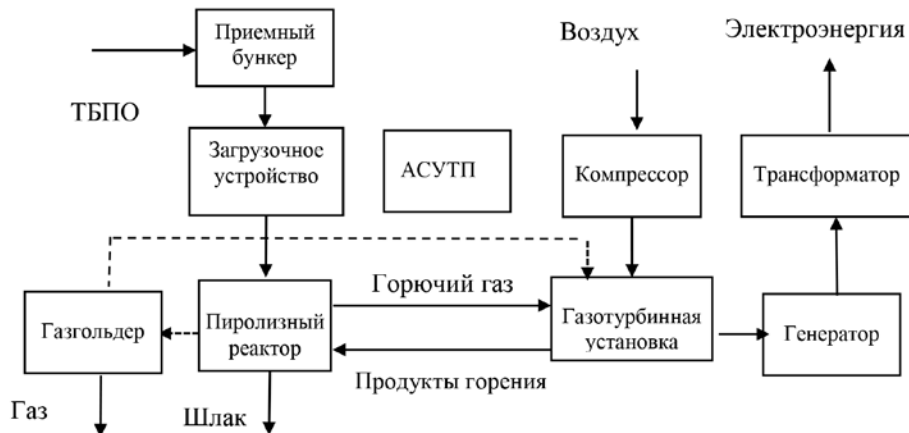


Рис.1. Функциональная схема пиролизной установки

Переработка осуществляется следующим образом. Предварительно подготовленные и измельченные бытовые отходы загружаются в приемный бункер, откуда с помощью шнекового загрузочного устройства периодически подаются непосредственно в пиролизный реактор, после чего он герметизируется. В реакторе происходит процесс разложения, т.е. процесс практически полного превращения топлива в горючие газы. Газ подается в горелки реактора, в ГТУ и избыток накапливается в газгольдере. Шлак накапливается в нижней части реактора в виде расплава, удаляется во время следующей загрузки реактора с помощью специального устройства в контейнер для утилизации отходов.

Горячий пиролизный газ поступает в камеру сгорания газовой турбины. Продукты сгорания с температурой около 500 °С поступают к пиролизным реакторам для поддержания высокотемпературного пиролиза. Автоматическая система управления технологическим процессом контролирует режим работы пиролизного реактора, получая данные с датчиков температуры реактора, компрессора и газоанализатора. Она контролирует ход протекания реакций и сигнализирует о готовности пиролизного реактора к приему новой порции ТБПО.

Преимуществами газотурбинных электростанций являются:

- Возможность работы на любом виде топлива и различных видах газа.
- Эксплуатация, как в автономном режиме, так и параллельно с сетью.
- Длительная работа при малых нагрузках, в том числе в режиме холостого хода.
- Способность генератора выдерживать не менее 3-х кратной перегрузки по току.
- Мобильность, малые габаритные размеры и вес.
- Минимальные объемы вредных выбросов в окружающую среду.



Наиболее привлекательным с точки зрения использования ГТУ являются малый удельный вес, компактность, простота транспортировки и легкость монтажа. Современные ГТУ поставляются в виде одного или нескольких блоков полной заводской готовности, требующих небольшого объема монтажных работ, либо не требующих их вовсе [5]. Компактность установок позволяет их размещать в условиях стесненного генерального плана. ГТУ предъявляют низкие требования к строительным работам и инфраструктуре.

Недостатки газотурбинных электростанций:

- Высокая стоимость по сравнению с традиционными дизель-генераторами.
- Более сложные в управлении и обслуживании.
- Высокая температура выхлопных газов.
- Меньший КПД, чем установки с поршневыми двигателями.
- Задержка отклика на изменения настроек мощности.

Один из недостатков ГТУ – высокая температура выхлопа в сочетании с пиролизной установкой может стать технологическим преимуществом. Количество образовавшихся в процессе пиролиза веществ напрямую зависит от начального состава твердых бытовых отходов и от текущих условий, при которых происходит сам процесс пиролиза. При температуре выхлопа порядка 500 °С протекают все реакции низкотемпературного пиролиза. По энергетическим затратам это составляет до 60 % требуемого количества теплоты.

Выхлопные газы ГТУ можно напрямую подавать в пиролизную колонну и проводить начальные стадии пиролиза на тепловой энергии, которая ранее не использовалась. Для дальнейшего повышения температуры до рабочих значений порядка 850 – 900 °С используются газовые горелки, которые работают на вырабатываемом колонной синтез-газе. В результате ГТУ работает в режиме когенерации, ее КПД за счет использования теплоты выхлопных газов значительно повышается.

Газотурбинные энергоустановки применяются в качестве постоянных, резервных или аварийных источников тепло- и электроснабжения в городах, а также отдаленных, труднодоступных районах [4]. Электрическая мощность газотурбинных энергоустановок колеблется от десятков киловатт до сотен мегаватт. Наибольший КПД достигается при работе в режиме когенерации - одновременной выработке тепловой и электрической энергии.

В результате исследований подтверждена возможность использования ТБПО в качестве топлива для энергетических установок с целью выработки электроэнергии. Разработана технологическая схема по переработке ТБПО на основе высокотемпературного пиролиза. Энергопотенциал ТБПО достаточен для организации промышленной переработки в масштабах города с населением от 100 тысяч человек. Метод переработки ТБПО в синтез-газ позволяет выполнить жесткие требования по экологии и промышленной санитарии. Включение в технологическую цепочку газотурбинной электростанции позволит полностью покрыть собственные потребности предприятия электрической и тепловой энергией, и к тому же обеспечивать электричеством внешних потребителей, извлекая коммерческую выгоду.

Литература

1. Дыранов А.Б., Агафонов А.И. Биоэнергетика. Сравнительный анализ современных методов термической переработки твердых бытовых отходов. – Инновационные технологии в энергетике: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Вып II. – Пенза: Приволжский дом знаний, 2014.-120 с.
2. Благородов В.Н. Проблемы и перспективы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии / В. Благородов // Энергетик. - 1999. - №4. - С. 2
3. Гелетуха, Г.Г. Обзор технологий газификации биомассы / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1998. - № 2. - С. 21 – 29.
4. Лукутин Б.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении / Б.В. Лукутин, О.А. Суржикова., Е.Б. Шандрова. - М.: Энергоатомиздат, 2008. - 231 с.
5. Газотурбинные установки [Интернет-ресурс] <http://www.ecotoc.ru/generators/turbine/d52>.



ВЛИЯНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ИОНАМИ МЕДИ

*Хабибрахманова А.И., Югина Н.А., Хабибрахманов В.З., Шулаев М.В.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань,*

THE INFLUENCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES TO THE PROCESS WASTEWATER POLLUTED BY CUPRUM IONS

*Khabibrakhmanova A.I., Yugina N.A., Khabibrakhmanov V.Z., Shulaev M.V.,
Kazan National Research Technological University, Kazan*

Аннотация

В данной работе были исследованы процессы интенсификации анаэробной биологической очистки модельной сточной воды, загрязненной ионами меди, с помощью биологически активных веществ. В качестве биостимуляторов выступали препарат мелафен и гуминовый препарат. Исследовано влияние гуминового препарата и синтетического препарата мелафен на биocenosis анаэробного ила. Определение ионов меди осуществлялось иодиметрическим методом. Показано, что наиболее эффективно для очистки модельной сточной воды от ионов меди применение гуминового препарата в концентрации $10-1\text{г/дм}^3$ в сочетании с мелафеном в концентрации $10-6\text{мг/дм}^3$.

Annotation

The objective of the article was to research the processes of the intensification of the anaerobic biological treatment of model wastewater containing cuprum ions that was achieved with the help of a new generation of stimulants. It was investigated the effect of the humic compound and the synthetic compound – melaphen on biocenosis anaerobic sludge. The determination of sulfates was carried out by the iodometric method. The results showed that the using of the humic compound $10-1\text{ g /dm}^3$ in combination with a the melaphen $10-6\text{ mg/dm}^3$ was the most effective for the treatment of waste water contaminated cuprum ions.

Проблема сохранения водных ресурсов нашей планеты с каждым годом становится все более острой. Развитие промышленности, интенсификация сельского хозяйства, расширение площадей орошаемого земледелия – все это увеличивает потребность в чистой пресной воде.

В свою очередь рост водопотребления необратимо приводит к увеличению количества сточных вод. В настоящее время объем сбрасываемых в водотоки сточных вод составляет примерно 2 % от среднегодового стока.

Сложности очистки вод связаны с чрезвычайным разнообразием примесей в стоках, количество и состав которых постоянно изменяется вследствие появления новых производств и изменение технологии существующих [1].

Среди применяемых в настоящее время систем и принципов очистки сточных вод едва ли не самое значительное место занимают биологические методы. Метод биологической очистки до настоящего времени является наиболее совершенным по характеристикам скорости, экономичности и экологической безопасности. Однако ужесточение требований к сбросу и к степени очистки промышленных сточных вод приводит к необходимости усовершенствования традиционных биологических очистных систем, которые часто работают с перегрузкой и часто не выдерживают современных требований к качеству очищенной воды, а также к стабильности и устойчивости работы.

Поэтому в связи с усиливающимся загрязнением водоемов тяжелыми металлами, нефтью и другими последствиями деятельности человека большой интерес представляет создание новых препаратов с широким спектром биологической активности, способных повышать устойчивость живых организмов к неблагоприятным факторам среды и способствующих более глубокой очистке сточных вод. К числу таких соединений можно отнести гуминовый



препарат и препарат мелафен.

Способность гуминовых веществ связывать ионы металлов и органические соединения позволяет использовать их в качестве детоксицирующих агентов на загрязненных территориях [2].

Гуминовая кислота особо выделяется среди естественных компонентов почвы по способности связывать ионы тяжелых металлов. Но результат распределения ионов тяжелых металлов между жидкой и твердой фазами в присутствии гуминовой кислоты может быть разным в зависимости от «растворимости» самой гуминовой кислоты.

Способность мелафена оказывать стимулирующий эффект на жизнедеятельность водных микроорганизмов была использована для интенсификации биологической очистки сточных вод. Использование мелафена приводило к более полному окислению загрязнений, улучшению седиментационных свойства ила, что обеспечивало устойчивое снижение илового индекса при значительном приросте биомассы активного ила [3].

Среди тяжелых металлов медь наиболее широко представлена в исследованиях как загрязнитель почв.

Медь встречается в сточных водах рудообогатительных фабрик, заводов, производящих электролитную медь, гальванических цехов различных предприятий, фабрик искусственного волокна, в шахтных водах и т. д. Концентрация меди может быть от микрограммов до граммов в 1 дм³.

В сточных водах медь может присутствовать в виде ионов Cu^{2+} , $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ – в сточных водах фабрик искусственного волокна, $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$ – в водах обогатительных фабрик, иногда в водах гальванических цехов – в виде медноаммиачных комплексов и комплексов с другими органическими лигандами.

Для определения меди, присутствующей в сточной воде в относительно больших концентрациях, рекомендуется титриметрический метод. После предварительного разложения комплексных соединений медь находится в растворе в виде двухвалентных катионов. Для связывания обычно присутствующего железа (III) pH раствора приводят к 3,5–4, затем вводят иодид калия, который, реагируя с ионами Cu^{2+} , выделяет йод. Последний оттитровывают стандартным раствором тиосульфата натрия с крахмалом, в качестве индикатора.

ПДК меди для водной среды считается 0,1 мг/л, в рыбохозяйственных прудах ПДК рыбохоз меди уменьшается до 0,001 мг/л. Для эксперимента использовалась концентрация меди 1,67 мг/дм³ мг/дм³ [4].

Целью данной работы являлось исследование процессов интенсификации биологической очистки сточных вод, загрязненных ионами меди, в анаэробных условиях с помощью биостимуляторов нового поколения.

В качестве объектов исследований были выбрана смешанная популяция микроорганизмов, входящих в состав анаэробного ила, полученного на основе активного ила городских очистных сооружений, сброженного в течение 4х недель при температуре 38 °С. Активный ил для экспериментов отбирался из регенератора секции биологической очистки сточных вод МУП «Водоканал».

После сбраживания ил приобретал черную окраску, характерный запах разложившихся органических веществ, и было обнаружено бурное выделение биогаза, в состав которого входил сероводород. Иловый индекс составлял 91,6 см³/г, доза ила – 6 г/дм³

При приготовлении модельной сточной воды в качестве источника углерода использовали глюкозу ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), азота – натрий азотнокислый (NaNO_3), фосфора – калий фосфорнокислый однозамещенный (KH_2PO_4) в соотношении C:N:P = 100:5:1.

Исследование кинетики проводилось в пробирках, где создавались анаэробные условия. Отбирались пробы очищенной воды в смеси с иловой суспензией через определенные промежутки времени, затем анаэробный ил отделялся фильтрованием, и анализировалось содержание ионов меди в очищенной воде. В данном эксперименте (рисунок 1) в опытных образцах проводился процесс очистки стоков, загрязненных солями меди, в присутствии гуминового препарата в концентрации 10–1 г/дм³, мелафена в концентрации 10–6 мг/дм³, их сочетании



в тех же концентрациях, а в контрольной пробе – традиционная биологическая очистка.

Время эксперимента составляло 24 часа. ХПК исходной сточной воды в ходе эксперимента составляло 2240 мг O_2 /дм³, pH – 7,6, температура – 25 °С. Начальная концентрация меди составила 1,67 мг/дм³. Выбор такой концентрации обусловлен серией экспериментов, проведенных ранее [5, 6].

Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

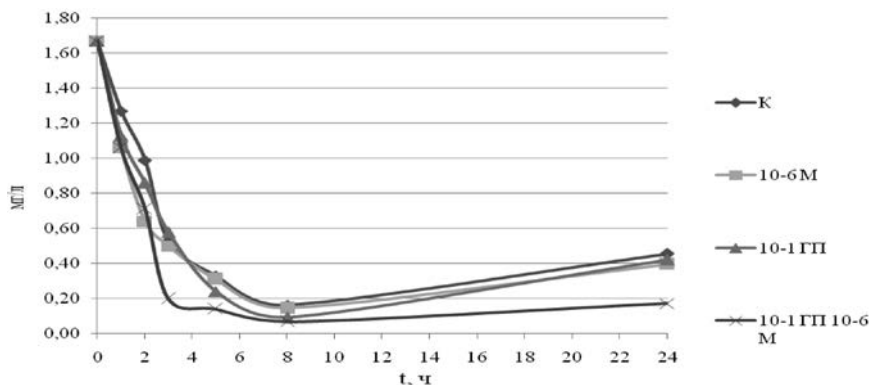


Рис. 1. Кинетика изменения концентрации ионов меди при внесении гуминового препарата концентрацией 10^{-1} г/дм³ (10^1 ГП), мелафена в концентрации 10^{-6} мг/дм³ (10^6 М), смеси мелафена и гуминового препарата в концентрациях $10^{-6}10^{-1}$ г/дм³ и в отсутствии препарата (К)

Данные эксперимента показали, что применение препарата мелафен способствует более глубокой очистке по сравнению с контрольным опытом, начиная с 1 часа эксперимента. В начальные часы эксперимента, применение препарата мелафен способствует более глубокой очистке в среднем на 16 % по сравнению с контролем. Начиная с 3 часа эксперимента его эффективность несколько снизилась. В конце эксперимента опытный и контрольный пробы обеспечили очистку сточных более чем на 70 %.

Результаты эксперимента показали, что использование мелафена в целом оказывает положительное влияние на степень очистки по сравнению с традиционной биологической очисткой, так ко 2 часу эксперимента значение концентрации железа снизилось с 1,67 мг/дм³ до 0,64 мг/дм³, в то время как при традиционной биологической очистке значение к этому времени составило 0,99 мг/дм³. Таким образом, ко второму часу эксперимента опытный образец обеспечивал 21 % более глубокую очистку, чем контрольный.

Применение гуминового препарата в концентрации 10^{-1} г/дм³ приводило к повышению эффективности очистки в начальное время эксперимента в среднем на 8% по сравнению с контрольным образцом, однако к концу эксперимента действенность препарата несколько снизилась и составляло не более 4% по сравнению с контрольной пробой. В конце эксперимента опытная пробы обеспечила очистку сточных на 75 %.

Использование гуминового препарата в концентрации 10^{-1} г/дм³ в сочетании с мелафеном в концентрации 10^{-6} мг/дм³ наиболее эффективно для очистки сточных вод от солей меди. Так, применение гуминового препарата в сочетании с мелафеном повышает степень очистки по сравнению с традиционной биологической очисткой на протяжении всего эксперимента в среднем на 14 % по сравнению с контрольным образцом.

Максимальная степень очистки была достигнута к 8 часу эксперимента и составила 95,6 %, что оказалось на 17 % более эффективно по сравнению с контролем. Было достигнуто снижение концентрации ионов меди до уровня ПДК. В конце эксперимента опытная проба обеспечила очистку модельной сточной воды, загрязненной ионами меди, на 89,7 %.

Результаты эксперимента показали, что наиболее эффективно для очистки сточной воды от ионов меди применение гуминового препарата в концентрации 10^{-1} г/дм³ в сочетании с мелафеном в концентрации 10^{-6} мг/дм³.



Литература

1. Быков В.А. Биотехнология: Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В.А. Быков, Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – М.: Высшая школа; 1987. – 143 с.
2. Портнова А.В., Вольхин В.В. Иммобилизация ионов меди(II) гуминовой кислотой, переведенной в малорастворимое состояние // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2008. – №4. – С. 71 – 75.
3. Мелафен: механизм действия и области применения / Под ред. С.Г. Фаттахова, В.В. Кузнецова, Н.В. Загоскиной – Казань: «Печать-Сервис XXI век»; 2014. – 528 с.
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия; 1984. – 448 с.
5. Хисамова А. И., Югина Н.А., Михайлова Е.О., Шулаев М.В. Анализ влияния гуминового препарата на рост микроорганизмов активного ила с целью интенсификации и оптимизации биологической очистки сточных вод // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15 – № 20. – С. 183 – 185.
6. Хисамова А. И., Югина Н.А., Михайлова Е.О., Шулаев М.В. Анализ влияния биологически активных веществ на рост анаэробных микроорганизмов активного ила // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16 – № 10. – С. 201 – 203.



АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Айкина К.Д., Афанасьев А.Ю.

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

ANALYSIS OF PARAMETERS OF THE AIR FLOW IN A WIND POWER INSTALLATION

Aykina K.D., Afanasiev A.Yu.

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev, Kazan

Аннотация

В докладе рассматривается один из важных видов альтернативных источников электроэнергии – ветрогенератор, содержащий ветродвигатель, мультипликатор и электрический генератор с системой управления. Для создания эффективных и экономичных энергетических установок требуется тщательный анализ аэродинамических процессов. В частности, целесообразно применение конфузоров и воздухопроводов для концентрации воздушного потока, имеющего большую скорость и давление перед ветродвигателем. При этом возможно получение мощности, значительно превышающей располагаемую мощность ветродвигателя в свободном воздушном потоке.

Annotation

The report examined an important kind of alternative energy sources – the wind generator comprising a wind turbine, multiplicator and electric generator with the control system. To create efficient and economical power plants it requires a thorough analysis of aerodynamic processes. In particular it is advisable to use confusors and ducts to focus an air flow having a greater velocity and pressure before the turbine. Yet you can get a power greatly exceeding the available capacity of a wind turbine in a free air stream.

Рассмотрим участок воздухопровода ветрогенератора, содержащий ветродвигатель. Уравнение массового расхода воздуха m имеет вид

$$S v \rho = m \quad (1)$$

Здесь v – средняя по сечению S скорость; ρ – плотность воздуха.

Уравнение Менделеева-Клапейрона

$$\frac{p}{\rho} = R'T. \quad (2)$$

Здесь p – давление; R' – удельная газовая постоянная воздуха; T – абсолютная температура.

Мощность, передаваемая через сечение S , определяется выражением:

$$P = Spv + \frac{mv^2}{2} + c_v mT. \quad (3)$$

Здесь c_v – изохорная удельная теплоемкость. Первое слагаемое соответствует механической мощности поступательного движения; второе слагаемое – кинетическая энергия, передаваемая через сечение S за 1 сек; третье слагаемое – тепловая энергия за 1 сек.

Уравнение адиабаты для массы газа m имеет вид:

$$V^k p = \text{const}$$

или

$$\frac{p}{\rho^k} = \text{const}. \quad (4)$$



Здесь k – показатель адиабаты, $k = c_p / c_v$.

На рис. 1 показан ветродвигатель в воздухопроводе. Поток воздуха движется слева направо. Перед ветродвигателем параметры потока обозначены буквами с индексом 1, а после ветродвигателя – с индексом 2. Значения $p_1, \rho_1, P_1, v_1, T_1$ предполагаются известными. Мощность воздушного потока после ветродвигателя определяется равенством:

$$P_2 = P_1 - P_d. \quad (5)$$

Здесь P_d – мощность, потребляемая ветродвигателем.

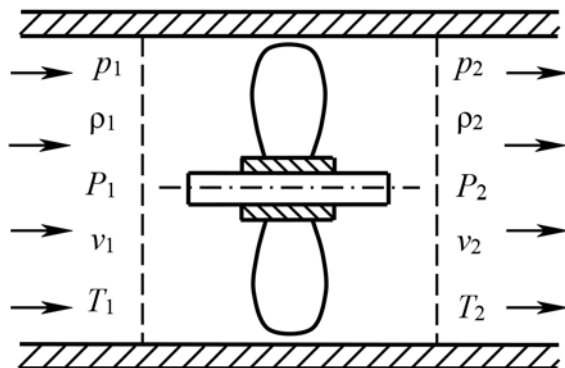


Рис. 1. Ветродвигатель в воздухопроводе

Требуется найти значения p_2, ρ_2, v_2, T_2 за ветродвигателем. Уравнения (1) – (4) принимают вид:

$$Sv_2\rho_2 = m; \quad (6)$$

$$k = c_p / c_v. \quad (7)$$

$$P_2 = Sv_2p_2 + \frac{mv_2^2}{2} + c_v mT_2; \quad (8)$$

$$\frac{p_2}{\rho_2^k} = \frac{p_1}{\rho_1^k} = c_1. \quad (9)$$

Это система из 4-х уравнений с 4-мя неизвестными. После несложных преобразований получаем последовательность формул:

$$mc_1\rho_2^{k-1} \frac{k}{k-1} + \frac{m^3}{2S^2\rho_2^2} = P_2; \quad (10)$$

$$v_2 = \frac{m}{S\rho_2}; \quad (11)$$

$$p_2 = c_1\rho_2^k; \quad (12)$$

$$T_2 = \frac{p_2}{R'\rho_2}; \quad (13)$$

Уравнение (10) имеет одну неизвестную ρ_2 и может быть решено методом Ньютона. Введем функцию

$$F(\rho_2) = mc_1\rho_2^{k-1} \frac{k}{k-1} + \frac{m^3}{2S^2\rho_2^2} - P_2. \quad (14)$$



Метод Ньютона предполагает вычисления по формуле:

$$\rho_{2i+1} = \rho_{2i} - F(\rho_{2i}) / \frac{dF(\rho_{2i})}{d\rho_2}, \quad i = 0, 1, 2, \dots \quad (15)$$

Была составлена программа в системе Turbo-Pascal по моделированию параметров в воздухопроводе с ветродвигателем. Параметры имели следующие значения: площадь $S = 1,0 \text{ м}^2$; плотность воздуха на входе $\rho_1 = 1,292 \text{ кг/м}^3$; средняя скорость $v_1 = 20,0 \text{ м/с}$; температура $T_1 = 293,0 \text{ К}$; удельные теплоемкости воздуха $c_v = 718,0 \text{ Дж/(кг·К)}$; $c_p = 1005,0 \text{ Дж/(кг·К)}$; удельная постоянная воздуха $R' = 287,0 \text{ Дж/(кг·К)}$; показатель адиабаты $k = 1,40$;

давление $p_1 = 108645,6 \text{ Па}$; массовый расход $m = 25,84 \text{ кг/с}$.

На рис. 2 показана зависимость располагаемой мощности ветродвигателя от скорости заторможенного потока v_2 согласно формуле:

$$P_4 = S \rho_1 v_2 \frac{(v_1 - v_2)^2}{2}.$$

Максимум мощности достигается при $v_2 = 6,667 \text{ м/с}$ и равен $765,63 \text{ Вт}$.

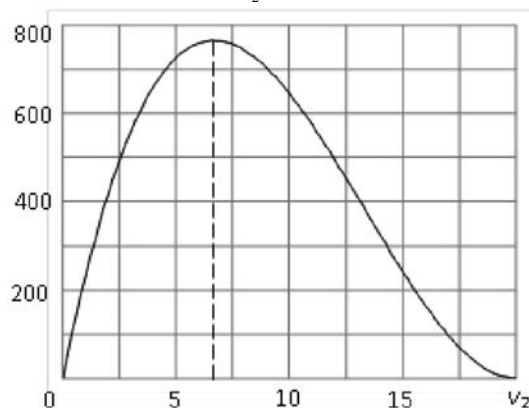


Рис. 2. Зависимость мощности ветродвигателя от скорости

На рис. 3 представлены зависимости плотности, давления, скорости и температуры за ветродвигателем от мощности, потребляемой ветродвигателем, в относительных единицах. За базовые приняты значения параметров входного потока воздуха.

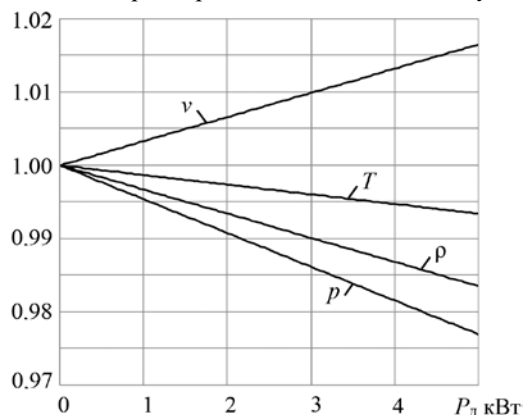


Рис. 3. Зависимости параметров воздушного потока от мощности, потребляемой ветродвигателя



Видно, что с увеличением отбираемой от потока воздуха мощности наиболее сильно уменьшается давление p_2 , далее следует плотность воздуха ρ_2 . Наименьшее изменение претерпевает температура T_2 , которая тоже уменьшается. В то же время скорость потока v_2 за ветродвигателем возрастает симметрично с уменьшением плотности воздуха ρ_2 , так как массовый расход m сохраняется. Использование перепада давления $p_1 - p_2$ позволяет значительно увеличить мощность ветродвигателя.



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ АПК МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Фахреев Н.Н.,

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

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTATION OF PROMISING METHODS OF DISPOSAL OF AGRICULTURAL WASTE BY THERMAL DECOMPOSITION

Fakhreev N.N.,

Kazan state power engineering university, Kazan

Аннотация

Проведена оценка негативного влияния отходов птицеводства на окружающую среду, рассчитана эмиссия парниковых газов. Определено направление реализации комплексной программы. Рассчитан процесс теплообмена в установках термической утилизации отходов.

Annotation

The evaluation of the negative impact of poultry waste on the environment the calculated emission of greenhouse gases. Set the direction for the implementation of the comprehensive program. The calculated heat exchange process in plants of thermal waste disposal.

Агропромышленный комплекс регионов, в особенности крупных птицеводческих фермерских хозяйствах характеризуются большим выходом органосодержащих отходов, которые складываются на близлежащей территории что является источником риска загрязнения воздушного бассейна и попадания в подземные и поверхностные воды загрязняющих веществ в том числе патогенных микроорганизмов.

В большинстве птицеводческие фермы выращивают цыплят на подстилке из опилок хвойных пород деревьев. Что составляет до 50 % к общему объему отходов [1].

Проведена оценка состояния крупных птицеводческих районов республики с наибольшим поголовьем птицы представленной в таблице 1[3]. По методике Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) проведена оценка негативного воздействия отходов птицеводства в РТ.

Оценка проводилась по количеству выделения парниковых газов (CH_4) по формуле:

$$\text{CH}_4 = E \times N \quad (1)$$

где CH_4 - эмиссия CH_4 , кг CH_4 /год. E - коэффициент эмиссии от навоза, кг CH_4 /голова×год [МГЭИК, 2006]; N - количество голов КРС. Расчеты сведены в Таблицу 1 и Рисунке 1.

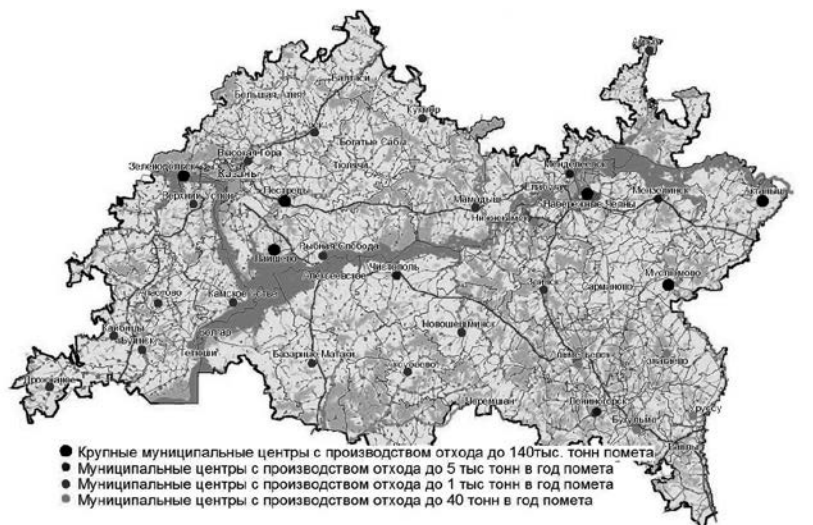
Таблица 1

Расчет эмиссии метана от отхода птицефабрик

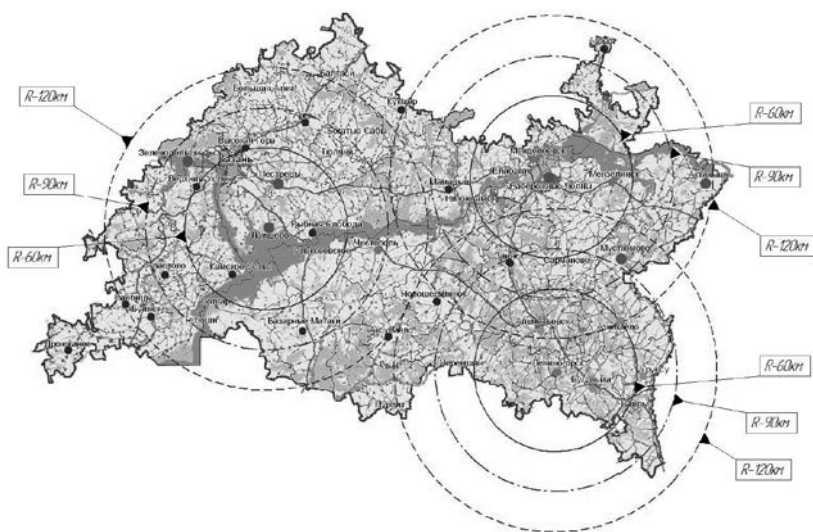
№	Муниципальные районы	Количество голов птицы, голов	Объем образования помета, тонн/год	Эмиссия CH_4 , кг/год
1.	Тукаевский	5429836	135746	108596,7
2.	Лаишевский	2903022	72576	58060,44
3.	Пестречинский	1667613	41690	33352,26
4.	Зеленодольский	1273961	31849	25479,22
5.	Актанышский	933311	23333	18666,22
6.	Мюсюмовский	409563	10239	8191,26
7.	Лениногорский	203450	5086	4069
8.	Мензелинский	150000	3720	3000
9.	Менделеевский	100127	2503	2002,54
10.	Чистопольский	60481	1512	1209,62



Наиболее целесообразным представляется возможность централизованного сбора, утилизации, обезвреживания и переработки отходов птицефабрик вследствие того что небольшие фермерские хозяйства неспособны самостоятельно вложить крупные финансовые средства на приобретения дорогостоящего оборудования.



а)



б)

Рис.1. Карта крупных центров эмиссии парниковых газов(а) и предлагаемые зоны централизованного сбора отходов для дальнейшей утилизации

Проблема утилизации существующих и вновь поступающих отходов птицеводства может достигаться следующими методами.

Рассмотрены способы утилизации и переработки отходов птицеводства разбитых по уровням и представленных на рисунке 2.



Рис.2. Утилизация отходов птицеводства по уровням повышения потенциала использования отходов

где на 1 уровне: отражены мероприятия согласно 458-ФЗ недопустимые и требующие технических решений, это а) Складирование (выгрузка отхода в предназначенные под это лагуны); б) вывоз на поля (что недопустимо без специальных мероприятий по обеззараживанию отхода от патогенных вирусов и т.д.); на 2 уровне: механический отжим с доведением влажности до 10% и непосредственным сжиганием (без предварительной подготовки) в котлах с выработкой тепловой энергии; 3 уровень: а) технологии аэробного и анаэробного сбраживания с получением биогаза для энергетических установок; б) технологии с предварительным механическим обезвоживанием и термическим обеззараживанием с получением удобрений и высококалорийного альтернативного вида топлива, которая в дальнейшем может быть использована на первичных двигателях мини-ТЭЦ для выработки тепловой и электрической энергии[5].

Наиболее перспективным методом переработки помета птицы представляется его термическая утилизация с получением как минимум двух полезных продуктов. Тем самым решается проблема отвода земель под хранилища помета и получение прибыли от реализации удобрения топливных пеллетов (при пеллетировании), пиролизного газа при методе термической деструкции и тепловой энергии в виде горячей воды или пара.

Согласно нормам технологического проектирования НТП 17-99* влажность исходного помета составляет 66-74% при смешивании его с опилками в соотношении 50/50 влажность снижает в среднем до 50%[1,2], что в следствии приведет к снижению энергетических затрат на процесс термической утилизации методом термической деструкции.

Понятие термическая деструкция (пиролиз) в литературе определен как контролируемое термическое разложение исходного сырья на несколько составляющих. Для подстилочного помета птицы это может являться пиролизный газ и углеродсодержащий остаток.

Проблема защиты окружающей среды от негативного воздействия птицеводческих хозяйств в настоящее время является наиболее актуальной.

Согласно Рамочной конвенции ООН об изменении климата, статьи 3: Сторонам следует принимать предупредительные меры в целях прогнозирования, предотвращения или сведения к минимуму причин изменения климата и смягчения его отрицательных последствий.

Согласно Экологической стратегии России проблема утилизации отходов животноводства и птицеводства ввиду наращивания производства должна выйти на качественно новый уровень за счет внедрения новейших инженерных решений и Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» №458-ФЗ статьи 3, в котором, Основными принципами Государственной политики в области обращения с отходами являются использование наилучших доступных технологий при обращении с отходами; комплексная переработка



материально-сырьевых ресурсов в целях уменьшения количества отходов и Комплексной программы БИО-2020 ожидаемыми результатами которого в сфере экологии будет создание эффективных методов ликвидации загрязнений и предотвращения вредного антропогенного воздействия на окружающую среду; в сфере сельского хозяйства – внедрение биотехнологий будет способствовать повышению продовольственной безопасности страны. Развитие сферы биоэнергетики будет содействовать появлению новых доступных источников энергии[4].

Литература

1. В.А. Гусев, И.П. Салеева, Л.П. Кокаулина. Перспективы использования подстилочного помета для получения тепла и удобрений.//Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 5-й Международной научно-технической конференции (16-17 мая 2006 года, г.Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. Часть3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006.-420с.
2. О.Д.Сидоренко, Е.В.Черданцев. Биологические технологии утилизации отходов животноводства.-М.: МСХА, 2001.-76с.
3. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2014году»-Казань, 2015г.
4. Программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. (утв. Правительством РФ от 24 апреля 2012 г. № 1853п-П8).
5. Gil'manshin I. R., Konahina I. A., Kashapov N. F., Fahreev N.N. Mini-Central heating and Pow-er Plant (CHP): the choice of the optimal structure and modes of operation// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Bristol-UK. Vol.69, Conf.1, December 2014. (SJР(2013): 0.130; IPP(2013): 0.139; SNIP(2013): 0.152; DOI: 10.1088/1757-899X/69/1/012008).



МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В АЭРОТЕНКАХ

Гумиров И.С.,

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

METHODS OF AN INTENSIFICATION OF BIOLOGICAL SEWAGE TREATMENT IN THE AEROTENKAKH

Gumirov I.S.,

Kazan state power university, Kazan

Аннотация

Целью статьи является повышение интенсивности очистки сточных вод с увеличением скорости процесса биологической очистки. Была предложена следующая система аэрации: в аэротенке для очистки сточных вод над соответствующими участками дна аэротенка расположены зона нитрификации и зона денитрификации. В зоне денитрификации частично происходит процесс нитрификации и уменьшаются затраты на электроэнергию. Такое новое техническое решение позволяет создать систему аэрации в аэротенке, в которой повышена интенсивность очистки сточных вод с одновременным увеличением скорости процесса биологической очистки. Транспортирование суспензию из резервуара в камеру отсасывания газа в виде ламинарного потока путем подачи в подающий коллектор пузырьков воздуха вдоль оси потока в пульсирующем режиме даст нам резкое снижение слипания частиц активного ила, содержащего сорбированный газ, в коллекторе.

Annotation

The purpose of article is increase of intensity of sewage treatment with increase in speed of process of biological cleaning. The following system of aeration has been offered: in an aerotenka for sewage treatment over the corresponding sites of a bottom an aerotenka are located - a zone of a nitrification and a zone a denitrification. In a denitrification zone partially there is a process of a nitrification and costs of the electric power decrease. Such new technical solution allows to create system of aeration in an aerotenka in which intensity of sewage treatment with simultaneous increase in speed of process of biological cleaning is increased. Transportation suspension from the tank in a chamber of suction of gas in the form of a laminar stream by giving in the giving collector of vials of air along a stream axis in the pulsing mode will give us sharp decrease in adhesion of particles of the active silt containing sorbed gas in a collector.

Проблема охраны окружающей среды требует ускоренного внедрения высокоэффективных систем защиты водоемов от загрязнений. Основным источником загрязнения водоемов, приводящим к ухудшению качества воды и нарушению нормальных условий жизнедеятельности гидробионтов, являются сбросы промышленных сточных вод. Проблема их очистки и подготовки воды для технических и хозяйственно-питьевых целей с каждым годом приобретает все большее значение. В настоящее время метод очистки сточных вод активным илом является наиболее универсальным и широко применяемым при обработке стоков, в связи с чем изучение современных технических решений в области биологической очистки сточных вод является актуальным.

При биологической очистке сточных вод, как правило, используется активный ил, представляющий собой смесь различных бактерий и иных микроорганизмов. В ходе очистки суспензию активного ила смешивают с очищаемой водой и проводят аэрацию, после чего отработанный ил направляют во вторичный отстойник, где седиментация и концентрирование продолжается путем осаждения ила. Сконцентрированный ил повторно используют в процессе очистки, а жидкость после декантации направляют в приемник, как очищенные сточные воды. С целью создания более универсального и надежного способа обработки активного ила и установки для его осуществления, обеспечивающей при эффективной дега-



зации лучший фракционный состав суспензии, поступающей в камеру отсасывания газа и выходящей из нее, большую эффективность удаления сорбированных газовых частиц было предложено транспортировать суспензию из резервуара в камеру отсасывания газа в виде ламинарного потока путем подачи в подающий коллектор пузырьков воздуха вдоль оси потока в пульсирующем режиме. В результате этого наблюдается резкое снижение слипания частиц активного ила, содержащего сорбированный газ, в коллекторе. При попадании в камеру отсасывания газа под действием пульсирующего воздушного потока происходит вибрация суспензии в камере, что способствует перемещению частиц ила, содержащих газ в верхние слои, а частиц, прошедших дегазацию, в нижние слои камеры, а затем в выпускной коллектор.

В установке для реализации данного способа было предложено вводить пузырьки воздуха в нижнюю часть подающего коллектора через патрубок насоса, расположенный вдоль центральной оси коллектора и снабженный приспособлением для распыления подаваемого воздуха. Подача воздуха осуществляется, как правило, принудительно с помощью компрессора или воздуходувного насоса, снабженного стандартным приспособлением, обеспечивающим заданный режим пульсации. Оптимально использовать аэрлифтный насос. Использование рассматриваемого способа обработки активного ила позволяет повысить десорбцию газа, сорбированного на частицах активного ила, в 3-9 раз по сравнению с известными аналогичными решениями.

С целью повышения интенсивности очистки сточных вод с увеличением скорости процесса биологической очистки была предложена следующая система аэрации: в аэротенке для очистки сточных вод над соответствующими участками дна аэротенка расположены зона нитрификации и зона денитрификации. В этих зонах пневматические аэраторы, которые собраны в модули и размещены в придонной части соответствующего участка дна аэротенка. Группа аэраторов, расположенная в зоне нитрификации, образована из пористых трубчатых аэраторов, а в зоне денитрификации из перфорированных трубчатых аэраторов. Эти группы аэраторов собраны в аэрирующие модули и образуют в широкую полосу аэрации, от которой часть энергии затрачивается не только на механическое поддержание активного ила во взвешенном состоянии, но и на процесс аэробной биологической очистки. В результате в зоне денитрификации частично происходит процесс нитрификации и уменьшаются затраты на электроэнергию. Такое новое техническое решение позволяет создать систему аэрации в аэротенке, в которой повышена интенсивность очистки сточных вод с одновременным увеличением скорости процесса биологической очистки.

Защита водных ресурсов от истощения, загрязнения и их рациональное использование - одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. Сегодня уже никто не спорит о достоинствах аэротенков для очистки сточных вод биологическими методами. В то же время, существенное влияние на повышение качества водооборота, может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод.

Литература

1. Способ обработки активного ила и устройство для его осуществления / Петров С.В., Волков М.В., Макаров В.Л., Марьямки Т.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество «Научно-производственное предприятие «БИОТЕХ-ПРОГРЕСС». - 10.09.09.
2. Способ аэрации в аэротенке системы очистки сточных вод / Кармазинов Ф.В., Крючихин Е.М., Николаев А.Н., Пробриский М.Д., Трухин Ю.А., Чернов В.Б.; заявитель и патентообладатель Государственное Унитарное Предприятие «Водоканал Санкт-Петербурга», Закрытое Акционерное Общество «КРЕАЛ». - 20.11.05.



ОСОБЕННОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН НА ПРИРОДНЫЕ БИТУМЫ

Петров С.И.,

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

CHARACTERISTICS OF THE WELL LOGGING METHODS FOR NATURAL BITUMEN INVESTIGATION

Petrov S.I.,

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan

Аннотация

Показана возможность повышения эффективности геофизических исследований скважин путём применения межскважинной томографии и вертикального сейсмопрофилирования. Делается вывод, что эффективность освоения и разработки залежей углеводородов определяется оптимальным комплексированием этих методов, что дополнительно к общим исследованиям позволит точнее определять негативные факторы, такие, как зоны повышенной глинизации, трещиноватости и источники возможного обводнения.

Annotation

The possibility of well logging efficiency increasing by the use of cross-well tomography and vertical seismic profiling is shown in the paper. It is concluded that the efficiency of exploration and development of hydrocarbon deposits is determined by the optimal combination of these methods, which, in addition to routine well studies will increase accuracy of identification of negative factors, such as shaly zones, fracture zones and possible places of water breakthrough.

На территории Республики Татарстан можно выделить три направления повышения информативности геофизических исследований скважин на природные битумы (сверхвязкие нефти):

- разработка рационального комплекса ГИС для получения важной информации в иных горно-технологических условиях (транзитные скважины глубокого бурения);
- внедрение «новых» методов ГИС опробованных на небольшом числе эталонных объектах и успешно применяющихся при изучении традиционных нефтей (гамма-спектрометрия, С/О-каротаж, ВИКИЗ, ВДК и др.) [1-4];
- апробирование и широкое внедрение современной технологии межскважинной томографии, позволяющей повысить эффективность освоения месторождений природных битумов.

Первые два направления с той или иной успешностью в последние годы реализуются, и уже имеются положительные предварительные результаты. Последнее же внедряется слабо. Следует подчеркнуть, что работы в этом направлении помогут решить ряд сложнейших проблем. Например, значительные трудности [2, 5-7] возникают при прогнозировании вероятных причин обводнения продукции битумных скважин, которые для отложений уфимского яруса связываются с наличием водоносных прослоев и линз, залегающих в пределах битумонасыщенной части залежи. Имеющиеся геолого-промысловые данные указывают на совместное залегание битума и свободной воды в объеме коллектора.

А.И. Томашевская выделяет в качестве негативных причин, наряду с вышеуказанными, также поступление воды по нарушениям в цементном камне или по зазору между цементным кольцом и породой из-за отсутствия надежного сцепления цемента с битумонасыщенными песчаниками. Такие случаи имеют место при испытании битумонасыщенных коллекторов в обсаженных скважинах, когда бурением вскрыты и нижележащие битумосодержащие и водоносные песчаники.

Поэтому для повышения эффективности работ при освоении битумных залежей, получения достоверных сведений об особенностях геологического строения и, вследствие этого,



для оптимального выбора объектов для испытаний и эксплуатации пластов и предлагается использовать данные межскважинной томографии. Метод основан на изучении упругих параметров горных пород в пространстве между скважинами и связи их с физическими характеристиками среды путем сейсмического просвечивания межскважинного пространства.

Положительный опыт применения метода межскважинной сейсмотомографии (А.Г. Болгаров, А.П. Поляков, 2000; А.Г. Болгаров, 2002) для решения таких задач в области инженерной геологии, результаты опробования в условиях нефтегазовых месторождений Башкортостана и за рубежом являются предпосылкой эффективного использования метода для изучения строения месторождений сверхвязких нефтей Татарстана и контроля их разработки. Целесообразность применения межскважинной томографии существенно возрастает при использовании эксплуатацией залежей сверхвязких нефтей по технологии SAGD системой горизонтальных скважин.

Перспективны совместное изучение кинематических и динамических параметров продольных и поперечных волн, распространяющихся в межскважинной среде, и расчет упруго-деформационных характеристик, позволяющих оценить коллекторские свойства битумосодержащих песчаников, тектонические и структурные особенности месторождений природных битумов, определить битумо-, водо- и газонасыщенность. Большими возможностями обладает межскважинное просвечивание при контроле за фронтом выработки продуктивного пласта горизонтальными скважинами.

В работах [5-7] предложена программа по оценке возможностей применения межскважинной томографии для выявления «тонких» особенностей геологического строения битумных залежей (сверхвязких нефтей). Цель работы - детализация геологического строения месторождения природных битумов методом межскважинной томографии, а основные задачи:

- определение водоносных прослоев и линз воды и др.;
- оценка выработанности пласта тепловыми способами с помощью горизонтальных скважин;
- построение геолого-геофизической модели полигонного участка;
- выделение прослоев и линзы воды в теле битумной залежи;
- определение положения выработанной зоны.

В случае внедрения этой методики в комплексном решении вышеперечисленных задач, можно получить большой экономический эффект от целенаправленных работ, исключающих обводнение продукции, заранее, до начала эксплуатации, выяснив возможные причины поступления воды в битумные участки залежи.

Наряду с вышеуказанными [8], может быть рекомендовано ещё одно направление повышения эффективности геофизических исследований скважин на природные битумы [9], связанное с исследованиями упругих характеристик разреза, известными под названием промысловая сейсмика [10].

Для оценки фильтрационных свойств пластов в процессе их разработки широко применяются геолого-промысловые исследования. Информативность этих исследований ограничена по следующим причинам:

- результаты измерений в отдельных скважинах (в первую очередь гидродинамические) характеризуют свойства пластов на небольшом удалении от ствола скважины и поэтому недостаточны для суждения об их изменении по площади;
- применение более глубинных методов (метод фильтрационных волн давления (МФВД), индикаторные методы, заводнение пластов и др.) позволяют определять направления с различной интенсивностью фильтрации пластового флюида. Однако они не позволяют выявить причину этого различия, а при отсутствии гидродинамической связи между скважинами установить положение неоднородности вызвавшей это.

Информативность (разрешающая способность) наблюдений существенно возрастает при регистрации сейсмических сигналов в скважинах. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) и особенно его поляризационная модификация (ПМ ВСП) позволяют повысить разрешённость сейсмических записей по сравнению с наземной сейсморазведкой в 3-5 раз



и обеспечивают более детальное изучение особенностей строения продуктивных интервалов.

На рисунке 1 приведены результаты исследований на одном из участков Ново-Елховского нефтяного месторождения, где наблюдениями ПМ ВСП в глубоких скважинах, расположенными на небольшом расстоянии друг от друга, выявлено различие в направлениях субвертикальной трещиноватости в пермских отложениях (рис. 1, А). Наблюдениями по субширотному профилю установлена неоднократная смена поляризации поперечной волны. На рисунке 1, Б приведены следящие сейсмограммы, соответствующие зонам с различной поляризацией S волны. Видно, что направления смещений в волнах S1 и S2 в разных зонах меняются. Различаются и временные сдвиги между ними, определяющие коэффициент анизотропии среды.

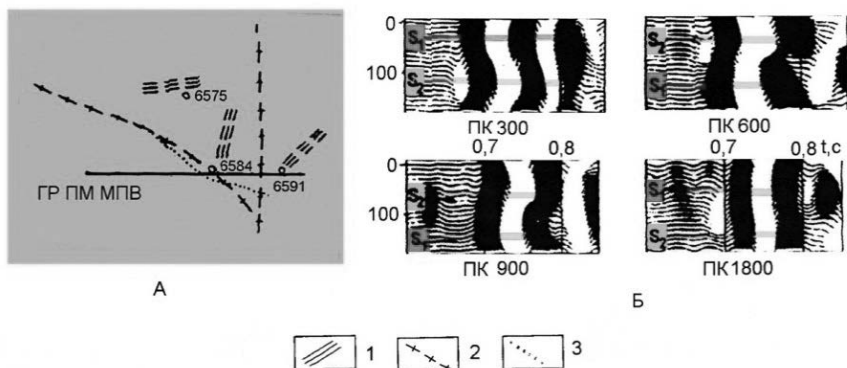


Рис. 1. К исследованиям на участке Ново-Елховского нефтяного месторождения:

А - результаты наблюдений ПМ ВСП и положение тектонических нарушений;

Б - следящие сейсмограммы на разных пикетах ПМ МПВ.

1 - направление доминирующей субвертикальной трещиноватости в пермских отложениях,
2 и 3 - тектонические нарушения в фундаменте и отложениях девона (данные гравиразведки и сейсморазведки).

Исследованиями, выполненными на одном из участков Кузайкинского нефтяного месторождения в отложениях пермского возраста выявлено большое количество блоков с отличающимися направлениями доминирующей трещиноватости (рис. 2).

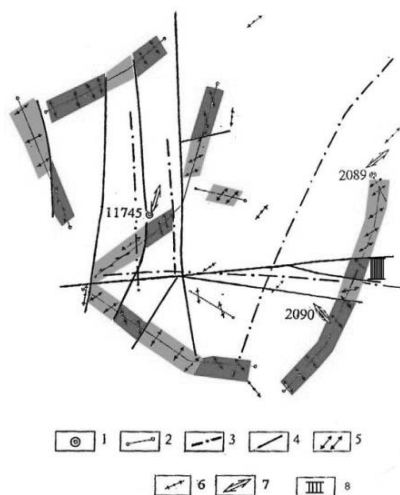


Рис. 2. Результаты исследований поляризационным методом сейсмических наблюдений, Кузайкинское нефтяное месторождение (западный склон ЮТС):

1 - скважины в которых выполнены наблюдения ПМ МПВ и НВСП; 2 - профили ПМ МПВ;

3 - тектонические нарушения по данным НВСП;

4 - межблоковые границы в перми по данным ПМ МПВ;

5 и 6 - направления смещений в волне S1 (данные ПМ МПВ и ПМ ВСП в мелких скважинах);

7 - направление доминирующей трещиноватости в отложениях среднего карбона (данные ПМ ВСП);

8 - положение зоны повышенной трещиноватости, выделенной по данным НВСП

Границам между этими блоками с некоторым смещением в плане соответствуют тектонические нарушения в карбоновых отложениях.

Исследованиями, проведенными на нескольких нефтяных месторождениях Татарстана, установлена



сильная латеральная изменчивость параметров трещиноватости в пермских породах и совпадение межблоковых границ в них с положением тектонических нарушений в продуктивных карбоновых отложениях. Наблюдается также согласие направлений доминирующей трещиноватости в перми и среднем карбоне и их несовпадение с ориентировкой трещин в отложениях турне.

Так как эффективность освоения и разработки залежей углеводородов определяется степенью адекватности применяемых систем разработки реальному строению продуктивных отложений, то очевидно, что применение таких исследований или исследований межскважинной томографией, а так же оптимальное комплексирование этих методов позволит определить факторы, существенно осложняющие разработку залежей - их блоковое строение и развитие в продуктивных интервалах разрезов таких субвертикальных неоднородностей, как зоны повышенной глинизации и трещиноватости, источники возможного обводнения.

Литература

1. Алчина А.Б. Методика интерпретации ГИС для выделения коллекторов, оценки их пористости и нефтенасыщенности в пермских отложениях республики Татарстан // Нетрадиционные коллекторы нефти, газа и природных битумов. Проблемы их освоения: Междунар. науч. конфер. – Казань: Изд-во КГУ, 2005. – С. 13-16.
2. Хисамов Р.С., Боровский М.Я., Гатиятуллин Н.С. Геофизические методы поисков и разведки месторождений природных битумов в республике Татарстан. – Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2007. – 247 с.
3. Петров С.И. Современное состояние и перспективы изучения пермских битумов Татарстана геофизическими исследованиями скважин // Трудноизвлекаемые и нетрадиционные запасы углеводородов: опыт и прогнозы: междунар. науч.-практ. конференция. – Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2014. – С. 313-316.
4. Абдуллин Р.Н., Рахматуллина А.Р. Новая технология определения емкостных свойств и коэффициента битумонасыщенности терригенных отложения уфимского яруса // Высоковязкие нефти и природные битумы: проблемы и повышение эффективности разведки и разработки месторождений: междунар. науч.-практ. конфер. – Казань: «ФЭН» АН РТ, 2012. – С. 35-37.
5. Хисамов Р.С., Файзуллин И.Н. Геолого-геофизическое доизучение нефтяных месторождений на поздней стадии разработки. – Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2011. – 228 с.
6. Боровский М.Я., Болгаров А.Г., Файзуллин И.Н. и др. Детализация геологического строения битумных залежей // Актуальные проблемы нефтегазовой геологии: междунар. науч.-практ. конференция. – СПб: ВНИГРИ, 2007. – С. 301-304.
7. Боровский М.Я., Ефимов А.А., Файзуллин И.Н. и др. О возможности использования сейсмотомографии для выявления особенностей геологического строения битумных залежей // Техника и технология разработки нефтяных месторождений: Сб. докл. науч.-технич. конфер., посвящ. 60-летию разработки Ромашкинского нефтяного месторождения. – М.: ЗАО «Изд-во «Нефтяное хозяйство», 2008. – С. 91-93.
8. Петров С.И., Боровский М.Я., Борисов А.С. и др. Повышение эффективности геофизических исследований скважин на природные битумы // Особенности разведки и разработки месторождений нетрадиционных углеводородов: материалы Междунар. научно-практ. конференции. – Казань: «Ихлас», 2015. – С. 245-248.
9. Яковлев Г.Е., Амиров А.Н., Петров С.И. Повышение эффективности геофизических исследований при изучении строения резервуаров углеводородов // Инновации и технологии в разведке, добыче и переработке нефти и газа: междунар. науч.-практ. конференция. – Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2010. – С. 461-465.
10. Амиров А.Н., Гальперин Е.И., Гурвич И.И. и др. Промысловая сейсмика - сейсмические исследования на этапе разведки и эксплуатации месторождений // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. - 1980. - №7. - С.78-83.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА ОТ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ НА ИНФИЛЬТРАЦИЮ

Кашипова Л.М., Шакурова Л.М.,

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

USING THE LIGHTING FIXTURES HEAT TO REDUCE LOSSES ON INFILTRATION.

Kashapova L.M., Shakurova L.M.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Основой написания научной работы стала проблема энергоэффективного использования ресурсов.

Наряду со световым потоком осветительные приборы выделяют тепло. В своем роде это побочное явление, по отношению к которому нужно предпринимать меры. Подойдем к этому вопросу со стороны энергосбережения и рассмотрим способы утилизации выделяемого тепла.

Инфильтрация представляет собой естественный приток наружного воздуха в помещение, за счет которого возникает большая часть потерь тепла в отопительный сезон. Необходимо уменьшить неконтролируемую инфильтрацию наружного воздуха.

Утилизируя тепло осветительных приборов и решая проблему инфильтрации наружного воздуха, мы сможем сэкономить значительное количество энергии, следовательно, ресурсов.

Актуальность работы заключается в том, что применение тепла, выделяющееся от осветительных устройств, ранее не рассматривалось как способ компенсации тепловых потерь на инфильтрацию в помещении. К тому же при проектировании системы отопления зданий не учитываются возможности снижения потерь тепла на инфильтрацию.

Целью проекта является снижение нагрузки на систему отопления заменой нормативных коэффициентов учета потерь в технические расчеты проектирования системы теплоснабжения.

Сопоставив две задачи, уменьшения потерь на инфильтрацию и утилизация тепла, выделяемые осветительными приборами, проведены расчеты для определения количества выделенного тепла от светильников, потери на инфильтрацию через ограждающие конструкции. На основании полученных результатов сделаны выводы о целесообразности компенсации инфильтрационных потерь теплоизлучением от осветительных приборов.

Annotation

The basis for writing a scientific work is the problem of energy-efficient resources using.

Along with a luminous flux the illuminating devices emit heat. It is side effect with respect to which we should take measures. Let us approach this issue on the side of Energy Saving and consider ways of released heat utilization.

Seepage is a natural flow of outside air into the room, most of the heat loss occurs during the heating season. It is necessary to reduce the uncontrolled infiltration of outside air.

Utilizable the heat of lighting fixtures and solving the problem of outdoor air infiltration, we will be able to save a considerable amount of energy, consequently resources.

Relevance of the work is that the applying of heat released from lighting devices, not previously been considered as a method of compensation for the heat losses on the infiltration in area. In addition, the design of the buildings heating system the design does not counted the possibilities of reducing the heat losses on infiltration.

The aim of the project is reducing the load on the heating system and standard losses coefficients accounting system replacement in the technical calculations of heating system design.

Comparing the two objectives, reduction losses on infiltration and utilization the heat, released from lighting fixtures, we calculated the emitted heat amount from the light fixtures, the losses on infiltration through the building envelope. Based on obtained results the feasibility of compensation



seepage losses by means of heat from the lighting was concluded.

Расчет тепловыделений

При большом количестве ламп и постоянной их работе тепловая нагрузка от искусственного освещения может быть весьма велика. Если же известно, что не будут использоваться все светильники одновременно, нужно воспользоваться коэффициентом одновременности работы освещения, указывающим, какая часть мощности освещения в среднем будет задействована.

Теплопоступление от ламп рассчитывается по упрощенной формуле:

$$Q = n \cdot N = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ Вт} \quad (1)$$

где n - коэффициент перехода электроэнергии в тепловую; N - мощность ламп.

Объектом исследования является аудитория Д-620 ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», в котором установлено 12 люминесцентных светильников (в каждом светильнике 4 лампы мощностью по 18 Вт), с пускорегулирующей аппаратурой (ПРА), включает в себя: 4 статора (18 Вт), 2 дросселя (40Вт), 1 конденсатор.

Мощность конденсатора определим по формуле [1]:

$$P = Q = U^2 \cdot W \cdot C \quad (2)$$

где U - напряжение конденсатора, В; W - энергия заряженного конденсатора, Дж, $W = 2 \cdot \pi \cdot f$ (3); C - емкость конденсатора, Ф; f - частота, Гц

$$Q_{\text{конд.}} = 250^2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 9 \cdot 10^{-6} = 176,625 \text{ Вт}$$

Потери в электромагнитном балласте для одной лампы составляет 40%. В светильнике 4 лампы, соответственно, на 1 лампу приходится 1 статор, 2/4 дросселя, 1/4 конденсатора. Посчитаем тепловыделения в ПРА [2]:

$$Q_{\text{ПРА}} = (40 \cdot 1/2 + 18 + 176,625 \cdot 1/4) \cdot 0,4 = 32,863 \text{ Вт}$$

Суммарные тепловыделения от 12 светильников в аудитории Д-620:

$$Q = (32,863 + 9) \cdot 4 \cdot 12 = 2009,424 \text{ Вт}$$

Расчет инфильтрационных потерь

На примере поточной аудитории исследовали неплотности ограждающих конструкций и посчитали тепловые потери, которые, можно избежать и экономить не только ресурсы, но и финансовые сбережения.

Расчет вели по расчетному и укрупненному методу. За основу расчетов взяли формулы расхода инфильтрующегося воздуха в помещении и тепловые потери через ограждающие конструкции.

Расход теплоты Q_i , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха следует определять по формуле [3]:

$$Q_i = 0,28 \cdot \Sigma G_i \cdot c(t_p - t_i) \cdot k \quad (3)$$

где G_i - расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения; k - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,8 - для окон и балконных дверей.

Расход инфильтрующегося воздуха в помещении кг/ч [4]:

$$G_i = 0,216 \cdot \Sigma A_1 \cdot Dp_i^{0,67} R_u + \Sigma A_2 \cdot G_H Dp_i Dp_i^{0,67} + 3456 \cdot \Sigma A_3 \cdot Dp_i^{0,5} + 0,5 \cdot \Sigma l \cdot Dp_i Dp_i \quad (4)$$

где A_1 , A_2 - площади наружных ограждающих конструкций, м²; A_3 - площадь щелей, неплотностей и проемов; Dp_i , Dp_1 - расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях, на расчетном этаже $Dp_1 = 10$ Па; R_u - сопротивление воздухопроницанию, м²×ч×Па/кг, G_H - нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, кг/(м²×ч); l - длина стыков стеновых панелей, м.

$$G_{\text{max}} = 0,216 \cdot 25,17^{0,67} / 162 + 0,5 \cdot 13,83 \cdot 11,25 / 10^{0,67} + 3456 \cdot 0,00784 \cdot 25,17^{0,5} + 0,5 \cdot 14,4 \cdot 11,25 / 10 = 1582,5 \text{ кг/с}$$



$$Q_{\max} = 0,28 \cdot 1582,5 \cdot 1 \cdot (25 - (-32)) \cdot 0,8 = 18432,96 \text{ Вт}$$

Известен факт, что на 100% инфильтрацию исключить невозможно, но можно добиться ее уменьшения. Тогда, из уравнения (5) исключая 3 и 4 члены уравнения, получим:

$$G_{\min} = 0,216 \cdot 7,5 \cdot (25,17)^{0,67} / 162 + 107,5 \cdot 0,5 \cdot (11,25/10)^{0,67} = 99,4 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\min} = 0,28 \cdot 99,4 \cdot 1 \cdot (20 - (-32)) \cdot 0,8 = 1357,91 \text{ Вт}$$

Отсюда получаем, что $Q_{\max} > Q_{\min}$ в 14 раз. Следовательно, мы должны будем затратить на нагревание инфильтрирующего воздуха в n раз больше тепловой энергии.

Расчет по укрупненным показателям

Тепловые потери через ограждающие конструкции определим по формуле [5]:

$$Q_T = \sum Q_{\text{осн}} + \sum Q_{\text{доб}}, \quad (5)$$

где $\sum Q_{\text{осн}}$ – основные теплопотери через все строительные ограждающие конструкции здания (стены, окна), Вт; $\sum Q_{\text{доб}}$ – добавочные теплопотери, Вт.

Основные тепловые потери через ограждающие конструкции:

$$Q = \frac{F}{R_o} \cdot (t_b - t_n) \cdot n, \quad (6)$$

$t_n = 32^\circ\text{C}$ и $t_b = 25^\circ\text{C}$; R_o – общее сопротивление теплопередаче через ограждающие конструкции $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху.

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкции определяем по формуле [2]:

$$R_o = R_b + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_n = 0,115 + \frac{0,5}{0,7} + \frac{0,02}{0,84} + \frac{0,05}{0,041} + 0,043 = 2,116 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}, \quad (7)$$

где R_b – термическое сопротивление тепловосприятости внутренней поверхности ограждения, $R_b = 0,115 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$; $\sum(\delta/\lambda)$ – сумма термических сопротивлений теплопроводности отдельных слоев i – слойного ограждения толщиной δ_i (м), выполненных из материалов с теплопроводностью λ_i Вт/($^\circ\text{C}$); кирпичная кладка $\delta_1 = 0,5$ (м), $\lambda_1 = 0,7$ ($^\circ\text{C}$)/Вт штукатурка из цементно-песчаного раствора $\delta_2 = 0,02$ (м), $\lambda_2 = 0,84$ ($^\circ\text{C}$)/Вт; $\lambda_3 = 0,041$ Вт/($^\circ\text{C}$) – теплопроводность стеновых панелей с наполнителем из минеральной ваты и ($\delta_3 = 0,05$ м); R_n – термическое сопротивление теплоотдаче наружной поверхности ограждения для наружных стен и бесчердачных покрытий $R_n = 0,043 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

Находим потери теплоты, через наружные стены, обращенные на север:

$$Q_{\text{ст}} = \frac{107,5}{2,116} \cdot (25 - (-32)) \cdot 1 = 2641,78 \text{ Вт}$$

Определим тепловые потери через оконные проемы. В аудитории установлены окна с двойным остеклением в пластиковых переплетах. От производителя пластиковых окон SalamanderDesign 2D известно $R_{\text{ок}} = 0,64 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$:

$$Q_{\text{ок}} = \frac{67,5}{0,64} \cdot (25 - (-32)) \cdot 1 = 5484,38 \text{ Вт}$$

Определим основные тепловые потери через ограждающие конструкции:

$$Q_{\text{осн}} = Q_{\text{ст.}} + Q_{\text{ок.}} = 2641,78 + 5484,38 = 8126,16 \text{ Вт}, \quad (8)$$

Добавочные тепловые потери с учетом сторон света:

$$Q_{\text{доб. I}} = \beta \cdot Q_{\text{осн.}} = 0,1 \cdot 8126,16 = 812,6 \text{ Вт} \quad (9)$$

где β – коэффициент, который учитывает расположение стены по отношению к стороне света, север, $\beta = 0,1$.

Суммарные основные тепловые потери через ограждающие конструкции:

$$\sum Q_{\text{огр.}} = 8126,16 + 812,6 = 8938,76 \text{ Вт}$$



Потери на инфильтрацию — это потери теплоты притворы окон, дверей и ворот для производственного помещения можно применять в размере 30 % основных теплопотерь через все ограждения.

$$Q_{\text{инф}} = 0,3 \cdot \sum Q_{\text{огр}} = 8938,76 \cdot 0,3 = 2681,63 \text{ Вт} \quad (10)$$

Полные тепловые потери через все ограждающие конструкции определяются:

$$Q_{\text{т}} = \sum Q_{\text{осн.}} + Q_{\text{инф.}} + \sum Q_{\text{доб.}} = 8126,16 + 812,6 + 2681,63 = 11619,83 \text{ Вт} \quad (11)$$

Проанализировав два расчета, приходим к выводу, расчетный метод более точно показывает, сколько на самом деле потребуется теплоты на нагревание инфильтрирующего воздуха, если учесть мероприятия по его уменьшению, нежели считая потери по укрупненному показателю:

$$Q_{\text{мин}}/Q_{\text{инф}} = 1357,81/2681,63 \cdot 100\% = 51\%.$$

Выяснили, что инфильтрацию можно считать, закладывая не 30%, а 15%. Тем самым, будет экономиться подводимое тепло.

Анализируя полученные расчеты, можем прийти к целесообразности снижения нагрузки системы отопления в рабочее время.

Это как раз применимо для образовательных учреждений, где температура требуется только в дневное время суток, и освещение используется на протяжении всего рабочего времени.

Всё вышеперечисленное представляет собой существенную величину и резерв развития технологий энергосбережения.

Литература

1. Расчет освещения. Методичка. МЭИ, 2012, - 114 с.
2. В.К. Ильин, А.М. Гусачкин. Курсовое проектирование по теплоснабжению предприятий АПК: Учеб. пособие . Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2011.
3. СНиП 2.04.05-91* Приложение 10.
4. Пособие к СНиП 2.04.05-91 Пособие 12.91. Рекомендации по расчету инфильтрации наружного воздуха в одноэтажные производственные здания.
5. Справочник по теплоснабжению и вентиляции (издание 9-е, переработанное и дополненное). Книга 1-я. Р.В. Щекин, С.М. Корневский, Г.Е. Бем и др. - К.: «Будивельник», 2001. - 416 с.
6. Российская газета [Электронный ресурс] Методика расчета норм потребления сжиженного углеводородного газа населением при отсутствии приборов учета газа. 22-23 с. - режим доступа: www.rg.ru .
7. СНиП II-3-79 приложение 9.
8. СНиП 31-03-2001 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ.
9. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.



**РЕЗЕРВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ
ЗАЛЕЖЕЙ ВЯЗКОЙ НЕФТИ В КАРБОНАТНЫХ ТОЛЩАХ
ТАТАРСТАНА**

*Мухаметшин Р.З., Хакимов Э.М.,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,*

*Камалетдинова Д.И.,
Татарское геологоразведочное управление ПАО «Татнефть», г. Казань*

**RESERVES OF RESOURCE SAVING BY DEVELOPMENT
OF THE VISCOUS OIL DEPOSITS IN CARBONATE SECTIONS OF TATARSTAN**

*Mukhametshin R.Z., Khakimov E.M.,
Kazan federal university,*

*Kamaletdinova D.I.,
Tatar geology and prospecting administration JSC TATNEFT, Kazan*

Аннотация

Трудноизвлекаемые запасы нефти в карбонатных коллекторах – основной резерв поддержания уровня добычи углеводородного сырья в республике. Залежи в карбонатных толщах содержат вязкую и высоковязкую нефть и являются сложным объектом с иерархической структурой неоднородности, что в совокупности требует применения плотных сеток скважин. Это влечет за собой ресурсозатраты.

Детализация строения залежей нефти, приуроченных к высокоамплитудным структурам, с помощью комплекса методов исследований позволяет сделать вывод о гидродинамической разобщенности карбонатных пластов турнейского яруса нижнего карбона. Последнее, а также кратное различие пластов по фильтрационно-емкостным свойствам и их режимы требуют изменения системы разработки. На примере одной из залежей показаны пути ресурсосбережения.

Annotation

Hard-to-recover oil reserves in carbonate reservoir rocks are the major backup of the maintenance of hydrocarbon production level in a republic. Deposits in carbonate strata contain viscous and high-viscosity oil and is a compound object with a hierarchical structure of heterogeneity, all of which requires a close-spaced wells. This entails resource spend.

The detail structure of oil deposits confined to high-amplitude traprocks, through a complex of methods of research allows to make a conclusion on the presence of different flow units within the Tournaisian (lower Carboniferous) carbonate reservoirs. Of the latter, and fold difference of reservoirs according to filtration properties and require changes of field development system. For example, one of the deposits shows the path of cost-effective use of resources.

Значительная часть запасов вязкой нефти сосредоточена в регионально нефтеносных турнейских и башкирско-верейских карбонатных отложениях. Из содержащихся в карбонатных коллекторах республики 1,250 млрд.т геологических запасов нефти, около 0,9 млрд. т, или примерно 3/4, имеют в пластовых условиях вязкость от 12 до 50 мПа·с, из которых в свою очередь 75% - вязкость > 30 мПа·с. Наличие каждого из таких факторов, как сложный тип коллекторов, их невысокая, часто низкая проницаемость, высокая послойная и зональная неоднородность пластов и повышенная вязкость нефти в пластовых условиях, позволяет относить запасы нефти в них к трудноизвлекаемым [1].

Значение карбонатных коллекторов особенно велико для месторождений западного склона Южно-Татарского свода (ЮТС). Это обусловлено приуроченностью залежей к поднятиям, облекающим так называемые бескорневые структуры, которые отличаются высокой амплитудой – до 60-80 м и более. Залежи турнейского яруса традиционно принято относить



к массивному типу. Обычно основанием для этого служат близкие отметки ВНК в верхне-(кизловско-черепетской) и нижнетурнейской (упинско-малевской) частях продуктивного разреза. Однако нами [2] еще в начале 80-х гг. прошлого столетия в результате изучения карбонатной толщи с помощью ГСР выявлена принципиальная схема строения турнейского яруса, который на месторождениях западного склона ЮТС представлен зональными интервалами (ритмами), в границах которых выделяются пласты, индексируемые снизу вверх как Мл-1, Мл-2, Уп-1 и Кз+чп-1, при этом самый глубокий минимум для доли коллекторов представлен выдержанными по площади глинистыми известняками между верхним и нижним турне (реперный пласт С1-3) толщиной 2-4 м. Это позволяет относить залежи в подобных карбонатных толщах к массивно-пластовому типу. Поэтому решение вопроса совместной эксплуатации пластов кизловско-черепетского и упинского с малевским горизонтов носит принципиальный характер для высокоамплитудных поднятий в турнейском рельефе.

Нефте вмещающие турнейские карбонатные отложения почти нацело представлены известняками. Структура породы является одним из главных факторов, определяющих емкостно-фильтрационные свойства карбонатных коллекторов. Если кизловско-черепетские известняки, согласно исследованиям Е.А.Козиной, представлены шламовыми, суггустково-детритовыми и фораминиферово-суггустковыми разностями, то упинско-малевские слои слагаются чаще всего известняками комковатыми и обломочными. Различие свойств коллекторов верхнего и нижнего турне ранее показано с помощью корреляционно-регрессионного анализа по данным исследованных образцов керна из скважин, в частности, по Соколкино-Сарапалинскому месторождению [3].

Для настоящих исследований выбрано одно из характерных месторождений западного склона ЮТС. Согласно имеющимся данным (табл. 1) значения проницаемости рассматриваемых интервалов разреза отличаются почти в пять раз, различие в пористости также существенно – на 0,03 д.е., или три пункта.

Таблица 1

Коллекторские свойства пород-коллекторов нижнего и верхнего турне
(кизловско-черепетский/упинско-малевский горизонты)

Вид исследования	Наименование	Проницаемость, мкм ²	Пористость, д.е.	Нефтенасыщенность, д.е.
Лабораторные	Количество скважин	22/13	22/13	9/6
	Количество определений	701/246	742/297	21/13
	Среднее значение	0,021/0,098	0,119/0,148	0,742/0,801
Геофизические	Количество скважин	-	213/98	183/102
	Количество определений	-	1191/349	774/291
	Среднее значение	-	0,12/0,15	0,79/0,78

По промысловым данным различие не столь контрастное (табл. 2), и это объясняется двумя причинами: а) меньшей толщиной нижнего пласта; б) проявлением трещиноватости верхнего пласта. Последнее утверждение базируется на том, что в результате физико-литологических и промысловых исследований установлено [1, 4-7 и др.]: если для высокопроницаемых карбонатных слоев характерен поровый тип коллекторов, то для низкопроницаемых слоев (0,001-0,10 мкм²) – сложный тип (порово-трещинный и трещинно-поровый), на что ранее обратил внимание В.Д. Викторин [8].



Рассматриваемая залежь нефти турнейского яруса почти полностью разбурена, однако часть скважин эксплуатирует верхний пласт Кз+чп-1, а другие - пласты нижнего турне. Именно это позволило констатировать гидродинамическую разобщенность пластов верхнего и нижнего турне. Так, скважины, эксплуатирующие пласты нижнего турне, показывают пластовое давление в интервале от 5,3 до 10,2 МПа, среднее пластовое давление на 01.01.2014 г. составляет 7,3 МПа, т.е. оно снизилось на 3,4 МПа, или на 32,8%. Скважины, эксплуатирующие верхний пласт Кз+чп-1, показывают пластовое давление в интервале от 3,9 до 7,3 МПа, и в зоне отбора среднее пластовое давление составляет 5,3 МПа, т.е. давление снизилось на 50,5%. Обращает на себя внимание резкий перепад давлений в пластах верхнего и нижнего турне в отдельных зонах, где его величина достигает 4,5-5,0 МПа, что, безусловно, препятствует эксплуатации продуктивного разреза общим фильтром.

Таблица 2

Данные промысловых исследований пластов нижнего и верхнего турне

Горизонт	Коэффициент продуктивности, $\text{м}^3/(\text{сут.} \cdot \text{МПа})$	Проницаемость, мкм^2	Гидропроводность, $\text{мкм}^2 \cdot \text{м}/\text{МПа} \cdot \text{с}$	Средний дебит по нефти, $\text{м}^3/\text{сут.}$
Кизеловско-черепетский	1,50	0,054	8,6	4,43
Упинско-малевский	3,87	0,105	14,5	11,3

Раздельное вскрытие пластов в двух группах скважин означает, что на гидродинамически обособленных пластах кизеловско-черепетского и упинско-малевского горизонтов выработка запасов нефти осуществляется в условиях недостаточной плотности сетки скважин: для верхнего турне плотность сетки составляет 19,2 га/скв (если каждую из четырех горизонтальных скважин считать за две), а для нижнего турне - 20,9 га/скв. В таком случае достижение проектного значения КИН в условиях залежей вязкой нефти в карбонатных коллекторах явно неосуществимо. Согласно рекомендациям руководящих документов на разработку для залежей вязкой нефти в карбонатных коллекторах требуется применение сеток скважин плотностью 4-9 га/скв.

Выходом из создавшегося положения нам видится применение энергоресурсосберегающей технологии ОРЭ [9, 10]. Для отработки этой технологии рекомендуется создать опытный участок (рис.1).

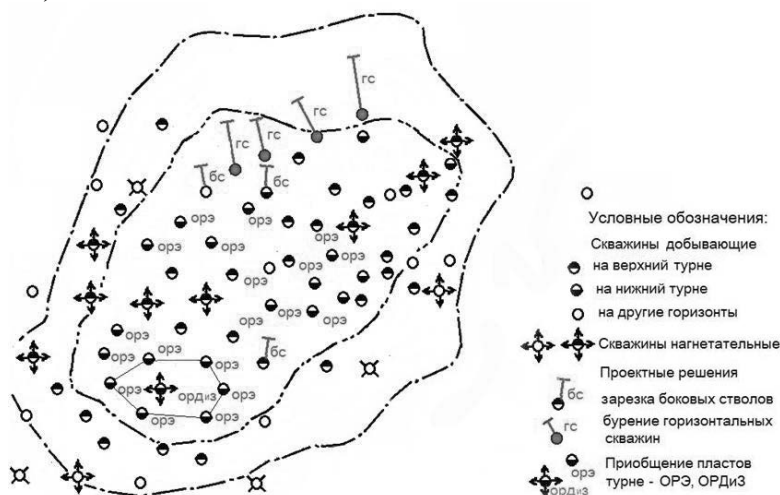


Рис. 1. Карта рекомендуемых мероприятий на залежи нефти турнейского яруса.



Ввиду невысокого пластового давления в кизеловско-черепетской части необходимо развивать систему ППД. Что касается упинско-малевских пластов, то накопленная на сегодняшний день геолого-промысловая информация позволяет предполагать дальнейшую выработку запасов из этой части разреза осуществлять на естественном режиме. При получении положительного опыта использовать эту технологию и в других скважинах, эксплуатирующих упинско-малевские пласты. В итоге осуществление этих мероприятий позволит достичь плотности сетки скважин менее 11 га/скв, а с учетом предполагаемых боковых зарезок и еще более плотную.

ОРЭ – одновременно-раздельная эксплуатация, ОРДиЗ – одновременно-раздельная добыча и закачка.

Литература

1. Мухаметшин Р.З. Палеоврезы и их роль в освоении трудноизвлекаемых запасов нефти. – М.: Геоинформарк, 2006. – 80 с.
2. Мухаметшин Р.З. Применение статистических методов для оптимального расчленения и корреляции карбонатных толщ // Нефтегазовая геология и геофизика. – №6. – М.: ВНИИОЭНГ, 1982. – С.25-27.
3. Коцюбинский В.Л., Мухаметшин Р.З. О соотношении коллекторских свойств пород нефтяной и водоносной частей карбонатных резервуаров отдельных месторождений Татарии // Тр./ТатНИПИнефть. – Вып.48. – Бугульма, 1981. – С.73-78.
4. Мухаметшин Р.З. О влиянии литологического фактора на трещиноватость карбонатных пород // Тр./ТатНИПИнефть. – Вып.44. – Бугульма, 1980. – С.12-15.
5. Создание эффективных систем разработки залежей нефти в карбонатных коллекторах / Р.З. Мухаметшин, Г.Ф. Кандаурова, О.П. Мигович и др. // Нефтяное хозяйство. – 1987. – №2. – С.37-42.
6. Особенности разработки залежей нефти в карбонатных коллекторах верхнетурнейского подъяруса Южно-Татарского свода / Р.З. Мухаметшин, Е.Ю. Мочалов, А.М. Гайнаншина, А.Т. Панарин // Геология нефти и газа. – 1992. – №5. – С.31-35.
7. Мухаметшин Р.З., Миннуллин Р.Г., Фархуллин Р.Г. Опыт разработки залежей вязкой нефти, приуроченных к карбонатным коллекторам // Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка): Тр. междунар. научн. конфер. – Казань: ТГЖИ, 1994. – Т.4. – С.1260-1265.
8. Викторин В.Д., Лыков Н.А. Разработка нефтяных месторождений, приуроченных к карбонатным коллекторам. – М.: Недра, 1980. – 202 с.
9. Расчеты технологических показателей одновременно-раздельной эксплуатации залежей башкирского яруса с применением геологического и гидродинамического моделирования / Р.Х. Низаев, Р.Г. Рамазанов, Р.Т. Шакирова и др. // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 7 – С.29-31.
10. Геолого-промысловое обоснование внедрения одновременно-раздельной эксплуатации пластов / Р.С. Хисамов, А.М. Евдокимов, Р.Г. Абдулмазитов и др. // Нефтяное хозяйство. – 2008. – №7. – С.46-47.



СЕЛЕКЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ НА РОСТ УСТОЙЧИВОСТИ К БЕЛОМУ ФОСФОРУ

*Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Кулик Н.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Яхваров Д.Г.,
ФГБУН Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань,*

*Горбачук Е.В., Валидов Ш.З., Сапармырадов К.А.,
ГАОУВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань*

MICROORGANISMS SELECTION ON INCREASE RESISTANCE TO WHITE PHOSPHORUS

*Mindubaev A.Z., Voloshina A.D., Kulik N.V., Minzanova S.T., Mironova L.G., Yakhvarov D.G.,
State Budgetary-Funded Institution of Science A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical
Chemistry of Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Kazan*

*Gorbachuk E.V., Validov Sh.Z., Saparmyradov K.A.,
Kazan (Volga region) federal university, Kazan*

Аннотация

Продолжена работа с посевами микроорганизмов на синтетические культуральные среды, содержащие белый фосфор в качестве единственного источника фосфора. Впервые показан рост устойчивости культур в результате направленной селекции. Проведен биохимический анализ штамма *Streptomyces* sp. A8 с помощью системы Biolog, позволяющей на основе скрининг-теста получать метаболический профиль по 94 пищевым субстратам. Он позволяет собрать объем информации, необходимый для оптимизации подбора эффективных питательных сред и прочих биотехнологических процессов. Сравнение последовательностей рибосомных генов гриба, устойчиво метаболизирующего белый фосфор, с последовательностями базы данных GenBank, позволило идентифицировать данный микроорганизм, как новый штамм *Aspergillus niger*, которому мы присвоили номер A.niger AM1. Скорость выработки устойчивости микроорганизмов к белому фосфору заметно возрастает при обогащении среды питательными веществами биомассы растений.

Annotation

The work with microorganisms spreading over on synthetic culture media, containing white phosphorus as a sole source of phosphorus, is continued. The increase of cultures resistance resulting from directed selection is demonstrated for the first time. Biochemical analysis of the *Streptomyces* sp. A8 strain using the "Biolog" system is performed, allowing one to obtain a metabolic profile by 94 edible substrata basing on the screening test. It allows to collect the amount of information required to optimize the selection of an effective culture media and other biotechnological processes. The comparison of the sequences of ribosomal genes of the fungus, steadily metabolizing the white phosphorus, with sequences of the GenBank database, allowed us to identify this microorganism as a new strain of *Aspergillus niger*, to which we have assigned the number A. niger AM1. The rate of development of resistance to white phosphorus significantly increases with the medium enrichment with nutrients of plant biomass.

Введение

Данная публикация является продолжением цикла работ нашего коллектива [1, 2]. В нем нами наблюдалось включение белого фосфора в природный круговорот этого элемента. Кроме того, наблюдалась адаптация микроорганизмов к возрастающим концентрациям белого фосфора в средах, вплоть до его содержания 1% по массе (что соответствует превышению ПДК в сточных водах в 5000 раз! [3]). Это открывает перспективы для практического применения метода биодеградации для ликвидации загрязнений белым фосфором. Разумеется, были продолжены исследования по выращиванию микроорганизмов в средах с белым



фосфором в качестве единственного источника фосфора. При этом впервые наблюдался рост устойчивости микроорганизмов. Так, если исходная культура черного аспергилла росла при концентрации белого фосфора в среде до 0.5% по массе, а стрептомицетов – до 0.2% [4], то после седьмого посева те же самые культуры росли при концентрации Р4 в среде до 1%! Для дальнейшей, более углубленной работы с выделенным устойчивым к белому фосфору штаммом гриба, была необходима его идентификация с привлечением методов генетического анализа. Ставилась цель определить видовую принадлежность плесневого гриба, по морфологическим признакам предварительно отнесенного к виду черный аспергилл (*Aspergillus niger*), а также зарегистрировать полученный нами новый штамм (к тому же один из первых, устойчивых к белому фосфору) в международной базе нуклеотидных последовательностей GenBank [5].

Материалы и методы

Посев *A. niger* AM1, *T. asperellum* F-1087 и *Streptomyces* sp. A8 производили в среду ПГА [4, 5]. В качестве источника фосфора в среде был использован белый фосфор в концентрации 0.01 и 0.05% по массе. Через 60 дней биомассу микромицетов и актиномицетов пересеивали на концентрации белого фосфора 0.05, 0.1 и 0.2%. После следующих 60 дней штаммы пересеивали на более высокие концентрации Р4 0.5, и 1%.

Был произведен посев *S. sp.* A8 из среды с фосфатом и *S. sp.* A8 из среды с содержанием белого фосфора 0.5% (при которой не наблюдался рост микроорганизмов) на среду Сабура, с целью сравнения устойчивости этих двух линий микроорганизма.

Метаболическое профилирование *S. sp.* A8 проводили с помощью системы GEN III OmniLog® II Combo Plus (Biolog, Inc., Хейворд, США) на микропланшетах GEN III. Планшеты были инокулированы штаммами *S. sp.* A8 в двух повторах согласно протоколу производителя и инкубировались при 28°C [6]. Определяли оптическую плотность при 590 нм по снижению тетразолия фиолетового, который реагирует на окисление субстратов, через каждые 24 часа.

Генетический анализ проводился следующим образом. Образцы ДНК из культуры гриба *A. niger* AM1 выделялись по методике, описанной в [7]. Далее проводилась полимеразная цепная реакция (ПЦР) полученных фрагментов ДНК.

Эксперимент по исследованию влияния фитомассы амаранта описан в работе [5].

Результаты и обсуждение

Третий посев *Streptomyces* sp. впервые продемонстрировал рост устойчивости микроорганизмов к белому фосфору в процессе селекции. На 22 сутки после посева наблюдался рост стрептомицета в среде, содержащей 0.5% белого фосфора! В предыдущих посевах *S. sp.* рос на концентрациях не более 0.2%, хотя в среде с 0.5% сохранял жизнеспособность, что продемонстрировал посев на среду Сабура. Разумеется, рост начался после длительной задержки. Даже на 20 сутки после посева признаки роста были неочевидными. На 22 сутки стрептомицет представлял собой субстратный мицелий. В среде с 0.2% белого фосфора рост происходил значительно быстрее – уже на 13 сутки колонии имели воздушный мицелий, т.е. микроорганизм готовился к спороношению. На 27 сутки *S. sp.* на 0.2% белого фосфора уже приступил к спороношению, а на 0.5% студенистая колония занимает значительную часть объема среды. На 27 сутки после шестого посева *A. niger* наблюдается начало роста гриба в среде с 1% белого фосфора. В предыдущих посевах максимальная концентрация белого фосфора, на которой рос аспергилл, составляла 0.5%. То есть, *A. niger*, как и стрептомицет, после нескольких посевов выработал значительно большую устойчивость по сравнению с изначальной. *T. asperellum* F-1087 в среде с 1% белого фосфора тоже начала расти на 27 сутки: в предыдущем посеве она не могла расти на такой концентрации (возможно, сказывалось стрессовое воздействие при повторном посеве в токсичную среду). На меньших концентрациях белого фосфора аспергилл и триходерма уже интенсивно растут. На 44 сутки аспергилл



и триходерма уже сформировали значительный по объему субстратный мицелий в среде с 0.5% белого фосфора: он имеет вид бесцветной хлопьевидной массы в толще среды. К формированию воздушного мицелия и спороношению они еще не приступили. В среде с 1% белого фосфора грибы на 44 сутки тоже сформировали субстратный мицелий, но заметно меньшего размера (налицо отставание в развитии). *S. sp.* в среде с 0.5% белого фосфора на 44 сутки к спороношению еще не приступил (рис. 1).



Рис. 1. Третий пересев стрептомицета, шестой – аспергилла. Крайний справа – стрептомицет в среде с содержанием белого фосфора 0.2%. Виден воздушный мицелий желтого цвета, наблюдается образование спор. Второй справа – стрептомицет в среде с содержанием белого фосфора 0.5%. Наблюдается только субстратный мицелий, лишенный пигментации, размножение еще не началось. Второй слева – аспергилл в среде с содержанием белого фосфора 1%, крайний слева в среде с содержанием белого фосфора 0.5%. Аспергиллы находятся на стадии образования субстратного мицелия, не приступили к размножению.

Рост стрептомицета в среде с 0.5% белого фосфора и аспергилла в среде с содержанием Р4 1% наблюдается нами впервые! Снимок сделан на 47 сутки после посева.

Четвертый пересев стрептомицетов продемонстрировал дальнейший рост устойчивости. На четвертые сутки рост стрептомицетов наблюдался в среде с 1% белого фосфора! Колонии еще мелкие и имеют белый цвет, т.е. еще не приступили к спороношению. А в среде с 0.5% белого фосфора колонии стрептомицета уже имели более крупный размер и темную окраску, т.е. уже приступили к размножению. Следовательно, устойчивость стрептомицетов заметно возросла по сравнению даже с предыдущим посевом. Грибы развиваются заметно медленнее, тем не менее, в средах с более низким содержанием Р4 рост более интенсивный. На одиннадцатые сутки наблюдается спороношение у стрептомицетов в среде с 1% белого фосфора.

Пересев на среду Сабуро показал следующее. Актиномицет *S. sp.* A8, пересевавшийся ранее в среды с белым фосфором, сохранил жизнеспособность при концентрации белого фосфора в среде 0.5%, и стал интенсивно расти в среде Сабуро. Следует отметить отсутствие роста *S. sp.* A8, пересевавшегося в среду с фосфатом. Вероятно, этот микроорганизм, изначально выделенный из ОСВ с белым фосфором, частично утратил устойчивость после длительного культивирования без Р4, и погиб в среде с 0.5% белого фосфора. То есть устойчивость к белому фосфору, так же как известные признаки устойчивости к другим ксенобиотикам, является приобретенной и может усиливаться или ослабевать в зависимости от условий культивирования микроорганизмов.

Итак, наилучшую приспособляемость к белому фосфору проявили именно стрептомицеты. Через пять последовательных посевов их устойчивость возросла пятикратно. Грибы растут и адаптируются медленнее (у аспергилла после восьми посевов устойчивость выросла вдвое), однако их устойчивость изначально была выше, чем у актиномицетов, особенно у триходермы [5].

Метаболическое профилирование *Streptomyces sp.* A8 продемонстрировало пищевые предпочтения *S. sp.* A8. Например, на метилглюкозиде культура растет отлично, а на слизиной кислоте к концу недели ее плотность остается прежней [5].

Для генетической идентификации микромицета, устойчиво метаболизирующего белый фосфор и по морфологическим признакам отнесенного к виду *A. niger*, была определена нуклеотидная последовательность его регионов ITS1 и ITS2 (Internal Transcribed Spacer, между 18S и 25S рибосомальными генами, включающий 5.8S ген): транскрибируемые спейсеры



между генами 18S – 5.8S, и 5.8S – 28S генами рРНК, соответственно. Сравнение полученной последовательности с последовательностями базы данных GenBank с помощью системы BLAST [8], выявила 99% гомологию с ITS1 и ITS2 регионами описанных штаммов *Aspergillus niger* NJA-1(Асс. KJ365316.1) и KAML02 (KC119204.1), что позволяет идентифицировать данный микроорганизм, как новый штамм *Aspergillus niger*. Ему мы присвоили номер А. niger AM1 [5]. Нуклеотидная последовательность штамма направлена в базу данных GenBank, где ей присвоен номер KT805426.

Сельскохозяйственные растения рода *Amaranthus* L. являются богатым источником белка, сбалансированного по аминокислотному составу. Было изучено влияния фитомассы амаранта на переработку белого фосфора активным илом. Для сокращения лаг-фазы роста микрофлоры активного ила, в контроль и опыт была добавлена биомасса растения амарант (*A. cruentus* L.), который является эффективным стимулятором метанового брожения. В одном из экспериментов фитомасса амаранта не добавлялась. Присутствие в иле фитомассы амаранта заметно ускоряет процесс адаптации микрофлоры к белому фосфору, что связано, в первую очередь, с его питательными свойствами. В опыте без добавления в илы фитомассы амаранта присутствовала длительная лаг-фаза - активация газообразования наблюдалась только после 100 дней эксперимента [5].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 14-08-31091 мола).

Литература

1. Миндубаев А.З., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Яхваров Д.Г., Алимова Ф.К., Ахоссий-енагбе С.К., Болормаа Ч. Анаэробная детоксикация белого фосфора: потенциальная возможность // Труды XIV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение», Казань, 18-20 марта 2014 г. С. 555-559.
2. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Сапармырадов К.А., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Панкова А.В., Яхваров Д.Г. Метаболизм белого фосфора и осуществляющая его микрофлора // Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение», Казань, 1-3 апреля 2015 г. С. 215-218.
3. Barber J.C. Processes for the disposal and recovery of phosphy water // Патент US5549878, заявлен: 24 мая 1995, выдан: 27 августа 1996.
4. 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.
5. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Валидов Ш.З., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Белостоцкий Д.Е., Сапармырадов К.А., Тухбатова Р.И., Яхваров Д.Г. Адаптация микроорганизмов к белому фосфору, как результат направленной селекции. Генетическая идентификация устойчивого аспергилла и метаболическое профилирование стрептомицета А8 // Бутлеровские сообщения. 2015. Т. 44. № 12. С.1-28.
6. Garland J.L., Mills A.L. Classification and characterization of heterotrophic microbial communities on the basis of patterns of community-level sole-carbon-source utilization // Appl. Environ. Microbiol. 1991. Vol. 57. No. 8. P. 2351-1359.
7. Sambrook J., Russell D.W. Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Volume 1, 2, 3 // Cold Spring Harbour Laboratory Press, Cold Spring Harbour, New York. 2001. P. 2001 – 2344.
8. Altschul S.F., Gish W., Miller W., Myers E.W., Lipman D.J. Basic local alignment search tool // J. Mol. Biol. 1990. Vol. 215. No. 3. P. 403-410.



АДСОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Аржанкина Е.С.,

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

ADSORBENT FOR COGENERATION PLANT'S SEWAGE TREATMENT FROM OIL PRODUCTS

Arzhankina E.S.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Целью данной работы является решение проблемы превышения концентрации нефтепродуктов в производственно-ливневых сточных водах предприятий теплоэнергетики за счет использования комбинированного адсорбента на основе отходов сырья растительного происхождения. Путем моделирования условий очистки нефтесодержащих стоков, на базе аккредитованной эколого-химической лаборатории КГЭУ, получены результаты, свидетельствующие о высокой степени очистки при применении данного адсорбента. Анализ проделанной работы позволил прийти к выводу о целесообразности применения трехступенчатого комбинированного фильтра на основе растительных отходов для очистки воды, загрязненной нефтепродуктами.

Annotation

The purpose of this paper is to solve the problem of excess concentration of oil in the production and storm sewage thermal power enterprises through the use of combined adsorbent based on waste vegetable raw materials. By modeling the oily wastewater treatment conditions, on the basis of accredited eco-chemical laboratory KSPEU obtained results showing a high degree of cleaning when using this adsorbent. An analysis of the work done has allowed to come to a conclusion about the appropriateness of a three-stage filter of the combined plant-based waste water treatment contaminated with oil.

На сегодняшний день сорбционные методы являются наиболее эффективным способом очистки нефтесодержащих вод [1]. Ввиду актуальности использования вторичного сырья в области промышленной экологии, отходы от механической очистки зерна и древесные отходы представляют собой перспективный материал для получения адсорбирующего вещества [2].

На базе аккредитованной эколого-химической лаборатории КГЭУ был проведен эксперимент для изучения эффективности комбинированного адсорбента на основе растительных отходов. Образцами для исследования послужили отходы производства зернового элеватора (шелуха пшеницы и ячменя), а также отходы столярного цеха теплоэлектростанции (древесные опилки). Согласно Федеральному классификационному каталогу данным видам отходов присвоен V класс опасности [3].

Образцы промывались дистиллированной водой до неокрашенной промывной воды, далее сушились, сначала при температуре 20 °С в течение 48 часов, а затем в сушильном шкафу при температуре 105 °С. После получения постоянной массы образцы подвергли термической обработке в муфельной печи при температуре 300 °С в течение 20 минут. Данная обработка необходима для увеличения удельной поверхности и сорбционной емкости отходов [4].

Моделирование условий очистки нефтесодержащих сточных вод осуществлялось путем создания экспериментальной установки, представляющую собой цилиндрическую емкость диаметром 230 мм и высотой 270 мм, разделенную на 3 секции, в которые укладывались слои адсорбента (рис.1.), и модельных сточных вод теплоэлектростанции, представляющих собой растворы дистиллированной воды и нефтепродуктов. В качестве нефтепродукта использовалось дизельное топливо (летнее) [5].

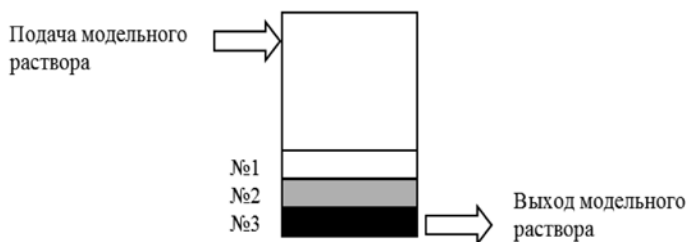


Рис.1 Схема экспериментальной установки

№1 - термообработанная шелуха ячменя; №2 - термообработанная шелуха пшеницы;
№3 - термообработанные древесные опилки.

Модельные сточные воды с известными концентрациями нефтепродуктов последовательно самотеком пропускались через слои сорбционного фильтра. На выходе из экспериментальной установки проводилось определение содержания нефтепродуктов в воде с использованием концентромера КН-1 [6].

Концентрации нефтепродуктов на входе и на выходе из экспериментальной установки, а также эффективность сорбционного фильтра представлены в таблице 1.

Таблица 1

Эффективность процесса очистки

№ п/п	Концентрация нефтепродуктов в модельном растворе до очистки, С _{нач} , мг/дм ³	Концентрация нефтепродуктов в растворе после очистки, С _{кон} , мг/дм ³	Эффективность очистки, %
1	0,2	0,03	85
2	0,7	0,04	94
3	4	0,04	99
4	5	0,06	98,8
5	10	0,24	97,6
6	30	0,25	99
7	90	0,26	99,7

Зависимость эффективности очистки трехступенчатого сорбционного фильтра от начальной концентрации нефтепродуктов на входе в установку представлена на графике (рис. 2.).



Рис. 2. Зависимость эффективности очистки от начальной концентрации нефтепродуктов



Анализ результатов эксперимента выявил высокую степень очистки модельных растворов от нефтепродуктов при использовании трехступенчатого комбинированного адсорбента на основе отходов сырья растительного происхождения, следовательно, можно сделать вывод о целесообразности использования данного фильтра для очистки нефтесодержащих сточных вод предприятий теплоэнергетики.

Литература

1. Л.П. Сидорова. Методы очистки промышленных и сточных вод. Учебное электронное текстовое издание. Часть I. ФГАОУ ВПО УрФУ. 2012 г. - С.77 -78.
2. Е.С. Аржанкина, А.Л. Сивков. Изучение эффективности сорбента на основе растительных отходов для очистки сточных вод предприятий теплоэнергетики от нефтепродуктов. Вестник магистратуры [Текст]: науч. журн./учредитель ООО «Коллоквиум». - 2015, №12-1. - Йошкар-Ола: Коллоквиум, 2015. – С. 37-38.
3. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18 июля 2014 г. № 445 (в ред. Приказов Росприроднадзора от 28.04.2015 № 360, от 20.07.2015 № 585) «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов», Зарегистрировано в Минюсте России 1 августа 2014 г. № 33393.
4. Собгайда Н.А. Методология очистки сточных вод химических и нефтехимических отраслей промышленности фитосорбентами и модифицированными отходами агропромышленного комплекса [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук (19.10.11) / Собгайда Наталья Анатольевна; ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет». – Казань, 2011. – С. 25-28.
5. ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия.
6. ПНД Ф 14.1:2:4.5-95 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектроскопии.



МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ТУРБИНЫ НА ПУЛЬСИРУЮЩУЮ ВЫХЛОПНУЮ СТРУЮ

*Ягофаров О.Х., Зиннатуллин Р.Р., Драницина Е.А., Теляшов Д.А., Ильичева А.Д.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им.А.Н. Туполева», г.Казань*

A MODEL STUDY OF THE ACOUSTIC EFFECT OF THE TURBINE ON THE EXHAUST PULSATING JET

*Yagofarov O.H., Zinnatullin R.R., Dranicina E.A., Telyashov D.A., Ilicheva A.D.,
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan*

Аннотация

Турбокомпрессоры широко используются в теплоэнергетических установках, в частности в автомобилестроении. Это объясняется тем, что за счет установки турбокомпрессора улучшаются рабочие характеристики двигателя, за счет нагнетания воздуха (окислителя) или топливовоздушной смеси в двигатель внутреннего сгорания за счет энергии выхлопных газов. Но как влияет турбокомпрессор на шум выхлопных газов малоизвестно.

Annotation

Turbochargers are widely used in thermal power plants, in particular in the automotive industry. This is because by installing a turbocharger improves engine performance by pressurizing air (oxidant) or an air-fuel mixture in the internal combustion engine at the expense of energy of exhaust gases. But how does the turbocharger on the exhaust noise a little-known.

Принцип работы любого турбокомпрессора основан на использовании энергии отработавших выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания. Поток выхлопных газов попадает на колесо турбины (закреплённую на валу), тем самым раскручивая её и одновременно с этим раскручивая колесо компрессора, нагнетающего воздух в цилиндры двигателя. Так как при использовании наддува воздух в цилиндры подаётся принудительно (под давлением), а не только за счёт разрежения, создаваемого поршнем (это разрежение способно взять только определённое количество смеси воздуха с топливом), то в двигатель попадает большая смесь воздуха с топливом. Как следствие, при сгорании увеличивается объём сгораемого топлива с воздухом, образовавшийся газ занимает больший объём и соответственно возникает большая сила, давящая на поршень. Двигатели внутреннего сгорания снабженные турбокомпрессором более производительные, т.е. меньше удельный эффективный расход топлива и выше литровая мощность, что даёт возможность увеличить мощность небольшого мотора без увеличения оборотов двигателя.[1,2]

Как известно на двигатели внутреннего сгорания устанавливаются глушители шума, которые гасят шум выхлопной струи, но перед тем как попасть в глушитель, отработанные газы попадают на турбину как описано выше. Исходя из этого турбина так же является в каком то роде глушителем шума, а учитывая то, что в камере сгорания образуются ударные волны, турбина позволяет раздробить и сгладить шум струи.[3]

В данной работе рассматривается, как турбина глушит шум при разных режимах работы двигателя и на разных вынуждающих частотах. Разработан и создан специальный стенд, генерирующий пульсирующую струю подобную струе получаемой на ДВС. Это сделано по причине отсутствия ДВС и из-за затрат топлива при испытаниях.

Ниже представлены фото испытательной турбины и принципиальная схема стенда (рис. 1, 2).

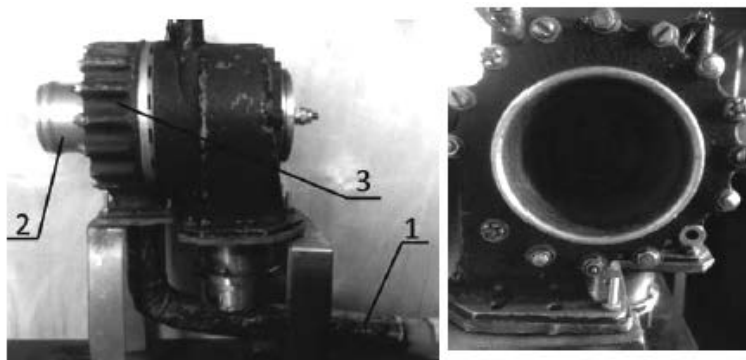


Рис. 1. Общее изображение испытательной турбины
1 - входной патрубок, 2 - выходной патрубок,
3 - рабочая крыльчатка (колесо) 36 лопаток, угол наклона 30 градусов

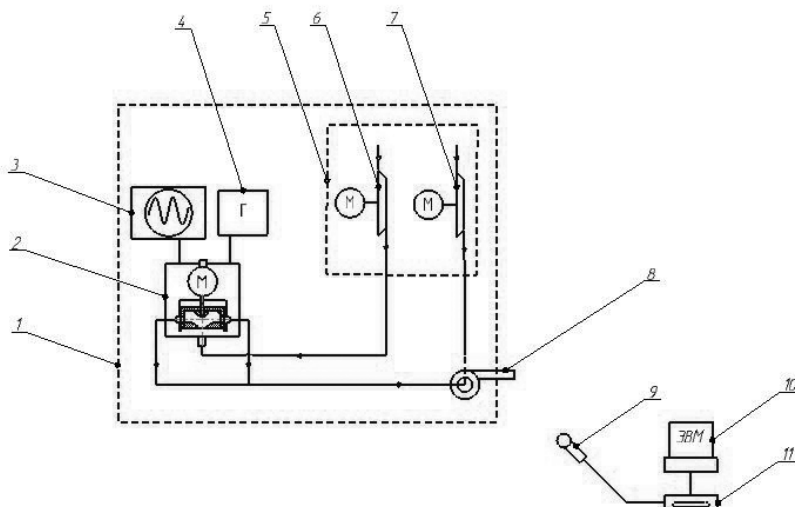


Рис. 2. Принципиальная схема экспериментального стенда
1 - основная воздухозаборная полость, 2 - пульсатор, 3 - осциллограф, 4 - генератор,
5 - вторичная воздухозаборная полость, 6 и 7 - вентиляторы, 8 - испытуемая турбина, 9 - микрофон,
10 - ноутбук с программным обеспечением, 11 - шумомер

В ходе испытаний при помощи вентилятора 7 формируется воздушный поток, данный поток поступает в турбину 8, так же одновременно формируется озвученный воздушный поток вентилятором 6, и пульсатором 2, который так же поступает в турбину. Частоту оборотов пульсатора изменяется при помощи генератора 4 и фиксируется при помощи осциллографа 3. Вентиляторы помещены во вторичную воздухозаборную полость 5. На срезе выходного патрубка турбины установлен микрофон 9 на расстоянии 0.5 метра под углом 45 градусов, который передаёт фиксированный сигнал в шумомер 11, который преобразовывает сигнал в цифровой и передаёт данные на ЭВМ 10. Испытания проводятся на пяти вынуждающих частотах: «низких: 50,80, промежуточных: 200, высоких: 500,650 Гц. Для избежание маскировки сигнала озвученного воздушного потока вся установка помещена в основную воздухозаборную полость 1.

В ходе эксперимента были получены спектры акустических сигналов пульсирующей струи без турбины и с турбиной. Ниже представлены сводные результаты (табл.1)



Таблица 1

Сводная таблица полученных результатов

Частота f , Гц	Уровень шума L , дБ	
	Без турбины	С турбиной
50	77	68
80	82	71
200	91	79
500	94	78
650	99	74

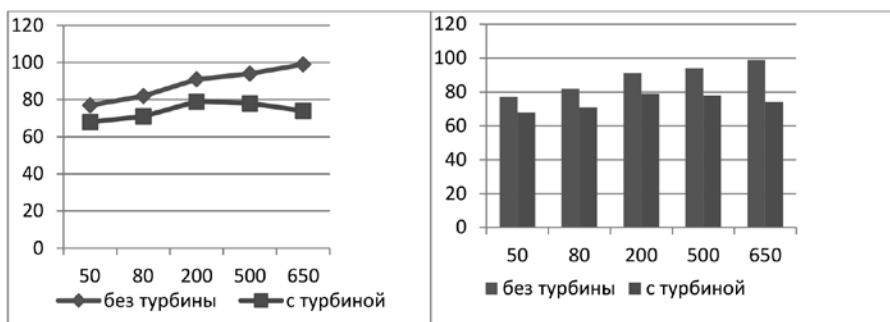


Рис. 3. Сводные графики зависимостей уровня шума от частоты пульсаций

Из графиков видно, турбина способствует уменьшению шума струи на всех частотах (рис. 3). Как известно, низкие частоты сложнее подавить, чем высокие, поэтому видно, что в зоне высоких частот уровень шумоглушения выше. Как было описано выше, данная турбина имеет 36 лопаток и угол наклона каждой лопатки 30 градусов. Было бы интересно повторить данный эксперимент для различных рабочих колес турбины (количество лопаток и угол их наклона), и получить некую зависимость конструкции лопаточного колеса на степень шумоглушения.

Выводы

Разработан и создан экспериментальный стенд для исследования акустического влияния турбины на пульсирующую выхлопную струю. На базе созданного стенда получили экспериментальным путем акустическое влияние турбины на пульсирующую выхлопную струю. Получен высокий эффект шумоподавления при помощи турбины.

Литература

1. Е.А.Скобцов; А.Д. Изотов; Л.В.Тузov. Методы снижения вибраций и шума дизелей – Ленинград: Изд-во Машиностроение; 1962. – 191 с.
2. Орлина А.С., Круглова М.Г. Двигатели внутреннего сгорания – Москва: Изд-во Московского университета; 1960. – 337 с.
3. Иванов Н.И. Инженерная акустика – Москва: Изд-во МГТУ; 2008. – 424 с



ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЕРЫ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ С АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ КЛАПАНОМ

*Павлов Г.И., Теляшов Д.А., Аброковнов А.П., Халиулин Р.Р., Сиразиева Р.Р., Суховая Е.А.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им.А.Н. Туполева», г.Казань*

STUDY OF THE ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF THE CAMERA PULSATING COMBUSTION WITH AN AERODYNAMIC VALVE

*Pavlov G.I., Telyashov D.A., Abrokovnov A.P., Haliulin R.R., Sirazieva R.R., Suchovaya E.A.,
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan*

Аннотация

Камеры пульсирующего горения достаточно широко используются в теплоэнергетических установках и на летательных аппаратах. Это объясняется простотой конструкции, полнотой сгорания топлива и высоким КПД. Препятствующим фактором более широкого внедрения камер пульсирующего горения в различные отрасли является повышенный уровень шума. Сложность решения данной проблемы связана с процессами в камере сгорания, происходящими в пульсирующем режиме.

Annotation

The camera pulsating combustion is widely used in thermal power plants and on aircraft. This is due to the simplicity of design, efficient combustion and high efficiency. A factor hindering a more widespread adoption of camera pulsating combustion in various sectors is the increased noise level. The complexity of the problem associated with the processes in the combustion chamber occurring in pulsed mode

Основными критериями создания эффективных теплоэнергетических установок являются: полнота сгорания топлива; возможность сжигания различных видов топлива; уменьшение весовых и габаритных размеров. Однако, в традиционных установках, эти вопросы в достаточной степени оптимизированы и дальнейшее улучшение основных показателей установок требует больших финансовых затрат или усложнения конструкции. Конкурентоспособную теплоэнергетическую машину можно создать только на основе прорывных технических решений. В теплотехнике широко исследуются новые подходы эффективного выделения химической энергии углеводородных топлив: пульсирующее горение, детонационное горение, воздействие на пламя электромагнитными полями и т.д. Из вышеназванных методов интенсификации горения, в теплотехнике все шире применяются пульсирующее горение [1]. В настоящее время во многих странах ведутся интенсивные исследования в области проектирования и внедрения в технологические процессы теплоэнергетических установок на основе пульсирующего горения. Отсутствие горелки как таковой и значительное давление дымовых газов на выходе, не требующее высокой дымовой трубы, сохранение работоспособности даже при избыточном давлении, близком к нулю, в питающем газопроводе являются дополнительными преимуществами котла пульсирующего горения, обеспечивающими его привлекательность в теплоэнергетическом секторе рынка. В РФ серийно выпускаются камеры пульсирующего горения с механическими клапанами. По сравнению с традиционными установками они обладают небольшими габаритными размерами, меньшей массой, простотой конструкции и высоким к.п.д. На этих камерах (аппаратах) решена и проблема шума. Недостатком таких аппаратов является низкий ресурс работы из-за прогорания механических клапанов. Надежность работы камер пульсирующего горения можно существенно повысить, если заменить механические клапана на аэродинамические. В аэродинамических клапанах нет подвижных механических частей. Роль клапана играет масса холодного воздуха, периодически поступающего в аэродинамический клапан за счет разрежения в камере сгорания. К другому достоинству камеры пульсирующего горения с аэродинамическим клапаном следует



отнести возможность настройки ее работы на более высоких гармониках. Благодаря этому существенно можно интенсифицировать процессы конвективного теплообмена в камере сгорания. Широкому использованию камер пульсирующего горения с аэродинамическими клапанами препятствует шум, создаваемый воздушными клапанами. Работ, посвященных этой проблеме недостаточно. Необходимы детальные исследования работы аэродинамических клапанов. В данной работе исследовались акустические характеристики аэродинамического клапана. Данные, полученные в ходе экспериментов можно использовать для дальнейших исследований по снижению шума аэродинамических клапанов. Работа экспериментальная.

Объектом исследования явилась камера пульсирующего горения (бесклапанный ПуВРД). Для проведения опытов создан экспериментальный стенд, который позволял исследовать влияние геометрических размеров и местоположения аэродинамического клапана на устойчивость горения, акустические характеристики камеры пульсирующего горения (рис. 1, 2). Кроме того, на стенде можно изучать влияние различных глушителей шума на характеристики камеры сгорания.

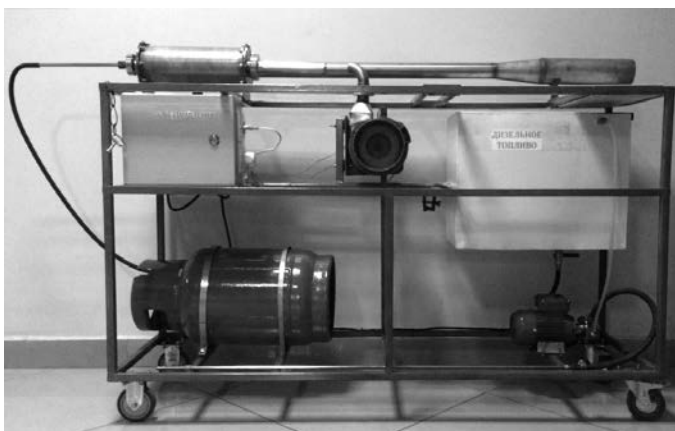


Рис. 1. Общий вид экспериментального стенда без измерительной аппаратуры

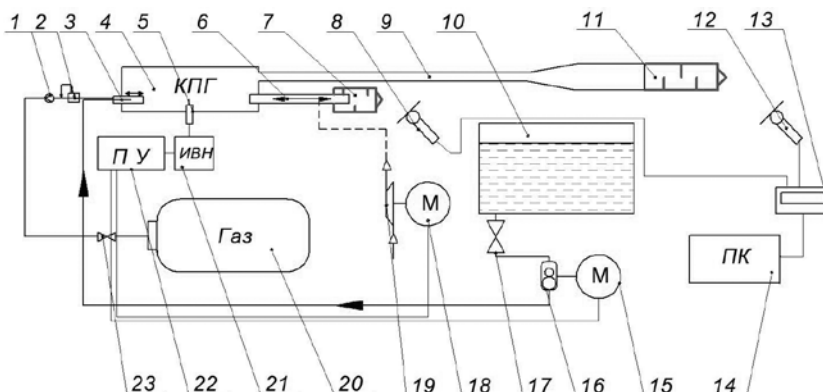


Рис. 2. Принципиальная схема экспериментального стенда

- 1 - датчик ограничения расхода, 2 - редуктор газовый, 3 - устройство подачи различного топлива, 4 - камера сгорания, 5 - запальная свеча, 6 - аэродинамический клапан, 7 - глушитель клапана, 8 - микрофон, 9 - резонансная труба (выхлопная труба), 10 - топливный бак, 11 - глушитель выхлопа, 12 - микрофон, 13 - шумомер, 14 - персональный компьютер, 15 - электродвигатель насоса, 16 - шестеренчатый насос, 17 - кран, 18 - электродвигатель вентилятора, 19 - вентиляционное колесо, 20 - газовый баллон, 21 - источник внешнего питания, 22 - пульт управления, 23 - кран.



В ходе эксперимента были получены акустические характеристики камеры пульсирующего горения. Следует отметить, что общий уровень шума практически одинаков как на выхлопе, так у среза аэродинамического клапана. Ниже представлены спектры акустического сигнала, записанного одновременно в разных точках: на выхлопе и у среза клапана (рис.3).

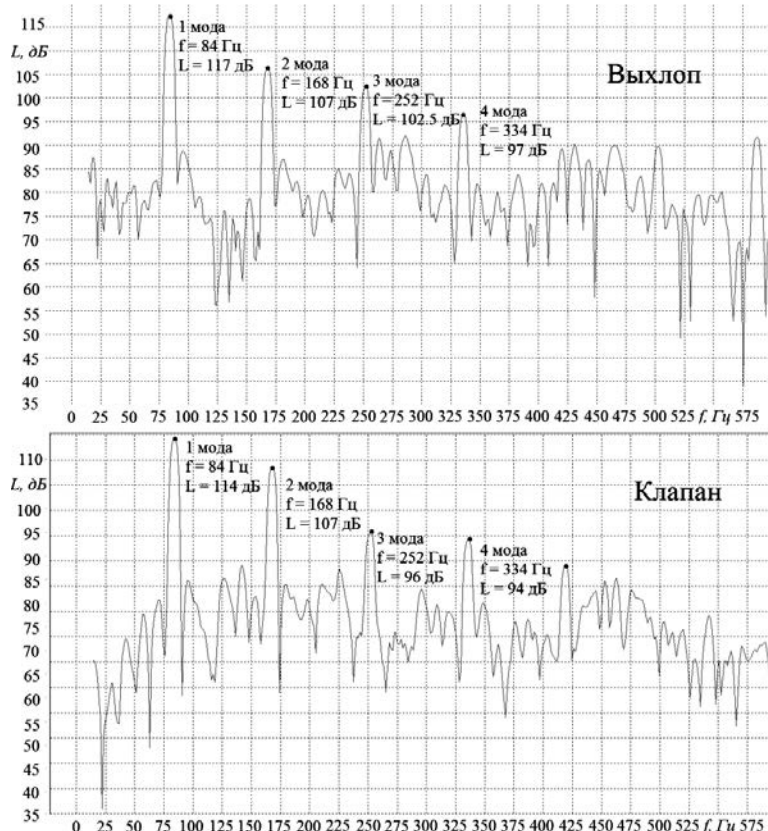


Рис. 3. Спектр акустического сигнала камеры пульсирующего горения (ПуВРД)

Кроме акустических характеристик, на стенде также проводились специальные исследования по влиянию местоположения аэродинамического клапана на устойчивость горения топлива и эффективность работы аэродинамического клапана. Под эффективностью работы клапана следует понимать надежность запираания канала клапана от прорыва продуктов сгорания наружу в момент сжатия и обеспечение самовоса в полость камеры необходимого количества воздуха в момент разрежения. Опытным путем установлены оптимальные положения клапана в камере, когда достигается максимальная полнота сгорания топлива. Определена степень влияние различных конструктивных элементов на работу клапана (патрубок, дисков, пористых элементов, ресиверов и т.д.).

Замечен интересный факт. При определенном положении клапана относительно среза трубы в канале наблюдается течение газа в противоположных направлениях, как показано на рисунке 4. Причем вдоль внутренней стенки аэродинамического клапана в полость камеры движется холодный воздушный поток со средней скоростью, направленной внутрь камеры, а по центральной части – горячие газы, направление истечения которых периодически меняется на резонансной частоте камеры пульсирующего горения. На камере пульсирующего горения ранее такие факты замечены не были. Эту особенность необходимо учитывать при разработке глушителей шума для аэродинамических клапанов.

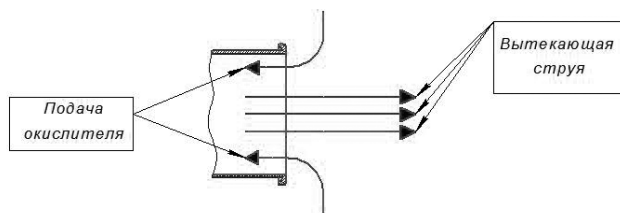


Рис. 4. Принцип работы аэродинамического клапана

Литература

1. Сеницын А.А. Исследование особенностей работы котла, основанного на пульсирующем горении газообразного топлива – УФА: Изд-во Уфимский государственный нефтяной технический университет; 2006.
2. Бородин В.А. Пульсирующие воздушно – реактивные двигатели летающих моделей самолетов – Москва: Изд-во ДОСААФ; 1968. – 102 с.
3. Сейфетдинов Р. Рабочий процесс пульсирующих воздушно – реактивных двигателей. Методы моделирования – Германия; 2011. – 127 с.



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТКО ПО ТЕРРИТОРИИ Г. КАЗАНИ

*Найман С.М., Шамсиева Г.Ш., Найман М.О.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева», г. Казань*

CURRENT DISTRIBUTION MSW IN THE TERRITORY OF KAZAN

*Nayman S.M., Shamsieva G.Sh., Nayman M.O.,
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan*

Аннотация

Проведена оценка количества и компонентного состава образующихся твердых коммунальных отходов в г. Казани. Показано территориальное распределение ТКО на примере одного из районов города.

Annotation

The estimation of the amount and composition of the solid component somebody use the municipal waste in the Kazan. Displaying spatial distribution of MSW on the example of one of the districts of the city.

В системе обращения с отходами производства и потребления определяющее значение имеет пространственное положение и взаиморасположение объектов системы – источников образования отходов, мусороперегрузочных и мусоросортировочных станций, объектов размещения отходов, конфигурация дорожной сети. В таком случае незаменимым инструментом создания эффективной системы управления отходами является геоинформационная система.

В городе Казань ежегодно образуется около 2 млн. м³ твердых коммунальных (бытовых) отходов (ТКО). В этих объемах скрыт колоссальный резерв вторичных материальных ресурсов, являющихся потенциальным вторичным сырьем для различных отраслей промышленности. Морфологический и количественный состав ТКО может служить индикатором уровня жизни населения и зависит от множества факторов (рис. 1).

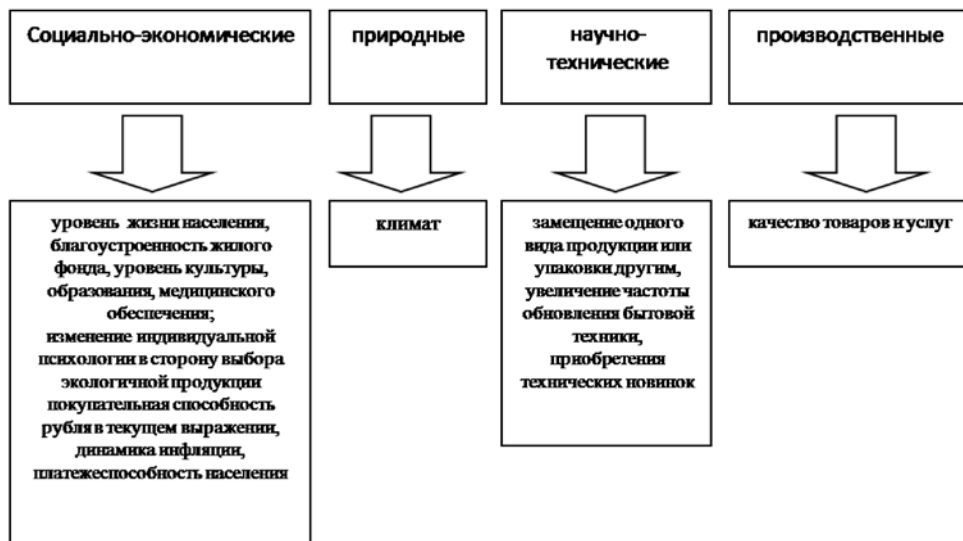


Рис. 1. Факторы, влияющие на морфологический и количественный состав ТКО

В последние десятилетия отмечается рост использования различных пластмасс, что ведет к увеличению доли пластиковых отходов в общей массе ТКО. Основными видами полимерных отходов являются:



- полиэтилен - 34%,
- полиэтилентерефталат - 20%,
- ПВХ - 14%,
- полипропилен - 8%,
- полистирол - 7%,
- ламинированная бумага - 17%.

Утилизация полимерных отходов может рассматриваться как важный экономический фактор, поскольку энергия и материалы поступают в повторное использование. Из восстановленных пластмасс может быть изготовлено большое количество разнообразной продукции. Области применения вторично переработанных пластмасс приведены в табл. 1.

Таблица 1

Области применения вторично переработанных пластмасс [1]

Тип пластмассы	Применение вторично переработанного пластика
Полиэтилентерефталат	Волокно (одежда, ковровые покрытия, нетканый текстиль, волоконный наполнитель), лист, ремни и стропы, бутылки
Полиэтилен высокой плотности	Упаковка, шпалы, баки, ящики для тары, трубы, фурнитура и пленка
Поливинилхлорид	Трубы, трубные соединения, сердечники шлангов, автомобильные брызговики, покрытия и половики
Полипропилен	Ящики, тара, пластмассовые брусья (сПЭ), офисные принадлежности, товары для автомобильной промышленности
Полиэтилен низкой плотности	Строительная пленка (гидроизоляция), мешки для мусора, тепличная пленка

Критерии экономического эффекта при заготовке, подготовке к переработке и использовании вторичного полимерного сырья необходимо различать по затратам и результатам [2]:

- по затратам:

- 1) одноразовые затраты – капиталовложения; организация производства по переработке полимерных отходов;
- 2) текущие затраты – себестоимость; материалоемкость; закупочные цены исходного полимерного сырья; потребляемые энергоресурсы (электроэнергия, вода, сжатый воздух);
- 3) потребность в рабочей силе;
- 4) защита окружающей среды – очистные сооружения, воздухообменная вентиляция и др.);

- по результатам:

- 1) прибыль, объем производства, срок окупаемости;
- 2) производительность труда;
- 3) качество продукции;
- 4) экономия энергоресурсов;
- 5) экологические характеристики, снижение затрат на мероприятия по защите окружающей среды, усовершенствование технологии производства.

Конечные свойства и экономическая ценность вторичных полимерных материалов зависит от степени деструкции при первичном использовании и от условий вторичной переработки.

Экономическая эффективность системы сбора, транспортировки и переработки твердых коммунальных отходов зависит от плотности распределения отходов по территории [3, 4].

С применением ГИС выполнен анализ образования твердых коммунальных отходов в Приволжском районе города Казани. Приволжский район - самый большой по площади и численности населения район города, и при этом - самый удаленный от имеющихся поли-



гонов, свалок ТБО и мусоросортировочных комплексов. На территории района имеются территории многоэтажной застройки, частного сектора, промышленные зоны, участки зеленых насаждений. При проведении анализа не учитывалось образование ТБО в промышленных зонах и в отдаленных поселках.

Для анализа распределения отходов по территории Приволжского района города Казани использовались данные управляющих компаний о многоквартирных жилых домах. Обработана информация о 734 домах, в которых проживают около 187 тыс. жителей. Рассчитан объем образования ТБО по домам из расчета нормы накопления отходов 225 кг/год на человека. В работе не учитываются индивидуальные жилые дома.

Плотность образования отходов на 1 м² территории определяли по формуле

$$\rho = \frac{V}{S} \cdot \frac{1}{F},$$

где V – норма накопления отходов, кг, принимается из расчета 225 кг на человека;

S – жилая площадь дома, м²;

F – этажность дома.

По результатам расчетов, приведенных в табл. 2, построена тематическая карта (рис. 2).

Таблица 2

Результаты расчета ТКО для Приволжского района города Казани

Плотность образования отходов, кг/м ² год	Количество многоквартирных домов
2≤p<6	29
1≤p<2	411
0,5≤p<1	143



Плотность образования отходов, кг/кв.м*год		
● 2	- 6	(29)
● 1	- 2	(411)
● 0,5	- 1	(143)

Рис. 2. Плотность образования отходов на территории Приволжского района города Казани

Аналогично создали тематическую карту, отображающую распределение объемов ТБО по территории (рис. 3).

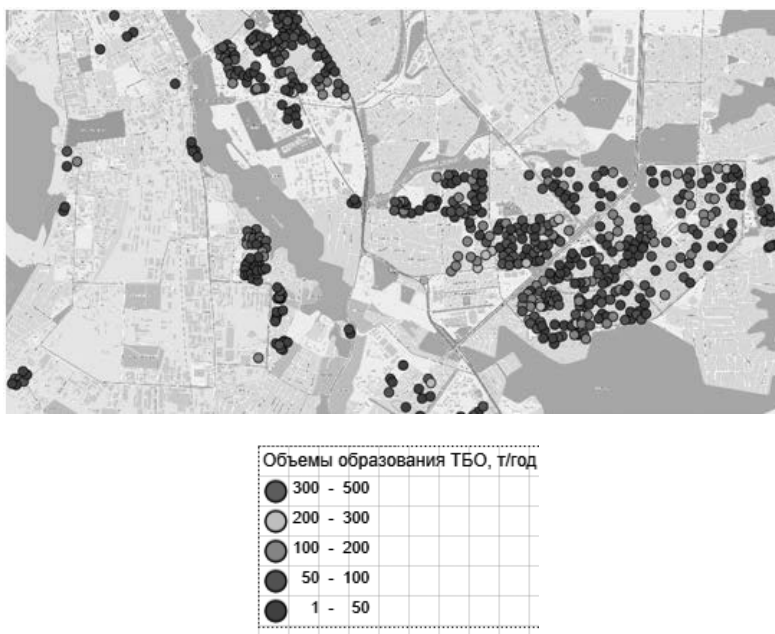


Рис. 3 Карта распределения объемов образующихся твердых бытовых отходов в Приволжском районе города Казани.

Как видно из рис. 2 и 3, распределение объемов образования отходов по территории района крайне неравномерно. Фактор неравномерности распределения ресурсов необходимо учитывать при создании эффективной системы сбора, транспортировки и переработки твердых бытовых отходов.

Литература

1. Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантия (ред.); пер.с англ.под ред. Г.Е. Заикова. – Спб.: Профессия, 2006. – 400 стр.
2. Бабаев В.Н., Коринько И.В., Шутенко Л.Н.. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.
3. Найман С.М., Шамсиева Г.Ш., Найман М.О. Использование возможностей геоинформационных систем в управлении вторичными материальными ресурсами в городе Казань/ // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева., 2014, т. 70, № 3, с.247-250.
4. Найман М.О., Шамсиева Г.Ш., Найман С.М. Анализ распределения источников образования ТБО с использованием ГИС // XXII Туполевские чтения: Междунар. молод. науч. конф., 19-21 октября 2015 года: Материалы конференции. Сб. докладов. Т. 3. – Казань: Изд-во «Фолиант», 2015, с. 548-551.



РОЛЬ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НАШИ ДНИ. МИКРО- И МАЛЫЕ ГЭС

Максимова К.С., Дуванов В.С.,

*Альметьевский филиал ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева», г. Альметьевск,*

Курир В.И.,

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

THE ROLE OF SMALL POWER IN OUR DAY. MICRO AND SMALL HYDRO POWER PLANTS

Maksimova K.S., Duvanov V.S.,

*Almetyevsk branch of Kazan National Research Technical University
named A.N. Tupolev, Almetyevsk,*

Kurir V.I.,

Kazan Research National Technical University named A.N. Tupolev, Kazan

Аннотация

В статье приведён краткий аналитический обзор исследований, посвящённых технической эволюции малой гидроэнергетики. Приведены наиболее оптимальные конструкции микро-, мини-, и малых ГЭС, пригодные для массового использования на малых реках. Кратко рассмотрены их зарубежные аналоги.

Annotation

The paper provides a brief analytical review of studies on technical some of the evolution of small hydropower. The paper presents the optimal design the construction of micro, mini and small hydropower plants, suitable for use on small rivers. Briefly discussed their foreign counter-parts.

С середины 70-х годов малая гидроэнергетика начинает привлекать к себе всё большее внимание. Кроме резкого повышения стоимости нефти этому способствует:

освоение отдалённых и труднодоступных районов и необходимость их электрификации; отработанная с годами технология проектирования, строительства и эксплуатации МГЭС (малых ГЭС), мини-ГЭС и микро-ГЭС;

проведена оптимизация форм лопастей турбин, а также подводящих каналов и отсасывающих труб.

В России к малой гидроэнергетике относят бесплотинные гидроэлектростанции – МГЭС, мощность которых не превышает 30 МВт, а мощность единичного гидроагрегата составляет менее 10 МВт, мини-ГЭС, мощность которых не превышает 1000 кВт, и микро-ГЭС, мощность которых не превышает 100 кВт.

Ниже приведены примеры существующих вариантов микро- и малых ГЭС.

Бесплотинные конструкции малых, мини и микро-ГЭС

Гидроагрегат микро-ГЭС состоит из турбины, генератора и системы автоматического управления. Микро-ГЭС можно разделить на следующие категории: русловые станции с небольшими водохранилищами; станции, использующие скоростную энергию свободного течения рек; станции, использующие существующие перепады уровней воды в самых различных объектах водного хозяйства – от судовых сооружений до водоочистных комплексов.

Аппараты «RiverStar», «TidalStar» и «OceanStar» (компания «Bourne Energy», США) призваны стать основой гидроэлектростанций, работающих на реках («River-Star»), в проливах («TidalStar») и в открытом море («OceanStar»). «RiverStar» (рис. 1) представляет собой капсулированный модуль с поплавком для удержания ротора на заданной глубине, плавником-стабилизатором, медленно вращающейся крыльчаткой (не наносящей повреждений рыбам), генератором и преобразователем напряжения. Несколько таких капсул, по замыслу «Bourne



Energy», могут быть погружены в речной поток для создания мини-ГЭС.

Мощность одной такой капсулы составляет 50 кВт (при скорости течения в 7,4 км/ч).

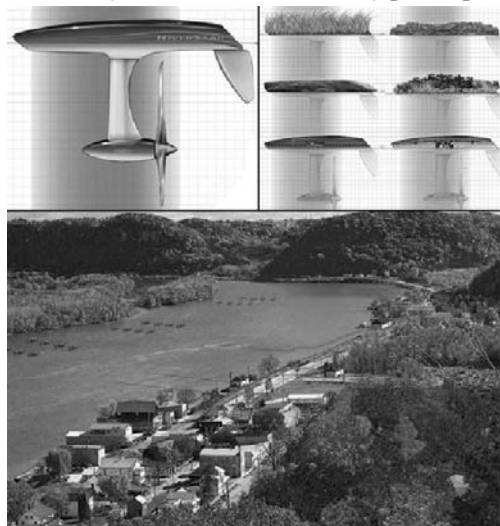


Рис. 1. Гирлянда тросовых мини-ГЭС

Рукавные микро-ГЭС

В 70-е годы прошлого века Б.С. Блинов предложил рукавные конструкции микро-ГЭС (рис. 2). Если есть в наличии ручей с дебетом воды не менее 50 л/с, то микро-ГЭС можно смонтировать, прокладывая трубу-шланг (рукав) с перепадом высот не менее 4,0 – 5,0 м. В качестве генераторов могут быть использованы обычные трёхфазные асинхронные электродвигатели с реактивным самовозбуждением от параллельно подключённых к обмоткам конденсаторов из расчёта 7 мкФ на 100 Вт мощности одной обмотки.

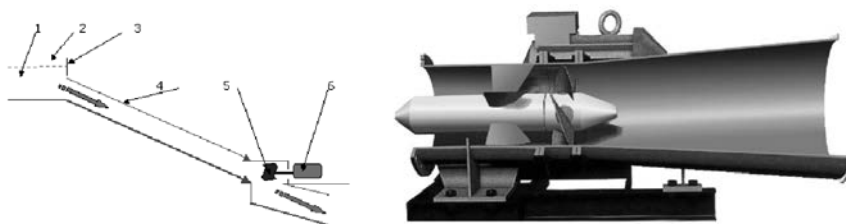


Рис. 2. Схема рукавной микро-ГЭС и её промышленный образец:

1 – ручей; 2 – уровень запруды; 3 – плотина; 4 – труба-рукав; 5 – гидротурбина; 6 – электрогенератор

Результат замечательный, т. к. форма напряжения и тока получалась даже лучше, чем при использовании синхронных генераторов.

Всего в мире насчитывается более 100 компаний, производящих оборудование для микро-, мини- и малых ГЭС. В Европе наиболее подобное оборудование производит чешская фирма «Mavel» и шведская фирм «Cargo and Kraft», в Японии «Fudzy electric» и «Marushima Hydraulic Gate Works», в России – ЗАО МНПО «ИНСЭТ» (СПб).

Мини-ГЭС на основе гидротурбогенераторных блоков HYDROMATRIX и StrafloMatrix

HYDROMATRIX (Andritz VA Tech Hydro GmbH, Австрия) – это мини-ГЭС, содержащая турбину и генератор, расположенные на одном валу (рис. 3). Турбина пропеллерная, осевая. Вода поступает в сужающийся канал, проходит неподвижные лопасти, попадает



на турбину, вращает её и выходит через горизонтальную отсасывающую трубу. В конструкции HYDROMATRIX направляющий аппарат с лопатками не предусмотрен. Генератор переменного тока синхронный с возбуждением от постоянных магнитов, либо асинхронный. Мощность, вырабатываемая мини-ГЭС HYDROMATRIX, задана производителями в диапазоне от 200 кВт до 700 кВт. Приведём технические данные одной эксплуатируемой установки. Напор воды перед плотиной – 5,86 м. Диаметр рабочего колеса турбины – 1,32 м. Скорость вращения турбины – 336,7 об/мин. Напряжение на выходе генератора – 690 В. Мощность на выходе – 545 кВт.

В отличие от HYDROMATRIX мини-ГЭС StrafloMatrix (рис. 4) имеет вынесенный наружу генератор и вода проходит внутри установки по более спрямленному водному тракту (straight flow). Длина установки вдвое меньше, чем у HYDROMATRIX, ширина на 30 % меньше чем у HYDROMATRIX. Обычно используется турбина Каплана. Приведём технические данные одной эксплуатируемой установки. Напор воды перед плотиной – 8,5 м. Диаметр рабочего колеса турбины – 1,12 м. Скорость вращения турбины – 428,6 об/мин. Мощность на выходе – 700 кВт.



Рис. 3. Вид мини-ГЭС HYDROMATRIX



Рис. 4. Вид мини-ГЭС StrafloMatrix

Пример пригородной гидроэлектростанции в г. Вена (Австрия) приведён на рис. 5.

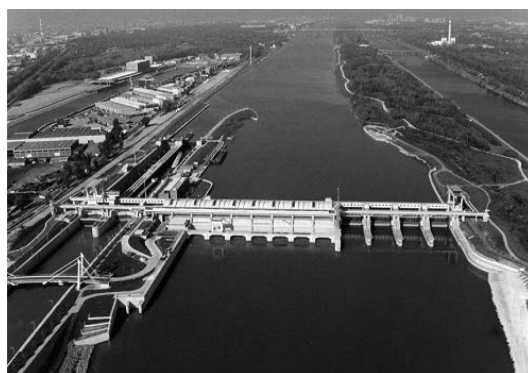


Рис. 5. Гидроэлектростанция в г. Вена (Австрия) на реке Danube

Турбины, генераторы и щитовое оборудование для МГЭС

В настоящее время в России производится вся номенклатура оборудования, необходимого для строительства микро-, мини- и МГЭС: турбины, генераторы и щитовое оборудование для малых ГЭС производятся АО «Ленинградский металлургический завод», Сызранским и Уральским турбинными заводами, объединением «Электросила» (СПб), «ЗАО ЭЛСИБ» (г. Новосибирск) и рядом других предприятий. ЗАО «Гидроэнергопром» и ЗАО МНТО «ИН-СЭТ» (СПб) производят модульные гидроустановки особо малой мощности (2,5 – 1000 кВт), пригодные для монтажа без использования специального оборудования.

Ниже приведены варианты мини-ГЭС и гидротурбин, производимые предприятиями по производству гидротурбинного оборудования (рис. 6, 7).

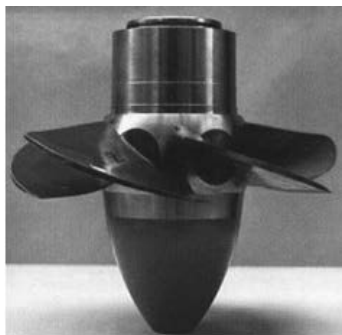


Рис. 6. Мини-ГЭС на базе радиально-осевой гидротурбины Френсиса (мощность до 460 кВт)

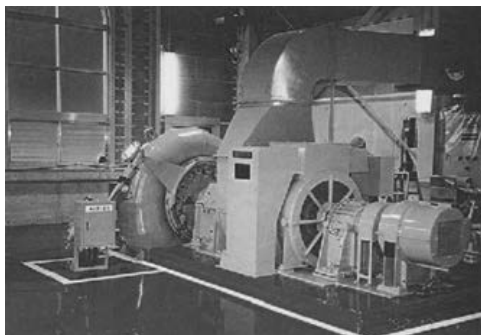


Рис. 7. Поворотно-лопастная гидротурбина Каплана

Выводы

1. В районах РФ, на территории которых отсутствуют большие реки, целесообразно развивать сеть микро-, мини- и малых ГЭС. Стоимость электроэнергии, вырабатываемой микро- и мини-ГЭС, примерно в четыре раза дешевле электроэнергии, которую потребитель получает от теплоэлектростанций.
2. Сеть мини- и малых ГЭС играет роль второго источника дешёвой гидроэнергии и незаменима на случай крупной аварии и длительной реконструкции на крупной ГЭС.



**ПЕРСПЕКТИВЫ РЕСУРСО - И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
ОАО «КАЗАНСКИЙ ЗАВОД СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА»**

Сотников А.В., Балымова Е.С.,

ОАО «Казанский завод синтетического каучука», г.Казань

**PROSPECTS OF RESOURCE- AND ENERGYSAVING TECHNOLOGIES OF
OJSC «KAZAN SYNTHETIC RUBBER PLANT» WASTEWATER TREATMENT**

Sotnikov A.V., Balymova E.S.

OJSC «Kazan synthetic rubber plant», Kazan

Аннотация

Изучены особенности сточных вод химического предприятия ОАО «Казанский завод синтетического каучука», выявлено недостаточное техническое оснащение и отсутствие возможности четкого контроля и регулирования процесса очистки сточных вод. Предложен и реализован проект модернизации очистных сооружений с ярко выраженной экономической и экологической составляющей.

Annotation

The features of chemical company OJSC «Kazan synthetic rubber plant» were studied. Insufficient technical equipment and lack of opportunity to better control and regulation of the wastewater treatment process were established. The project to modernize sewage treatment plant with a pronounced economic and environmental component were proposed and implemented.

Введение

ОАО «Казанский завод синтетического каучука» (ОАО «КЗСК») - одно из крупных химических предприятий поволжского региона, входящее в состав «Татнефтехиминвест-Холдинга». Выпускаемая предприятием продукция уникальна и востребована как на российском, так и на зарубежном рынках. В мире насчитывается на сегодняшний день только 3 производителя подобного рода продуктов [1]. Вместе с этим предприятие имеет и уникальный состав сточных вод, проблема очистки которых является одним из приоритетных экологических и экономических аспектов предприятия.

На очистных сооружениях предприятия, введенных в эксплуатацию в 1970г., реализована классическая схема очистки сточных вод, включающая механическую и биологическую очистки (рис.1).

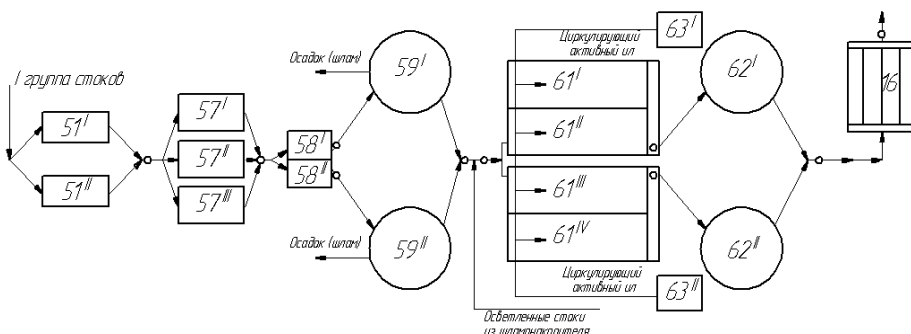


Рис.1. Принципиальная схема очистки сточных вод: 51I-II - песколовка; 57I-III - аэрактор-усреднители; 58I-II - смеситель; 59I-II - отстойник первичный; 61I-IV - аэротенк-смеситель; 62I-II - отстойник вторичный; 63I-II - камера выпуска ила; 16 - дезинфектор



Проблема исследований

Увеличение объемов основного производства и перепрофилирование нерентабельных производств с момента запуска завода привело к изменению состава и объема сточных вод на сегодняшний день, основными компонентами которых являются соединения серы при высоком значении отношения химического потребления кислорода (ХПК) к биологическому потреблению кислорода (БПК₂₀) (ХПК/БПК₂₀) (табл.1).

Таблица 1

Состав сточных вод, поступающих на очистные сооружения

Наименование компонента, мг/дм ³	Концентрация загрязняющего вещества (максимальное – осредненное – минимальное)			
	1979г.	1988г.	1997г.	2015г.
рН	11,6-7,5-3,3	11,8-7,8-2,4	11,7-7,5-4,0	12,4-7,7-6,4
ХПК	2411-358-53	1095-219-52	446-64-21	857-120-23
БПК ₂₀	300-184-95	307-121-18	127,5-33,2-5,4	168-40-14
БПК ₂₀ /ХПК	0,51	0,55	0,52	0,33
ХПК/БПК ₂₀	1,95	1,81	1,93	3,0
Сульфаты	748-528-297	545-161-73	263-109-47	301-256-183
Сульфиды	0,13-0,04-0,01	15,6-0,7-0,01	0,08-0,02-0,01	0,04-0,02-0,01
Сухой остаток	3200-2200-1300	2600-700-300	880-375-160	1087-791-622

Так в соответствии с рекомендациями [2] для удовлетворительной работы биологических очистных сооружений соотношение ХПК/БПК₂₀ должно быть не более 1,5, а увеличение данного соотношения до 3,0 к 2015г. привело к негативным последствиям для биоценоза активного ила, осуществляющего очистку, проявляющимся в измельчении хлопьев активного ила, характерном выносе небольшого количества биомассы из системы аэротенк-вторичный отстойник, и, как следствие, снижении качества очищенных сточных вод. Снижение значения соотношения БПК₂₀/ХПК от 0,51 до 0,33 к 2015г. свидетельствует о наличии в сточных водах сложноокисляемых в условиях биологической очистки веществ.

Еще одна особенность данных сточных вод наличие в них восстановленных соединений серы, трансформация которой на сооружениях биологической очистки – это сложные аэробно-анаэробные процессы ферментативного окисления и редукции, тесно переплетенные с химическим окислением в результате перемешивания и подачи атмосферного воздуха в иловую смесь [3]. В аэротенках процесс окисления серы чаще всего завершается на одной из промежуточных стадий окисления и крайне редко, особенно при неудовлетворительных кислородных условиях, идет до конца с образованием элементарной серы [4].

В связи с вышеизложенным целью настоящих исследований являлся анализ возможностей очистных сооружений предприятия, выбор наиболее уязвимых зон, а также выявление недостаточное техническое оснащение и возможности контроля на очистных сооружениях предприятия.

Анализ производственных мощностей очистных сооружений ОАО «КЗСК» и состава поступающих на очистку сточных вод поставил непростую задачу – поиск путей интенсификации и автоматизации процесса очистки сточных вод, которые были реализованы совместно с Министерством экономики Республики Татарстан, в рамках реализации Федеральной программы организации и поддержки частных технопарков.

Результаты исследований

Отдельное внимание в данном проекте было уделено установке для нейтрализации стоков, поскольку при производстве случаются залповые сбросы как кислот, так и щелочей,



которые крайне негативно влияют как на состояние микробиоценоза активного ила, так и на состояние самих сооружений, провоцируя перепадами кислотности среды разрушение бетона и защитных составов, входящих в его состав (рис.2).



Рис.2. Состояние железобетонных конструкций аэратора-усреднителя после длительного воздействия щелочных и кислых сточных вод

На первоначальном этапе была предложена и смонтирована автоматизация процесса контроля температуры и pH среды на каждом этапе очистки. Для удобства управления, все сведения сводятся в единую диспетчерскую в режиме реального времени, анализируются, и согласно ранее отработанному алгоритму производится дозирование нейтрализующих веществ (рис.3).

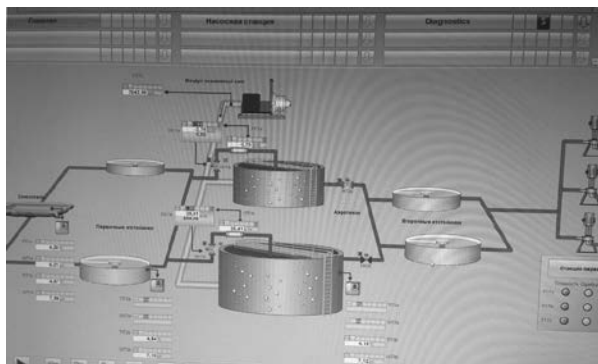


Рис.3. Схема автоматического управления в единой диспетчерской

Первичный анализатор кислотности среды было решено установить непосредственно перед отправкой стоков на очистные сооружения, так как они находятся в 1,5 км от основной промплощадки предприятия и сточные воды подаются посредством перекачивающих насосов по подземному трубопроводу. Поскольку из резервуара, реагент на нейтрализацию стоков необходимо доставить в начало цепочки очистки, то к тому моменту, когда стоки с превышением или понижением уровня pH доставляются до очистных сооружений, то и соответствующий реагент доставляется в смеситель и усреднение происходит уже на входе в очистные сооружения. Далее количество реагента точно рассчитывается исходя из показателей датчиков уровня кислотности на выходе из усреднителя. Все данные, которые «собираются» в диспетчерском пункте наглядно видны, и можно детально отследить процесс по каждому этапу очистки.

Для поддержания хороших показателей аэрации и, как следствие, интенсификации окислительных реакций восстановленных серосодержащих соединений в аэротенках полностью переделана система подачи воздуха [4]. На первом этапе производства работ была



смонтирована только аэрационная система. Использование современных решений для аэрационных систем проявилось в улучшении качества мелкопузырчатой аэрации на всем протяжении кислородной зоны аэротенка. Установлены полимерные аэраторы, долговечная и практичная замена устаревших технологий. Качественным отличием данных систем является быстрая замена блока аэрационных элементов, в случае выхода из строя одного из них, если это связано с механическими повреждениями.

При подаче воздуха в аэротенки также учитывается количество растворенного кислорода в смеси, что позволяет в автоматическом режиме управлять подачей количества возвратного ила в каждый регенератор перед аэротенком в отдельности. Это необходимо для поддержания в оптимальном балансе количества ила, способствующего доокислению загрязняющих веществ после возврата циркулирующего активного ила после вторичных отстойников.

Построен и внедрен в производство узел нейтрализации стоков и узел обезвоживания осадка. Ранее осадок с первичных отстойников гидротранспортом направлялся на шламо-накопитель, что вызывало его быстрое заполнение и нерациональное использование площадей. Сейчас происходит сгущение осадка, что позволяет экономить свободные ресурсы предприятия и повысить эффективность использования площадей.

Модернизация очистных сооружений была направлена не только на интенсификацию процесса очистки, но и на снижение энергозатрат. Так была произведена замена перекачивающих насосов на современные, с частотным регулированием потока, которые позволили сократить расходы на электроэнергию на 13-15 %, а также позволили автоматизировать процесс управления регулированием потока при разной подаче и напора сточных вод на перекачивающей станции перед сбросом очищенных стоков в водоем.

Полученный эффект от внедрения наиболее доступных технологий (НДТ) и автоматизации начал проявляться в экономии ресурсов в первую очередь. Снижение затрат на приобретение биогенных добавок и растворов на нейтрализацию составило 17-20% за 3 месяца после внедрения НДТ.

Качество сточных вод после биологической очистки также перешло на новый уровень, что положительно сказалось на состоянии активного ила, улучшении процесса флокуляции, наблюдается положительная сукцессия в биоценозе, а развитие таких организмов как сосущая инфузория *p.Tokophrya* (рис.4 а) и беспанцирных коловраток *p.Philodina*, *p.Rotaria* (рис.4 б), свидетельствует о полном окислении загрязняющих веществ и стабилизации процесса очистки сточных вод [4].

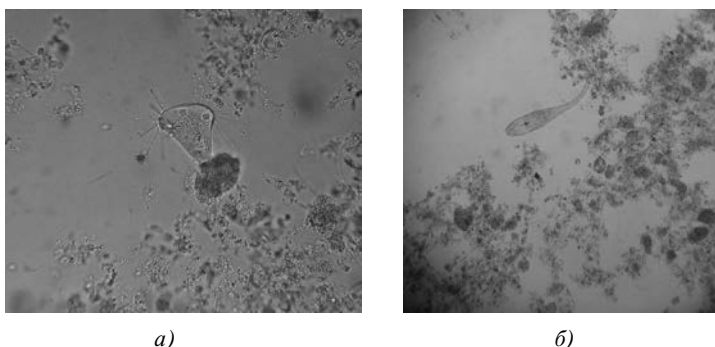


Рис.4. Появление новых родов в биоценозе активного ила после внедрения НДТ:
а - сосущих инфузорий; б - беспанцирных коловраток

Выводы

Таким образом, после внедрения поэтапного контроля каждого этапа очистки, а также автоматизированной подачи реагентов в условия реального времени и предварительных анализов активной реакции среды перед подачей на очистные сооружения, процесс управления



очисткой стоков был оптимизирован алгоритмом выполнения программ нейтрализации, стал простым и «прозрачным», что немаловажно не только для обслуживающего персонала, но и для снижения негативного воздействия сточных вод на водоем-водоприёмник и повышения экологической безопасности предприятия.

Энергосбережение и экономия ресурсов в результате внедрения данного проекта позволяют снизить затраты на эксплуатацию очистных сооружений, которые являются вспомогательным подразделением предприятия.

Литература

1. Контуров А.В. ОАО «Казанский завод синтетического каучука» - 70 лет// Каучук и резина. 2006. №6. С.31-35.
2. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат. 1977. 299 с.
3. Жизнь растений. В 6-ти т. / Ал. А. Фёдоров. М.: Просвещение, 1974. Т. 1. Введение. Бактерии и актиномицеты. Под ред. Н. А. Красильникова и А. А. Уранова. 487 с.
4. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2003. 512 с.



НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ



ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКТИВНОЙ ТЕПЛОТДАЧИ ОТ ВЫСТУПАЮЩЕГО ТЕПЛОИСТОЧНИКА

Беляева Е.Э., Зиганшин А.М.

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

STUDY OF CONVECTIVE HEAT TRANSFER ABOVE THE PROTRUDING HEAT SOURCE

Belyaeva E.E., Ziganshin A.M.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Численно решается задача о свободно-конвективном течении над выступающим теплоисточником. Определяется критериальная зависимость конвективной теплоотдачи такого теплоисточника от относительной высоты.

Annotation

The task of free-convectional flow over the protruding heat source is solved numerically. Criterial dependence of convective heat transfer of heat source from relative height is determined.

При проектировании систем обеспечения микроклимата зданий важным вопросом является правильный и точный расчет количества вредностей выделяющихся в помещении. Одной из наиболее часто встречающихся вредностей является избыточная теплота, это касается как помещений, например промышленных цехов – термические, литейные, кузнечно-прессовые цеха, так и общественных и административных зданий. Теплоисточниками являются различные поверхности, зачастую имеющие сложную форму. Способы определения тепловыделений обычно основаны на использовании критериальных уравнений конвективной теплоотдачи. Однако такие зависимости зачастую имеются лишь для очень простых геометрических случаев [см. например справочники 1, 2], в то время как для даже такого часто встречающегося случая как нагретая пластина, находящаяся на адиабатическом основании (выступающий теплоисточник) таких критериальных зависимостей не существует. Ясно, что хотя теплоотдача при этом не будет отличаться кардинально, определенное влияние высоты основания, вследствие отличий условий подтекания воздуха к нагревателю, должно присутствовать.

Цель исследования: определение критериальной зависимости конвективной теплоотдачи выступающего теплоисточника от высоты.

В работе численно, в двухмерной постановке, решается задача о свободно-конвективной теплоотдаче горизонтальной пластины, шириной $b=0,5$ м., находящейся на адиабатическом основании имеющего высоту h , которая меняется в задаче от 0 до 1,5 м. ($0 \leq \bar{h} \leq 3$). Решение проводится при помощи программного комплекса вычислительной гидродинамики Fluent.

В препроцессоре Gambit строится геометрия области и первоначальная расчётная сетка. Пример геометрии для нагревателя, расположенного на высоте 0,5 м., приведен на рис. 1.

Границы ABCD – моделируются проницаемыми, размеры расчётной области $10,5 \times 10,5$ м. AI, IG, FE и ED – адиабатические стенки, граница GF – нагреватель, моделируется при помощи граничного условия «стенка», с тепловым потоком q_0 (Вт/м²).

В процессоре Fluent устанавливаются граничные и начальные условия, проводятся итерации. В качестве модели турбулентности выбрана «стандартная» k-ε модель со стандартными пристеночными функциями, поскольку наиболее адекватно воспроизводит исследуемое явление [3]. Для избавления от сеточной зависимости при решении каждого варианта задачи производилось последовательное измельчение сетки с определением на каждом этапе измельчения числа Нуссельта (Nu). В качестве контрольного параметра число Nu выбрано, поскольку является искомым критерием, характеризующим свободно-конвективный тепло-



обмен. К примеру, в задаче с теплоисточником при $\bar{h} = 0$ (т.е. заделанный заподлицо в окружающую плоскость), у первоначальной сетки, размер ячеек составлял 0,5 м., количество расчетных узлов – 484 шт., а ячеек – 441 шт. После ряда измельчений, сетка, принятая как окончательная имела: размер ячеек – 0,03125 м., количество расчетных узлов – 51941 шт. и ячеек – 51408 шт.

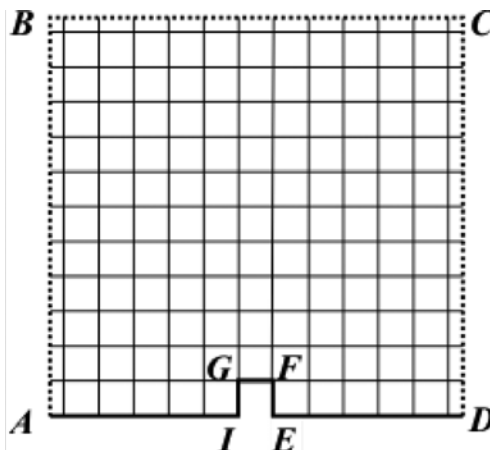


Рис. 1. Геометрия области и расчётная сетка

Для определения критериальной зависимости для диапазона чисел Ra , для каждой высоты расположения нагревателя решался ряд задач с тепловыми потоками $q_0 = 500, 1000, 1500, 3000, 6000$ и 10000 Вт/м^2 . Далее по результатам численного решения рассчитывались числа Nu и Ra и строились критериальные зависимости для каждой из высот расположения теплоисточника (рис. 2). Видно что, имеется некоторая однозначная зависимость теплоотдачи от высоты расположения.

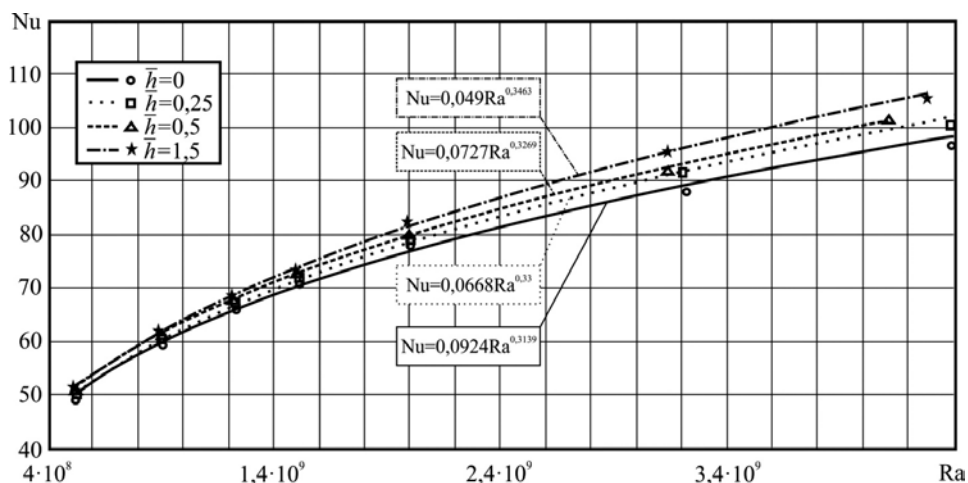


Рис. 2. Критериальная зависимость конвективной теплоотдачи от высоты

Кривые аппроксимировались степенной зависимостью вида $Nu = c \cdot Ra^n$, где c и n – константы, определяемые эмпирически, и зависящие от $\bar{h}$. Эти зависимости представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

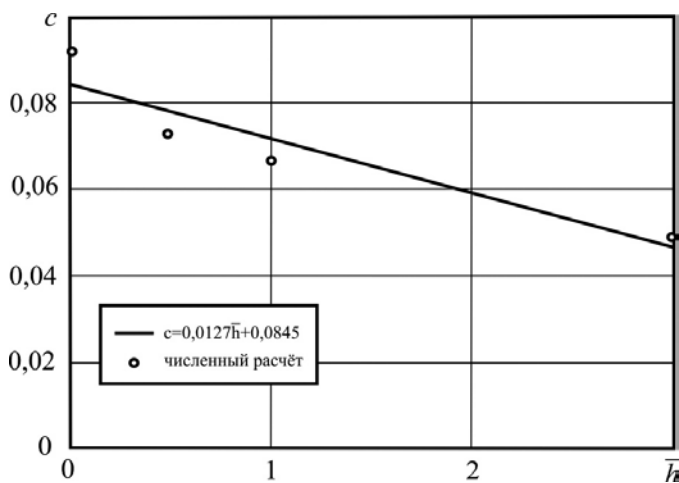


Рис. 3. Зависимость c от $\bar{h}$

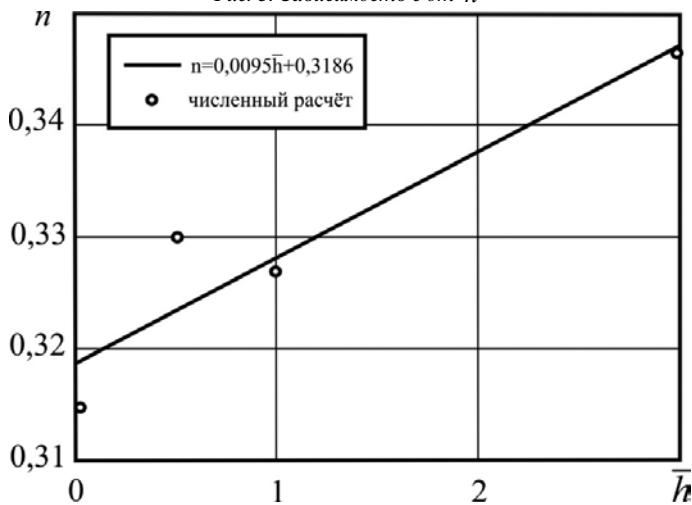


Рис. 4. Зависимость n от $\bar{h}$

Аппроксимируя в свою очередь эти зависимости, получим искомую критериальную зависимость конвективной теплоотдачи от высоты расположения теплоисточника:

$$Nu = (-0,0127\bar{h} + 0,0845) \cdot Ra^{0,0095\bar{h} + 0,3186}$$

Литература

1. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача: учебник для вузов, изд. 3-е, перераб. и доп. М. : Энергия, 1975. 488 с.
2. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: справочник / Х. Уонг; пер. с англ. М. : Атомиздат, 1979. 216 с.
3. Барышева О. Б., Беляева Е. Э., Зиганшин А. М. Выбор пристеночных моделей при численном решении задач о свободной конвекции над выступающим теплоисточником // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Екатеринбург: УрФу, 2015. С. 487-490.



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CO_2 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

Галимзянова Д.Р.,

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

ENERGY EFFICIENT USE OF CO_2 FOR ENHANCED OIL RECOVERY

Galimzyanova D.R.,

Kazan State Technological University, Kazan

Аннотация

В данной статье поднимается актуальный вопрос истощения ресурсов, а именно запасов нефти, всю сложность её обработки. Выделены достоинства углекислого газа, его физические и химические характеристики, благодаря которым можно эффективно использовать для добычи нефти, с помощью новых технологий. Перечислены процессы, которые происходят при введении углекислого газа. Представляется сравнительная статистика доли ресурсов каждого региона России, более подробная информация о нефтедобывающих компаниях в Татарстане. Представлены данные России по разработке технологий выбросов парниковых газов: по плану к 2030 году должны составить 70-75% от уровня 1990 года, на сегодняшний день они уже составляют 69% от уровня 1990 года, поэтому необходимо найти пути решения проблемы большого выброса углекислого газа, и применить CO_2 с максимальной пользой.

Annotation

This article raises the urgent question of resource depletion, namely the oil reserves, the complexity of its processing. It highlighted the dignity of carbon dioxide, its physical and chemical characteristics that can be effectively used for oil production, with the help of new technologies. A list of processes that occur with the introduction of carbon dioxide. It is the comparative statistics of the share of resources in each region of Russia, for more information on oil producing companies in Tatarstan. The data on the development of Russian technologies of greenhouse gases under the plan in 2030 should amount to 70-75% of the 1990 level, to date, they already account for 69% of the 1990 level, so you need to find ways to address the high carbon dioxide emissions, and apply the CO_2 maximum utility.

Со временем добыча нефти на освоенных месторождениях значительно уменьшается, хотя большая часть запасов остаётся там нетронутой. Это связано с тем, что оставшаяся в недрах нефть является высоковязкой и трудноизвлекаемой. Таким образом, поиск возможностей и путей увеличения нефтеотдачи пластов становится всё более необходимым. К тому же большинство нефтяных месторождений являются сильно обводнёнными. За последние три года средний уровень обводнённости нефти увеличился более чем на 5%, а в масштабах страны это привело к потерям порядка 76 млн. тонн нефти[1].

Одним из наиболее эффективных способов извлечения высоковязкой и обводнённой нефти является использование CO_2 . При введении углекислого газа в пласт в сверхкритическом состоянии происходит ряд процессов, а именно:

1. Снижение вязкости и увеличение подвижности вязкой нефти (растворение сверхкритического CO_2 в нефти).
2. Растворение легких фракций нефти в сверхкритическом CO_2 .
3. Отрыв и отмывка нефтяной пленки с поверхности частиц породы.
4. Увеличение объема нефти, способствующего к росту объема пор, занятых нефтью.
5. Снижение поверхностного натяжения на границе нефть-вода на высокообводненных пластах.
6. Растворение карбонатных пород водным раствором диоксида углерода.
7. При определенных условиях неограниченная смешиваемость с пластовой нефтью.



Благодаря этому CO_2 как реагент можно применять на любой стадии освоения месторождения; он также имеет низкие критические параметры состояния $t_{\text{кр}}=30,9^\circ\text{C}$, $p=7,38$ Мпа; взрыво-, пожаробезопасен, нетоксичен, негорюч.

Основным достоинством CO_2 является его дешевизна и доступность. Большое количество CO_2 просто сбрасывается в атмосферу, что также очень негативно влияет на климат. Поэтому необходимо создавать установки для улавливания и хранения CO_2 , что ведёт к ещё большему его удешевлению и увеличению энергоэффективности.

В КНИТУ на кафедре Теоретических Основ Теплотехники (ТОТ) была разработана модель нефтяного пласта. На основе обобщения большого числа результатов экспериментальных исследований по газовому и водогазовому воздействию с использованием диоксида углерода было доказано, что закачка CO_2 может дополнительно повысить коэффициент извлечения нефти от 10 до 35 % в зависимости от вида технологии и стадии заводнения. [2].

Безусловно практическая реализация проекта сверхкритического CO_2 вытеснения является капиталоемким мероприятием. Внедрение этой технологии потребует дополнительных инвестиций в бурение и перделку нагнетательных и добывающих скважин, установку рециркулирующей системы CO_2 , прокладку трубопроводов с коррозионностойким покрытием для хранения и подачи CO_2 . Однако опыт развитых стран в этой сфере свидетельствует о том, что вытеснение нефти с помощью CO_2 рентабельно даже при цене нефти 18\$ за баррель. Кроме того немаловажным фактором является дешевизна CO_2 как реагента. Только за последние 20 лет себестоимость производства CO_2 снизилась на 40%.

Следует отметить, что использование сверхкритических технологий будет способствовать не только улучшению экологической ситуации, но и позволит значительно повысить прибыль нефтедобывающих компаний, поскольку повышение коэффициента извлечения нефти приводит к увеличению объёма извлекаемой нефти. Так в США доля нефти дополнительно извлеченной из недр за счет использования сверхкритических технологий уже в 2004 году составляла 4%, а к 2020 году планируется ее увеличить до 15%. Часть CO_2 (до 60 %) можно отправить на рецикл и повторно использовать его для закачки в нефтяной пласт. После опустошения нефтяного пласта нет необходимости извлекать CO_2 из нефтяного пласта. Большое количество углекислого газа может долгие годы храниться в земле как в резервуаре без вреда для окружающей среды. Существует маленькая вероятность того, что произойдёт выброс CO_2 на поверхность. Конечно, эта вероятность зависит от конкретного месторождения. Так например в нефтяном проекте «Вейбурн» в городе Вейбурн, провинция Саскачеван, Канада, учёные установили, что выбросы CO_2 составят менее 1% за 5000 лет. Нефтяные компании должны быть заинтересованы в том, чтобы прежде чем вкладывать большие деньги в освоение месторождений подробно изучить геологию подземных хранилищ, поэтому актуальны будут методы математического моделирования и прогнозирования.

Татарстан является одним из лидеров по наличию высоковязких и трудноизвлекаемой нефти в России, это можно увидеть на рис. 1.



Рис. 1. Распределение ресурсов вязкой нефти по административным регионам России [3].



В Татарстане есть прекрасные возможности для развития и внедрения инновационных технологий повышения нефтеотдачи пластов: действует много крупных промышленных предприятий, осуществляющих большое количество выбросов CO_2 в атмосферу: ОАО «Нижнекамскнефтехим», ОАО «Казаньоргсинтез», нефтедобывающие компании, имеется огромное количество месторождений трудноизвлекаемой и битумной нефти, которую можно извлечь с помощью сверхкритического CO_2 .

Особенно актуальным стал вопрос разработки и реализации таких технологий после того, как Россия недавно официально объявила свою цель в снижении выбросов парниковых газов – к 2030 году они должны составить 70-75% от уровня 1990 года, тогда как на сегодняшний день они уже составляют 69% от уровня 1990 года.

Мы считаем, что для успешного решения этой задачи необходимо создать единую нормативно-правовую базу, включающую в себя разработку квот на выбросы CO_2 для крупных промышленных предприятий, предложить меры по стимулированию тех предприятий, которые будут внедрять инновационные технологии, направленные на снижение выбросов CO_2 , значительно увеличить объем государственного финансирования фундаментальных и прикладных исследований в этой области.

Литература

1. Кочнева О.Е., Ендальцева И.А. Причины и анализ обводненности башкирско-серпуховской залежи уньвинского нефтяного месторождения соликамской депрессии / Вестник Пермского Университета. Геология № 3 / 2012 С. 74-81.
2. Кондратьев И.А., Батраков Н.Р., Радаев А.В., Сабирзянов А.Н., Мухамадиев А.А., Галимзянов Р.Р. Экспериментальная установка для исследования процесса водогазового воздействия при вытеснении вязких нефтей / Вестник Казанского технологического университета.-№ 6.-С. 199-201.
3. Яценко И. Г. Свойства трудноизвлекаемой нефти в базе данных информационно-вычислительной системы по нефтехимической геологии / Вестник ЦРК Роснедра 3 / 2011 С. 27-31.



ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАК ОСНОВА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

(Психологические аспекты проблемы потребления энергии)

Антипина О.В.,

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

COSTEFFECTIVE BEHAVIOUR AS THE BASIS OF ENERGY CONSERVATION

(Psychological aspects of the problem of energy consumption)

Antipina O. V.,

Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev - KAI, Kazan

Аннотация

В работе представлен краткий анализ исследований, связанных с поведением по взаимодействию с энергетическим потенциалом планеты. Проанализировано своеобразие историко-культурной основы экономического поведения россиян. Выделены уровни рассмотрения проблем энергосберегающего поведения.

Annotation

The paper presents a brief analysis of research related to the behavior in the interaction with the energy potential of the planet. The peculiarity of the historical and cultural foundations of economic behavior of russians were analyzed. The levels, consider issues of energy-saving behavior are marked.

Решение проблемы энергосбережения предполагает применение комплекса мер в различных сферах (политической, экономической, научно-технической, экологической, производственной, социальной и других), направленных на создание соответствующих условий, обеспечивающих снижение потребления энергетических ресурсов, согласование интересов потребителей и производителей энергии по эффективному использованию энергоресурсов.

В обществе, где остро ощущается нехватка энергии, приоритетной задачей промышленности все ещё является, связанное с огромными финансовыми затратами, её производство, а следование экологическому праву, логике развития цивилизации предполагает ее удешевление путем элементарной экономии. В настоящее время направления энергосбережения представлены достаточно полно. Создаются и внедряются в производство новые виды энерго- и ресурсосберегающей продукции, разрабатываются энергоэффективные технологии, повышается теплозащита зданий, сооружений, сетей, разрабатываются совместные проекты с представителями зарубежных организаций, внедряется в практику энергоаудит и мониторинг предприятий и прочее. Однако, несмотря на такое разнообразие и большой охват вопросов проблемы энергосбережения без внимания остается достаточно важный аспект – психологический. Пренебрежение им может привести и приводит к тому, что действия людей, их поведение, производимое в русле энергопотребления, мотивируется внешними стимулами и при возникновении задач, нацеленных на рациональное использование энергоресурсов, ограничивается границами конкретных задач. При этом внутренняя мотивация не формируется, случается, что специалисты данной области, располагая соответствующими знаниями, владея реальной ситуацией не проявляют энергосберегающего поведения в быту, либо в других отраслях, не связанных с их профессиональной деятельностью. Только при изначальном формировании энергосберегающего сознания возможно полное решение описываемой проблемы, с охватом всех отраслей. Анализ доступных исследований показал, что в психологических исследованиях проблема энергопотребления не ставилась. В различных отраслях психологии можно обнаружить ряд вопросов, косвенно связанных с поведением человека по взаимодействию с энергетическим потенциалом планеты.

Концепция устойчивого развития энергосберегающего сознания многоаспектна, однако, основной её принцип состоит в признании необходимости соотносить с природными возмож-



ностями планеты темпы роста энергопотребления и направления развития экономики. Основная задача состоит в том, чтобы преобразовать заявленные высокие принципы в конкретные социальные, экономические, технологические программы и проекты и совершить переход к устойчивым формам развития, образу и качеству жизни. Эффективность и реализуемость национальных стратегий определяется, прежде всего, эффективностью принятия решений на всех уровнях, а также степенью интериоризации ценностей и норм этики в общественной идеологии и психологии. [3,5].

Идеологическая пропаганда, заложившая основу убеждения в приоритете духовных ценностей над материальными, стала своеобразной идиомой, укоренив в сознании представление о том, что «природные ресурсы» Родины безграничны. Такая ситуация характерна именно для регионов Российской Федерации. Между тем реалии современной экономической ситуации настойчиво говорят о проблематичности создавшегося положения. В развитых западных странах данная проблема решается достаточно эффективно: активно внедряется энергосберегающее оборудование в быт простого потребителя, ведется пропагандистская работа в этом направлении. Специфика российского субстрата заключается в отсутствии прочной экономически эффективной основы жизнедеятельности. Но необходимо обратить внимание на то, что ни конструктивные особенности оборудования, ни введение платы за неё приведут к реальной экономии, пока у потребителей не появится потребность беречь энергию; это вопрос не экономический или финансовый, а вопрос этики и культуры. Таким образом, выделение экономической культуры в составе общей предполагает возможность экономической социализации как процесса вхождения людей в экономически и энергоэффективную социокультурную среду через освоение экономических ролей и, соответственно, приобретение определенных личностных качеств, адекватных способов взаимодействия с энергетическим потенциалом.

Проблема социокультурного подхода к вопросу энергосбережения имеет отнюдь не схоластический интерес. Необходимо отметить, что в России целенаправленно формировался так называемый дефицит рыночной экономической культуры, под которой понимается «не только отсутствие в сознании людей определенных остро необходимых знаний и опыта, оставшихся от прошлого и в изменившейся обстановке не только не работающих, но и препятствующих выработке у личности новых экономически эффективных моделей поведения» [1,2]. Таким образом, поведение, направленное на сбережении энергии окружающей среды, по сути является социально-экономическим. Под таким поведением понимается цепь последовательно совершаемых поступков человека, направленных на получение субъективно оцениваемых преимуществ: разницы между израсходованными ресурсами и полученным экономическим результатом в процессе взаимодействия с природным потенциалом.

Сообразно концепции, разработанной В. А. Ядовым, личность человека представлена четырьмя уровнями [4]. Социально-экономический статус общества поддерживается каждым из его членов на субъективном, личностном и общественном уровнях осознания проблемы. Доход семьи, уровень образования родителей, их профессиональная деятельность, а также некоторые демографические характеристики - это параметры, образующие контекст, на фоне которого происходит процесс усвоения социально приемлемых стереотипов «энергосберегающего» или «энерготранжириющего» поведения. Однако, пытаясь прогнозировать поведение конкретного человека в конкретных условиях недостаточно просто выявить некоторые индивидуальные особенности, определить уровень благосостояния окружающей среды - необходимо учитывать культурно-исторические особенности существования человека.

Рыночная экономика опирается, прежде всего, на закон и развитую систему контроля, что никогда не было свойственно российской экономической культуре, предпочитавшей личные контакты и конвенциональные формы отношений. Такая ситуация обусловлена ещё и на уровне ментальности, которая проявляется на всех уровнях жизни общества, затрагивает поведение как отдельного индивидуума, так и всего населения. В связи с этим необходимо отметить некоторые её черты, такие как стремление к равенству (скорее к «одинаковости»), неприязнь к стоимостным измерителям результатов деятельности, пренебрежение материальной стороны жизни и идеализация ее духовной стороны, отсутствие чувства меры. Нищелюбие, как отличительную черту русского стиля жизни, отмечали многие историки. О. В. Ключевский



писал о необходимости нищенства на Руси, которое считалось не экономическим бременем, а одним из главных средств нравственного воспитания. Известно, что религиозная этика, являясь, основным ценностным элементом культуры, на протяжении огромного отрезка времени определяла поведение людей. Православие, как наиболее распространенная на Руси религия, отвергало все земное и так же примитивно истолковывало мифы и притчи о богатых и бедных. (Н. М. Никольский, А. П. Ковалевский, А. П. Шапов, Е. Г. Голубинский, В. Ф. Миловидов, Н. И. Костомарова и др.) [1,4,6].

За небольшой срок существования система социализма оформила ряд стереотипов в сознании огромной массы людей. В ценностном плане это, прежде всего, беспощадная, доходившая до абсурда идеологическая борьба с любой собственностью, кроме собственности государства. В основе этой борьбы лежали как экономические, так и социальные и психологические причины. Эта борьба подтверждала господствовавшее в массовом сознании отношение к собственности как к краже. Т. о. у основной массы людей сложилось безучастное, незаинтересованное отношение к собственности. Простой российский человек не питал симпатий к обладателям какой-либо собственности и поэтому самосохранение требовало незаинтересованного отношения к ней. В конце советского этапа развития в классовом сознании преобладало отношение к собственности как к «ничьей». Поскольку советская экономика предлагала человеку идеологизированную систему ценностей, то экономического поведения в чистом виде практически не существовало, оно заменялось суррогатами типа «административного рынка», предполагавшего взаимовыгодный обмен услугами, оплату повышением статуса и власти, обладанием большим количеством государственных привилегий и т. д. [1]. Слабая причинно-следственная связь между результатами своего труда и экономическим его эквивалентом влияет на представление о стоимостном выражении энергетических ресурсов природы.

Можно говорить о своеобразии историко-культурной основы экономического поведения как рационального, регулируемого критерием получения максимально возможной в данной ситуации выгоды (превышение субъективно оцениваемых возможных доходов над затратами в стоимостном выражении). Важно то, что только рачительное отношение к собственности формирует чувство ответственности, без такого подхода невозможно обрести подлинную экономию энергоресурсов.

Формирование такого отношения представляется возможным в рамках экономической культуры, что приведет к реальному пониманию проблем энерго- и ресурсосбережения. Овладение культурой энергосбережения предполагает «интериоризацию» адекватных способов взаимодействия с энергией окружающего, т. е. такой уровень их включенности в индивидуальное сознание, при котором человек автоматически действует в созданном обществом дисциплинарном пространстве. Такое пространство формируется в процессе воспитания в семье, школе, конкретной деятельности. Оно достаточно отдаленно связано со знанием законов и может быть никак не связано со следованием законодательным нормам энергосбережения, но имманентно несет на себе печать истории и культуры общества.

Литература

1. Андреева И. В. Экономическое образование в России: динамика социальных функций. СПб, 1999
2. Рывкина Р. В. Экономическая культура в России: социология, этнология, культурология, 1994, № 1 т.3. с.55
3. Филиппов А.В., Ковалев С.В. Психология и экономика// Психология, журн. 1989. №1.С.26.
4. Ядов В. А. Саморегуляция и прогнозирование социального поведения личности. Л., 1979
5. Нийт Т., Хейдметс М., Круусвалл Ю. Социально-психологические основы средообразования. Таллинн, 1985.
6. Ajzen, I. & Fishbein, M. Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall 1980.
7. Tversky A., Kahneman D. The framing of decisions and the psychology of choice, 1981.



ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ВОЗВРАЩАЕМЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ

*Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева», г. Казань*

ENERGY-RESOURCE-SAVING RETURN SPACE VEHICLE

*Afanasyev V.A., Degtyarev G.L., Meshchanov A.S.,
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan*

Аннотация

Представлена конструктивно-компоновочная схема возвращаемого космического аппарата (ВКА), который с одного конца корпуса имеет заострённый наконечник и по военному назначению проходит атмосферу, направляя его вперёд. С другого конца корпус закрыт сферическим днищем с большим радиусом притупления и ВКА ориентируется им в направлении спуска при возвращении на землю для повторного использования. Для регулирования статической устойчивости, получения балансировочного угла атаки и разворота тупым концом в направлении спуска используется полезная нагрузка, перемещаемая в продольном и поперечном направлениях. Управление угловыми разворотами и стабилизация поступательных движений осуществляется с помощью ракетных двигателей, которые также используются при мягком вертикальном приземлении. ВКА в предложенной схеме не только не загрязняет окружающую среду, но и остаётся готовым к выполнению нового космического полёта.

Annotation

We presents a structural assembly scheme of a return space vehicle (RSV) that at the first end has the pointed tip and during the military purpose passes the atmosphere by directing it forward. At the second end the RSV case is closed by the spherical bottom with large dulling radius and RSV orients it in direction of descent during return to Earth for reusable application. In order to regulate the static stability, to have a balance angle of attack and to turn the dulling end in the descent direction a payload is used that is displaced in the longitudinal and transversal directions. Controlling of angular turns and stabilization of forward movements are made by using rocket engines that also are used during the soft vertical touchdown. A RSV in the proposed scheme does not pollute the environment and it is ready to perform a new space flight.

Для энергосбережения предлагается конструктивно-компоновочная схема (ККС) возвращаемого космического аппарата (ВКА), корпус которого в отличие от [1] имеет форму конуса вращения. Наконечник ВКА выполнен из тугоплавкого материала и имеет малый радиус притупления, благодаря которому ВКА сравнительно быстро проходит атмосферу, сохраняя достаточно большую скорость относительно поверхности при выполнении полётно-го задания по военному назначению (рис.1).

С противоположного конца ВКА установлено днище в форме сегмента сферы с достаточно большим радиусом, покрытое теплозащитным материалом. При спуске в атмосфере по гражданскому назначению ВКА ориентирован днищем по вектору скорости, приобретает весьма большое аэродинамическое сопротивление и переходит в отвесное падение при достаточно малой скорости, при которой начинается мягкая вертикальная посадка. Для управления полётом ВКА на орбите и при спуске в атмосфере используются ракетные двигатели (РД), установленные в специальном отсеке между днищем и корпусом с полезной нагрузкой. При достижении определённой высоты ВКА совершает мягкое вертикальное приземление, используя для завершающего торможения те же РД, сопла которых для этого отклоняются на некоторый угол относительно продольной оси, так что приземление ВКА происходит на днище, которое для усиления подкреплено стрингерным набором. Ориентацию ВКА при



спуске в атмосфере при решении задач гражданского назначения можно представить по рис.2, на котором ВКА развёрнут на 180° и ориентирован днищем по вектору скорости [2].

Особую роль в предлагаемой ККС ВКА играет полезная нагрузка, являющаяся по существу боевым зарядом, который наделён возможностью перемещения в корпусе как по продольной оси для регулирования запаса статической устойчивости, так и в поперечном направлении для установления балансирующего равновесия ВКА на некотором угле атаки. Пропорционально углу атаки образуется подъёмная составляющая полной аэродинамической силы, которая используется для изменения направления спуска в атмосфере и, следовательно, для управления полётом.

Аппаратура системы управления (СУ), построенной по принципу бесплатформенной инерциальной навигации, размещена под днищем и надёжно защищена теплозащитным покрытием.

В исходном состоянии перемещаемая полезная нагрузка (ПН) установлена так, что общий центр масс ВКА обеспечивает статическую устойчивость при спуске в атмосфере наконечником вперёд:

$$c_m - c_d < 0,$$

где $c_m = x_m / l$, $c_d = x_d / l$ – относительные координаты центра масс и центра давления соответственно, отсчитываемые от наконечника и отнесённые к длине ВКА l , с небольшим запасом:

$$|c_m - c_d| < 0,005 \div 0,01.$$

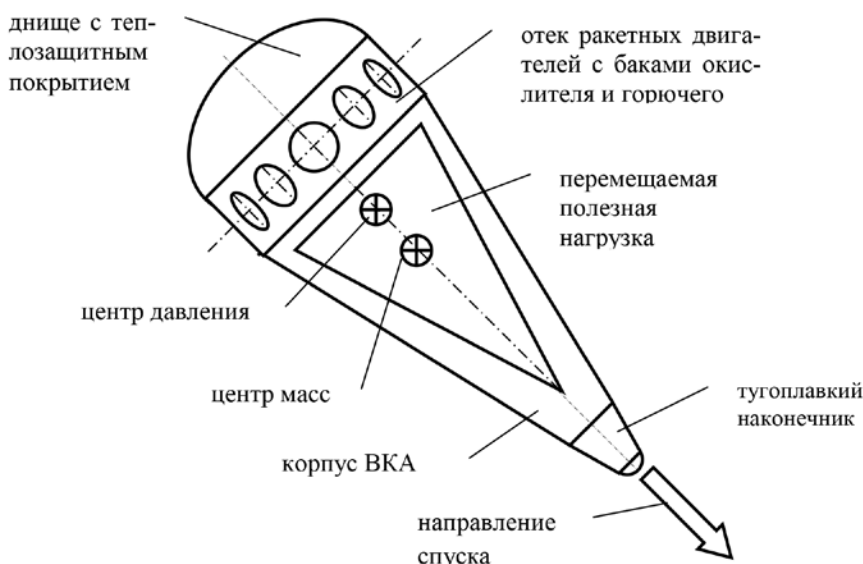


Рис.1. Ориентация ВКА при прохождении атмосферы по военному назначению

При некотором поперечном смещении ПН при спуске в атмосфере образуется определённый балансирующий угол атаки, используемый для управления поступательными движениями ВКА в атмосфере [3]. При этом направление действия подъёмной силы (поперечной перегрузки) регулируется с помощью ракетных двигателей, определённым образом установленных в специальном отсеке. Отметим, что управление полётом ВКА в конфигурации, показанной на рис.1, возможно без специального поперечного смещения центра масс, только за счёт ракетных двигателей, когда некоторая часть силы тяги некоторых двигателей используется для создания балансирующего равновесия на определённом угле атаки с соответствующей подъёмной силой. При этом остальная часть силы тяги ракетных двигателей используется для управления угловыми движениями, т.е. для управления поступательными перемещениями в атмосфере.



При отмене задачи военного назначения ВКА возвращается на землю. Для этого подвижная ПН смещается назад к днищу. Вместе с ней назад смещается центр масс так, что при ориентации, показанной на рис.1, ВКА становится статически неустойчивым. Аэродинамический момент, создаваемый подъёмной силой на плече до центра масс, начинает разворачивать ВКА вокруг поперечной оси на угол тангажа 180° (рис.2). Для демпфирования образующихся угловых колебаний, продолжительность которых тем больше, чем меньше запас статической устойчивости при новой угловой ориентации ВКА, т.е. днищем вперёд, используются ракетные двигатели, включаемые по определённому закону.

При необходимости выполнения достаточно длительных манёвров в атмосфере, например, для посадки на удалённой участке местности, после разворота ВКА на 180° осуществляется смещение подвижной ПН также в поперечном направлении. В результате образуется балансирующий угол атаки α , показанный на рис.2, и пропорциональная ему подъёмная сила Y [2,4].

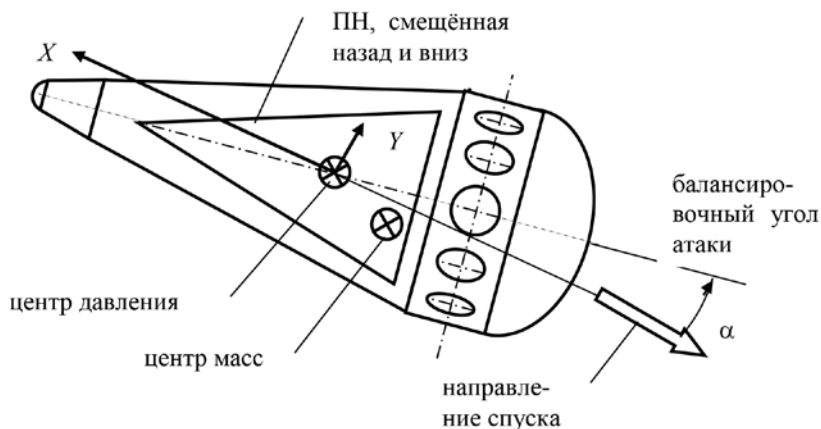


Рис.2. Ориентация ВКА в атмосфере при возвращении на землю

Величина балансирующего угла атаки находится из равенства моментов от силы сопротивления X и подъёмной силы Y на соответствующих плечах Δy и Δx до центра масс:

$$Y\Delta x - X\Delta y = 0.$$

Учитывая выражения для составляющих аэродинамической силы $X = C_x q S$ и $Y = C_y q S$, где $C_y \approx C_y^\alpha \alpha$ - скоростной напор, при малых углах атаки q получаем:

$$\alpha = C_x \Delta y / (C_y^\alpha \Delta x). \quad (1)$$

В случае если балансирующее равновесие создаётся только средствами ракетных двигателей, то величина балансирующего угла атаки вычисляется из равенства аэродинамического момента от подъёмной силы $Y = C_y q S$ на плече $c_m - c_d$ моменту, управляющему от силы тяги ракетного двигателя P на плече $c_m - c_p$, где $c_p = x_p / l$, x_p - расстояние от законечника до центра сопла соответствующего ракетного двигателя. Из рис.1 записываем:

$$C_y^\alpha q S (c_m - c_d) \alpha - P (c_m - c_p) = 0,$$

откуда следует величина балансирующего угла атаки:

$$\alpha = \frac{P (c_m - c_p)}{C_y^\alpha q S (c_m - c_d)}. \quad (2)$$

Формула (2) показывает, при использовании ракетного двигателя с тягой P величина балансирующего угла атаки α прямо пропорциональна силе тяги P и обратно пропорциональна скоростному напору q и запасу статической устойчивости $(c_m - c_d)$. Отсюда



следует, что при формировании траекторий полёта ВКА по военному назначению следует избегать больших скоростных напоров, при которых угол атаки может принимать недопустимо малую величину, и проектировать ВКА с очень малым запасом статической устойчивости $|c_m - c_d|$. Последнее условие определяется качеством проектирования, включающим выбор аэродинамической конфигурации ВКА, компоновку внутренних систем и другие данные.

Схема расположения ракетных двигателей рис. 1 и 2 показана условно. Количество ракетных двигателей, схема их расположения и их мощность по каждому из каналов управления определяются исходя из реального проектирования конкретного ВКА.

Таким образом, представлена ККС и дано принципиальное описание функционирования возвращаемого космического аппарата (ВКА) с регулируемым центром масс. В качестве перемещаемого груза используется полезная нагрузка, которая представляет собой боевой заряд в применении ВКА по военному назначению, при котором ВКА входит в атмосферу острым наконечником вперёд. Регулирование центра масс обеспечивает статическую устойчивость и балансировочное равновесие на угле атаки, с помощью которого происходит наведение на цель. Регулирование величины и направления подъёмной силы достигается с помощью ракетных двигателей, установленных соответствующим образом в специальном отсеке. В случае отмены полётного задания ВКА разворачивается на 180° за счёт смещения полезной нагрузки и с помощью ракетных двигателей и совершает полёт в атмосфере вперёд днищем с большим лобовым сопротивлением. ВКА входит в отвесное падение и совершает вертикальную посадку, используя те же ракетные двигатели, сопла которых перед этим отклоняются под углом к продольной оси ВКА.

Полученные результаты применимы к созданию перспективных многофазовых ВКА (с двойным назначением), когда полезная нагрузка доставляется на МКС и обратно возвращаются другие грузы. При замене ПН боевым зарядом ВКА используется по военному назначению и возвращается на землю в случае отмены военной напряжённости, не засоряя космос и окружающее пространство. Перечисленные свойства предлагаемых к созданию перспективных ВКА обеспечивают их высокую степень энергоресурсоэффективности и энергосбережения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-00424.

Литература

1. Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С. Энергосберегающая космическая транспортная система. Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение». Сборник докладов. г. Казань, 1-3 апреля 2015 г. С.345-348.
2. Афанасьев В.А., Дегтярев Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Т.К. Управление разворотами космического аппарата за назначенное время с помощью ракетных двигателей // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2013. – № 1 – С.73-77.
3. Афанасьев В.А., Дегтярев Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Т.К. К математическому описанию движения многофазовых спускаемых летательных аппаратов нетрадиционных аэродинамических компоновок // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2001. – № 3. – С.10-14.
4. Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Т.К. Аналитическое программирование угловых разворотов в атмосфере космических аппаратов // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2004. – № 4. – С.11-15.



ВОЗДУШНЫЙ ПОТОК В ВОЗДУХОВОДЕ С УЧЕТОМ СЖИМАЕМОСТИ, ПОТЕРЬ НА ВЯЗКОЕ ТРЕНИЕ И ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

Айкина К.Д., Афанасьев А.Ю.,

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

THE AIRFLOW IN THE DUCT TAKING INTO ACCOUNT COMPRESSIBILITY, THE VISCOUS FRICTION LOSSES AND HEAT TRANSFER

Aykina K.D., Afanasiev A.Yu.

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev, Kazan

Аннотация

В докладе рассматривается аэродинамический расчет воздуховода с учетом сжимаемости, потерь на вязкое трение и теплопередачи. Это позволяет анализировать процессы в длинных трубопроводах переменного сечения, которые являются актуальными при строительстве промышленных вентиляционных систем и газопроводов. Выявлена и обоснована необходимость учета воздействия окружающей среды на воздуховод, что позволит более точно рассчитать изменение внутренней энергии потока.

Annotation

Aerodynamic calculation of airconductor is considered in report with provision for compressibility, losses on viscous friction and the heat transfer. This allows to analyse the processes in long pipe line of the variable section, which are actual at construction of the industrial ventilation systems and gasmain. It is revealed and motivated need of the account of the influence surrounding ambiances on airconductor that will allow more exactly calculate change internal flow energy.

Рассмотрим воздуховод, по которому передается воздух (см. рис. 1). Рассматривается стационарный режим, когда все параметры воздушного потока постоянны по времени.

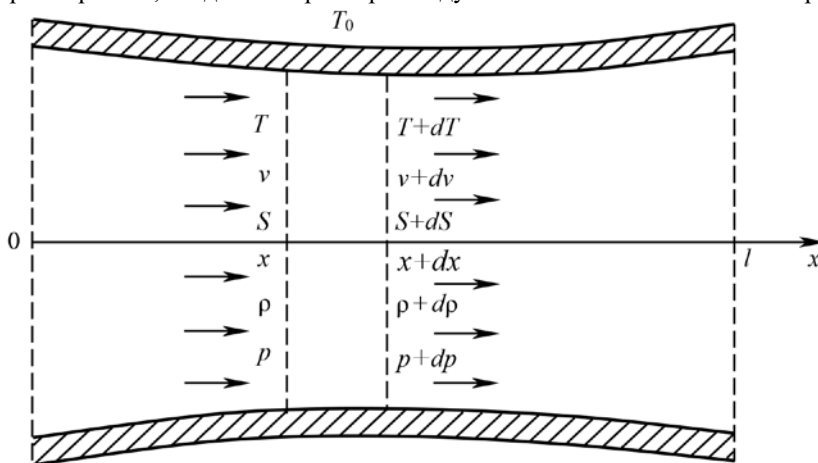


Рис. 1. Участок воздуховода

Воздуховод имеет прямую горизонтальную ось x и длину l . Далее приняты следующие обозначения: S – площадь поперечного сечения, м^2 ; v – средняя по сечению скорость воздуха, м/с ; T – абсолютная температура воздуха, К ; T_0 – абсолютная температура окружающей среды, К ; p – статическое давление, Па ; ρ – плотность воздуха, кг/м^3 ; m – массовый расход воздуха, кг/с ; R – универсальная газовая постоянная, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; cv – изохорная удельная теплоемкость воздуха, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; cp – изобарная удельная теплоемкость воздуха, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; δ – толщина



воздуховода, м; b_v , b_n – внутренний и наружный периметры воздуховода, м; λ – коэффициент теплопроводности материала стенки воздуховода, Вт/(м·К); α – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м²·К); α_0 – коэффициент теплоотдачи свободной конвекции, Вт/(м²·К); k_v – коэффициент принудительной конвекции, с/м; ν – кинематический коэффициент вязкости, м²/с; Re – критерий Рейнольдса, безразмерная величина; dW_T – энергия теплопередачи, Дж; dW_v – энергия потерь на вязкое трение, Дж; λ_h – коэффициент гидравлических потерь, безразмерная величина.

Массовый расход воздуха определяется формулой:

$$m = \nu S \rho \quad (1)$$

В дифференциальной форме уравнение (1) имеет вид:

$$S \rho \cdot dv + \nu \rho \cdot dS + \nu S \cdot d\rho = 0. \quad (2)$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона

$$\frac{p}{\rho} = RT. \quad (3)$$

В дифференциальной форме это уравнение имеет вид:

$$\frac{dp}{\rho} - \frac{p \cdot d\rho}{\rho^2} = R \cdot dT. \quad (4)$$

Уравнения (1), (3) связывают четыре параметра воздушного потока – среднюю скорость ν , давление p , плотность ρ и температуру T . Тепловая мощность dP , определяется равенством:

$$dP = \frac{(T_0 - T)dx}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{(T_0 - T)dx}{R_e}, \text{ где} \quad (5)$$

$$R_1 = \frac{1}{\alpha_0 b_v}; \quad (6)$$

$$R_2 = \frac{2\delta}{\lambda(b_v + b_2)}; \quad (7)$$

$$R_3 = \frac{1}{\alpha_0(1 + k_v \nu)b_2}. \quad (8)$$

Мощность dP увеличивает суммарную мощность, передаваемую вдоль воздуховода. Через сечение x передается мощность нагретого воздуха, кинетическая мощность движущейся массы воздуха и мощность сил давления, действующих слева направо:

$$P(x) = mc_v T + \frac{mv^2}{2} + \frac{mp}{\rho} = m(c_v + R)T + \frac{mv^2}{2} = mc_p T + \frac{mv^2}{2}. \quad (9)$$

Через сечение $x + dx$ передается мощность $P(x) + dP$, где

$$dP = mc_p dT + mv dv = \frac{(T_0 - T)dx}{R_e}. \quad (10)$$

Для анализа изменения внутренней энергии рассмотрим малый объем воздуха массой M , занимающий последовательно положения x и $x + dx$. В первом положении масса M имеет ширину слоя:

$$a = \frac{M}{S \rho}; \text{ и имеет внутреннюю энергию:} \quad (11)$$

$$W = Mc_v T. \quad (12)$$



Время прохождения пути dx составляет: $dt = \frac{dx}{v}$. (13)

За это время масса M получает через поверхность ab тепловую энергию :

$$dW_T = \frac{(T_0 - T)a \cdot dx}{R_e v} = \frac{(T_0 - T)Mdx}{R_e m}. \quad (14)$$

Вязкость воздуха вызывает удельную потерю давления:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{\lambda_h}{d} \frac{\rho v^2}{2}. \quad (15)$$

Здесь λ_h - коэффициент гидравлического сопротивления, безразмерная величина.

$$\lambda_h = \frac{64}{Re}, \quad (16)$$

где Re - критерий Рейнольдса. Он вычисляется по формуле

$$Re = \frac{vd}{\nu}. \quad (17)$$

С учетом равенств (16), (17) удельная потеря давления:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{32\nu\rho v}{d^2}. \quad (18)$$

На поверхность массы M действует сила вязкого трения:

$$F = Sa \frac{dp}{dx}, \text{ которая совершает работу на пути } dx: \quad (19)$$

Согласно равенству (18) получаем :

$$dW_v = \frac{32\nu Mv}{d^2} dx. \quad (20)$$

В результате перемещения на dx масса M получит приращение внутренней энергии:

$$Mc_v dT + pdV = dW_T + dW_v. \quad (21)$$

Дифференциал объема dV определяется формулой:

$$dV = -\frac{M}{\rho^2} d\rho. \quad (22)$$

С учетом формул (14), (20), (22) равенство (21) принимает вид:

$$c_v dT - \frac{p}{\rho^2} d\rho = \frac{(T_0 - T)dx}{R_e m} + \frac{32\nu v}{d^2} dx. \quad (23)$$

Из уравнения (2) следует:

$$dv = -\frac{v}{S} \cdot dS - \frac{v}{\rho} \cdot d\rho. \quad (24)$$

Уравнение (10) принимает вид:

$$dT = \frac{v^2}{c_p S} \cdot dS + \frac{v^2}{c_p \rho} \cdot d\rho + \frac{(T_0 - T)dx}{c_p R_e m}. \quad (25)$$

Подставив это выражение в уравнение (24), получаем

$$\left(\frac{c_v v^2}{c_p \rho} - \frac{p}{\rho^2} \right) \frac{d\rho}{dx} = \frac{R(T_0 - T)}{c_p R_e m} + \frac{32\nu v}{d^2} - \frac{c_v v^2}{c_p S} \cdot \frac{dS}{dx}. \quad (26)$$

Из уравнения (1) может быть определена скорость $v(x)$:

$$v = \frac{m}{S\rho}. \quad (27)$$



Из уравнения (10) следует:

$$mc_p \frac{dT}{dx} + mv \frac{dv}{dx} = \frac{(T_0 - T)}{R_e}. \quad (28)$$

Согласно уравнению (25):

$$c_p \frac{dT}{dx} = \frac{v^2}{S} \cdot \frac{dS}{dx} + \frac{v^2}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{dx} + \frac{T_0 - T}{mR_e}. \quad (29)$$

Это уравнение позволяет получить закон изменения температуры $T(x)$ при заданной начальной температуре $T(0)$.

Для моделирования процессов в воздухопроводе была составлена программа в системе Turbo-Pascal. Параметры имели следующие значения.

Массовый расход $m = 6$ кг/с; внутренний диаметр трубы $d_a = 0,3$ м; толщина трубы $\delta = 0,005$ м; удельные теплоемкости $c_v = 717$ Дж/(кг·К), $c_p = 1005$ Дж/(кг·К); удельная постоянная воздуха $R' = 287$ Дж/(кг·К); коэффициент теплоотдачи воздуха $\alpha_0 = 15$ Вт/(м²·К); коэффициент вынужденной конвекции $kv = 0,1$ с/м; коэффициент теплопроводности трубы $\lambda = 15$ Вт/(м·К); кинематический коэффициент вязкости $\nu = 1,51 \cdot 10^{-5}$; температура окружающей среды $T_0 = 243$ К (-30 °С).

Шаг интегрирования методом Рунге-Кутты $h = 0,1$ м; число шагов $n = 100\,000$; начальное значение плотности воздуха $\rho(0) = 1,202$ кг/м³, начальная температура воздуха в трубе $T(0) = 293$ К (20 °С). На рис. 2 представлены графики плотности воздуха $\rho(x)$, температуры $T(x)$, скорости $v(x)$ и давления $p(x)$. Масштабы имеют значения:

для ρ – 200; для T – 1; для v – 5; для p – 0,0025.

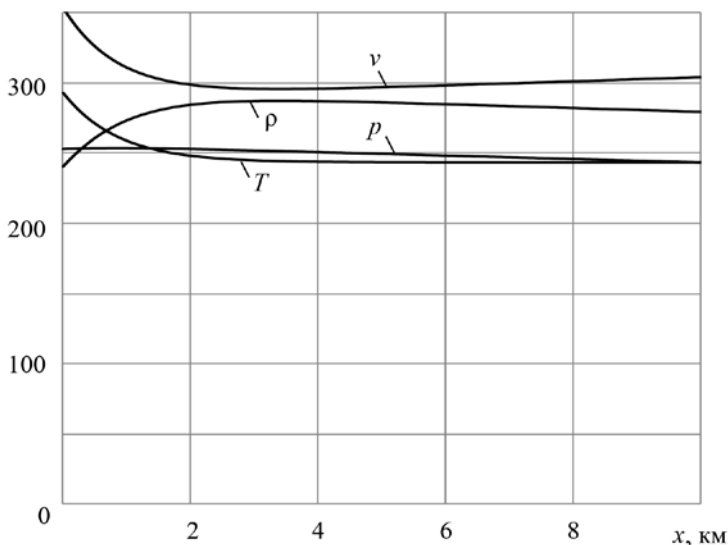


Рис 2. Зависимости параметров воздушного потока от расстояния

Весь трубопровод можно разделить на два участка. На первом (0 – 3 км) происходит остывание воздуха почти до температуры окружающей среды T_0 . Здесь скорость воздуха v снижается, а его плотность ρ растет при почти неизменном давлении p . Далее (3 – 10 км) происходит уменьшение плотности ρ и давления p при возрастании скорости воздуха v . Температура воздуха T здесь практически не изменяется.



ОЧИСТКА ВОДНЫХ СРЕД ОТ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА И ОТХОДОВ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА

Иванова М.А.,

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

CLEARING OF WATER MEDIUM FROM OIL SPILL BY SORBENT BASED ON POLYURETHANE FOAM AND WASTE OF NATURAL RESOURCES OF VIETNAM

Ivanova M.A.,

Kazan National Research Technological University, Kazan

Аннотация

В статье затронута актуальная проблема для настоящего времени – разработка сорбента для ликвидации разливов нефти на основе пенополиуретана и отходов природного сырья Вьетнама.

Были оценены нефтеемкость сорбента и технологические параметры вспенивания.

Использование полученного сорбента позволяет решить сразу две экологические задачи – ликвидация разливов нефтепродуктов и утилизация отходов природного сырья Вьетнама.

Annotation

The article deals with the actual problem of present - the development of a sorbent for oil spill response on the basis of polyurethane foam and waste of natural resources of Vietnam.

An oil capacity of the sorbent and process parameters of foaming were estimated.

Using the resulting sorbent allows to solve two environmental problems - oil spill response and waste of natural resources of Vietnam.

В настоящее время самыми вредными загрязнителями окружающей среды являются нефть и нефтепродукты. Только 1 тонна нефти способна покрыть до 12 км² поверхности водного пространства, а нефтяная пленка нарушает все физико-химические процессы. Кроме того, осевшая на дно нефть долгое время вредит всему живому. Сложность также заключается в том, что разлитую нефть нельзя сжигать, так как морские обитатели могут задохнуться из-за отсутствия растворенного в воде кислорода. Разливы нефтехимпродуктов наносят существенный ущерб окружающей среде, поэтому вопрос снижения техногенной нагрузки на водные объекты стоит весьма остро [1, 2].

Наиболее приемлемым методом очистки следует считать использование пористых материалов, к которым относится ранее разработанный сорбент на основе пенополиуретанов и отходов сельскохозяйственных производств [3].

Эластичная природа и открытопористость сорбента позволяет проводить регенерацию поглощенного продукта как методами отжатия, так и центрифугирования с последующим возвращением сорбента (эффективно до 4 циклов) в процесс ликвидации разливов [4-7].

Вьетнам богат лесами, в нем развита целлюлозоперерабатывающая отрасль промышленности, сопровождающаяся большим количеством отходов, которые можно использовать в качестве наполнителя для сорбента (опилки акации – вид древесины, отходы фруктов, пальм, кустарников, соломы, тростника, хвойных пород, шелуха риса, подсолнечника и прочее). Проблема утилизации таких отходов стоит очень остро, так как большое их количество наносят урон экологии окружающей среды. По этой причине необходимо решать проблему их утилизации.

Объектом исследования служил сорбент, полученный на основе пенополиуретана, наполненный целлюлозосодержащими отходами. Такой наполнитель является общедоступным и дешевым.

Для получения сорбента были использованы компоненты:

- компонент А для эластичного пенополиуретана (А (эл));



- компонент Б – использовалось два продукта: компонент Б (э) для эластичного пенополиуретана и компонент Б (ж) для жесткого пенополиуретана;
- варьируемое наполнение растительными отходами (т.к. наполнители имеют разный объем и вес).

Характеристики наполнителей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики используемых наполнителей

Характеристики	Опилки акации (35% масс. наполнения)	Рисовая шелуха (30% масс. наполнения)	Рисовая соломка (10% масс. наполнения)	Измельченная рисовая соломка (21% масс. наполнения)
Условный диаметр частиц, мм	3-4	4-5	14-15	6-7
Насыпная плотность, г/см ³	0,13	0,09	0,04	0,04

Получение нефтяного сорбента на основе пенополиуретана и целлюлозосодержащих отходов проводилось путём смешения компонента А, наполненного растительными отходами, с компонентом Б.

Эластичный пенополиуретан имеет открытую пористую структуру, что закономерно должно увеличить его поглощающую способность. Однако есть опасность, что в насыщенном состоянии такой сорбент будет склонен к затопливанию, что приведет к невозможности его извлечения и к вторичному загрязнению. Повысить его плавучесть в насыщенном состоянии может использование наполнителей с низкой плотностью, какими являются все применяемые отходы.

Для определения нефтеемкости сорбента в пластиковую форму вносили в определенном количестве нефть. Нефтеемкость определяли по разности масс насыщенного и исходного сорбентов через 15, 30, 60, 90 и 120 минут его пребывания в нефти. За нефтеемкость принимали величину максимального насыщения сорбента нефтью, когда кривая зависимости нефтеемкости – времени поглощения выходила на плато.

Как видно из данных рисунков 1 и 2 значительное количество нефти сорбируется в первые 15-20 минут, что характеризует нефтеемкость сорбента. Далее скорость сорбции снижается. Экспозиция образцов в течение времени более, чем 2 часа нецелесообразна, так как кривая сорбции выходит на плато.

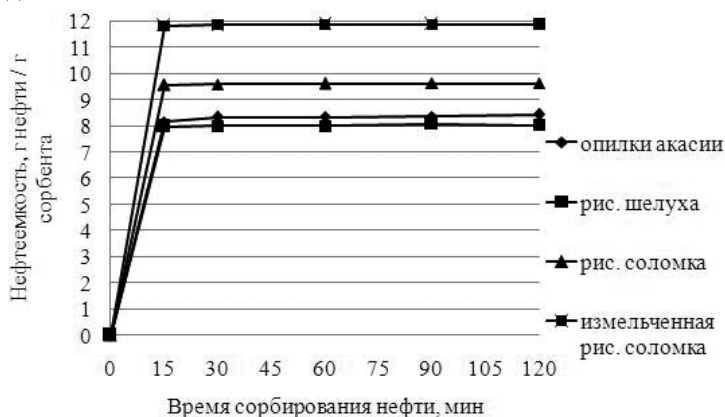


Рис. 1. Влияние времени экспозиции сорбента, изготовленного по рецептуре А (эл.) : Б (ж), в нефти на его нефтеемкость

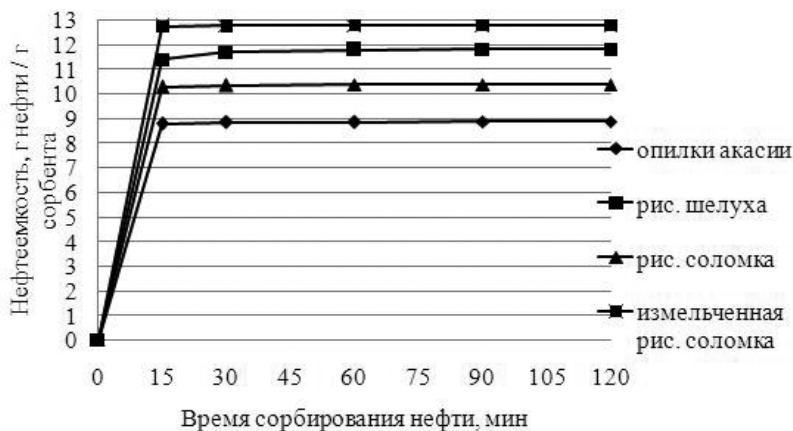


Рис. 2. Влияние времени экспозиции сорбента, изготовленного по рецептуре А (эл.) : Б (эл.), в нефти на его нефтеемкость

Из рисунков 1 и 2 видно, что все сорбенты обладают достаточно высокой нефтеемкостью от 8,2 до 12,8 г/г. Самым эффективным является эластичный сорбент с использованием измельченной рисовой соломки. Его поглощающая способность по отношению к нефти составляет ~ 13г/г.

Таким образом, установлено, что сорбент с использованием растительных отходов проявляет достаточно высокие сорбционные свойства. При этом дополнительно решается проблема квалифицированного использования отходов целлюлозосодержащих производств.

Преимущества полученного сорбента:

- гидрофобный (не впитывает воду) и олеофильный (впитывает масла);
- универсальный сорбент (поглощает нефть и нефтепродукты, минеральные и растительные масла, химпродукты и т.д.); высокий коэффициент рентабельности на поглощенный литр нефтепродукта; не тонет даже в насыщенном (полностью насыщенном) состоянии; обладает сверхскоростной сорбцией;
- легкий в обращении благодаря низкой плотности;
- извлечение поглощенного вещества путем отжима или центрифугирования;
- при сжигании выделяется энергия (свыше 6000 Ккал/кг);
- нетоксичен для человека, водной фауны, животного и растительного мира;
- возможность использования в качестве фильтрующего материала для очистки водных сред от нефти и жидких нефтепродуктов, как на локальных, так и на общезаводских очистных сооружениях, а также для очистки газовых выбросов в атмосферу;
- возможность применения материала сорбента в качестве теплоизоляционного, шумопоглощающего, отделочного и упаковочного материалов;
- изготавливается на основе доступного сырья в любой геометрической форме (в виде плит, гранул, матов, бонгов, подушек и др.) и имеет неограниченный срок хранения.

При использовании сорбента для наполнения бонгов он обладает высоким отношением плавучести к весу, что обеспечивает бонгам хорошие показатели следования профилю волны и удержания нефти. Удобные и легкие в эксплуатации адсорбирующие бонги рассчитаны на непрерывное и многократное использование. Высокая поглощающая способность материала делает бонги с его применением пригодными для поглощения нефти любой вязкости. Бонги могут перевозиться в кузовах грузовых автомобилей или в небольших контейнерах. Бонговые заграждения занимают небольшой объем, их можно хранить на катушках или поддонах, они могут использоваться на реках, протоках и прибрежных морских акваториях со значительным течением;

- быстрота изготовления (2-10 мин) сорбента позволяют создать мобильные заводы с компактным оборудованием на сухопутных, речных морских транспортных средствах для



его производства и использования непосредственно на месте аварийного разлива. Мобильные комплексы могут быть оперативно доставлены в самые труднодоступные районы. Такие комплексы предназначены для эффективной работы на крупномасштабных разливах, когда требуется очень высокая производительность сбора нефти.

Литература

1. Алыков Н.М. Сорбция ароматических аминов и нефти из воды сорбентом ОБР-1 / Н.М. Алыков, С.В. Лобанов, О.А. Менкеев, Кхань Зуй Нгуен // Геология, география и глобальная энергия. - № 1. - 2011. - С. 69-73.
2. Гальблауб О.А. Очистка водных сред от нефтепродуктов модифицированным отходом переработки ячменя: дисс. к.т.н. казан. гос. технол. ун-т. Казань: ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2013. - 125 с.
3. Чикина Н.С. Обеспечение экологической безопасности при разливах углеводородов с помощью сорбента на основе пенополиуретана и шелухи гречихи / Н.С. Чикина, А.В. Мухамедшин, Л.А. Зенитова // Безопасность жизнедеятельности. №. 9. - Казань. - 2008. - С. 49-53.
4. Иванова М.А. Сорбент для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов / М.А. Иванова, Л.А. Зенитова, Н.С. Чикина, Р.Т. Муртазина, В.В. Янов // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: теория и практика. Материалы II Международной научно-практической конференции. Часть II. Казань. - 2011.
5. Иванова М.А. Ликвидация нефтяных загрязнений / М.А. Иванова, Н.С. Чикина, Л.А. Зенитова // Бутлеровские сообщения. № 3. Т. 29. Казань: ФГБОУ ВПО «КНИТУ», - 2012. - С. 1-12.
6. Иванова М.А. Регенерация поглощенных продуктов сорбентом ППУ-ОЗК / М.А. Иванова, Р.Т. Муртазина, Н.С. Чикина, В.В. Янов, Л.А. Зенитова // Бутлеровские сообщения. - № 20. - Т. 28. - Казань. - 2011. - С. 89-93.
7. Иванова М.А. Центрифугирование как способ регенерации поглощённой нефти сорбентом «ГРИНСОРБ» / М.А. Иванова, Р.Т. Муртазина, Л.А. Зенитова // Вестник Казанского технологического университета. № 21. Т. 15. Казань: ФГБОУ ВПО «КНИТУ», - 2012. - С. 127-129.



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ (ЭНЕРГОАУДИТ) ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кафиатуллин Р.Х.,

*ГАУ «Центр энергосберегающих технологий Республики Татарстан
при Кабинете Министров Республики Татарстан», г. Казань*

ENERGY AUDIT (ENERGY) INDUSTRY

Gafiyatullin A. D.

*Center of Energy Saving Technologies of the Republic of Tatarstan under the Cabinet of Ministers of
the Republic of Tatarstan, Kazan*

Аннотация

Статья посвящена об этапам энергоаудита, регрессионном анализе как о первичном представлении о потенциале энергосбережения промышленного предприятия, энергосберегающем мероприятии для насосов с установленной мощностью электродвигателя свыше 1 МВт.

Annotation

The article is devoted to the stages of the energy audit, the regression analysis as the primary idea of the industrial enterprise energy saving potential of energy saving measures for pumps with an installed capacity of over 1 MW electric motor

Цель энергетического аудита

Целью энергетического аудита является обследование потребителей ТЭР с целью установления показателей эффективности их использования и выработки экономически обоснованных мер по их повышению.

Нормативно-правовые акты

1. 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»;
2. Распоряжение Министерства энергетики Российской Федерации от 16 января 2009 №02-011 «О совершенствовании деятельности в области организации проведения энергообследований (энергоаудита)»;
3. Приказом Министерства энергетики РФ от 30 июня 2014 г. № 400 «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования»

Этапы энергоаудита

Целесообразно проводить энергоаудит поэтапно.

1 этап. Преаудит. Общая цель: оценка необходимости проведения.

2 этап. Энергоаудит первого уровня. Общая цель:

- сбор и анализ имеющейся на предприятии информации;
- определение потенциала энергосбережения.
- целесообразности проведения более углубленного обследования.

3 этап. Энергоаудит второго уровня. Общая цель:

- поиск возможности реализации энергосберегающих проектов и оценка их технико-экономической эффективности;
- объединение рекомендаций и технических решений по рациональному - энергопотреблению и энергосбережению;
- подготовка комплексного плана реализации энергосбережения [2], [3].



Потенциал энергосбережения на основе регрессионного анализа

Потенциал энергосбережения это количество ТЭР (в физическом или стоимостном выражении), которое можно сберечь в результате технически и экономически обоснованных мероприятий, направленных на повышение эффективности использования ТЭР, вовлечение в хозяйственный оборот вторичных и возобновляемых источников энергии при условии сохранения или снижения уровня техногенного воздействия на природную среду.

Регрессионный анализ — статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных на зависимую переменную [1]. На рис.1. показаны результаты регрессионного анализа при проведении энергоаудита на одном из предприятий г. Нижнекамска. Цель работы: определить потенциал энергосбережения на этапе предаудита.

**Зависимость потребления электроэнергии, тыс.кВтч от
выпуска продукции, тонн**

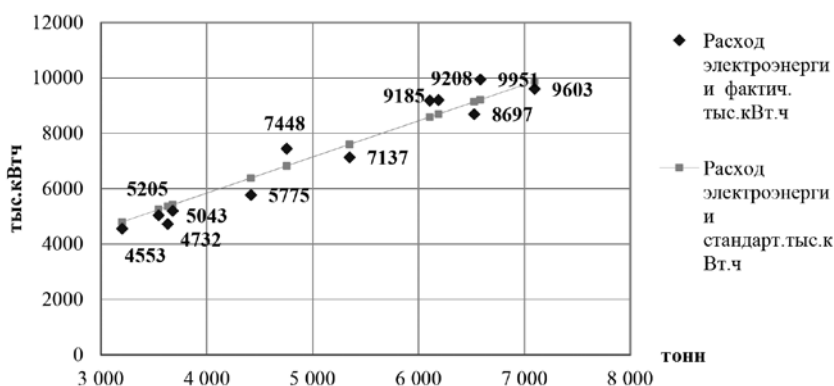


Рис.1. Зависимость потребления электроэнергии, тыс.кВтч от выпуска продукции, тонн

Результаты регрессионного анализа

На рис.1. представлены сведения о выпуске продукции предприятием и связанной с этим расход электроэнергии ежемесячно. Точки на графике – фактический (измеренный) расход электроэнергии при выпуске продукции. Прямая линия – расчетный стандартный расход электроэнергии, жестко связывающий выпуск продукции и расход электроэнергии. По графику (рис.1.), например, при выпуске продукции 6500 тонн месячный расход электроэнергии (при одинаковых погодных и климатических условиях) разный 9951 тыс.кВтч и 8697 тыс.кВтч. Отсюда вычисляется потенциал энергосбережения $(9951 - 8697) \cdot 100 / 9951 = 12,60\%$. Выявление причин потенциала энергосбережения и разработка энергосберегающих мероприятий, обеспечивающих реализацию потенциала, является дальнейшей работой энергоаудиторов на 2-м и 3-м этапах. Регрессионный анализ дает первичное представление о потенциале энергосбережения промышленного предприятия

Энергосберегающее мероприятие

При энергоаудите насосного агрегата в большинстве случаев вычисляется фактический коэффициент полезного действия (к.п.д.) насоса и по его величине определяется износ насоса путем сравнения с паспортным к.п.д. насоса, а значит и нерациональные потери электроэнергии, потребляемая данным насосом, при этом к.п.д. электродвигателя принимается равным паспортному. Замена изношенного насоса или его капитальный ремонт устраняют нерациональные потери электроэнергии. Однако для мощных насосных агрегатов, с установленной мощностью электродвигателя более 1 мВт наряду с к.п.д. насоса на нерациональ-



ные потери электроэнергии влияет фактический к.п.д. электродвигателя. В этом разделе рассматривается энергоаудит электродвигателя СТД-6300 установленной мощностью 6300 кВт с целью определения фактического к.п.д. электродвигателя насосного агрегата. Условие: валы электродвигателя насосного агрегата и насоса должны быть физически расцеплены.

К.п.д. электродвигателя определяется по формуле по данным испытаний и расчетов

$$\eta = (P_{\text{ном}} - \Delta P_{\text{дв}}) / P_{\text{ном}}$$

где η – к.п.д. электродвигателя;

$P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

$\Delta P_{\text{дв}}$ – сумма потерь в электродвигателе, кВт.

Сумма потерь в электродвигателе складывается из следующих составляющих:

$$\Delta P_{\text{дв}} = P_{\text{ст}} + P_{\text{мех}} + P_{\text{доб}} + P_{\text{рот}} + P_{\text{Cu ст.}}$$

где $P_{\text{ст}}$ – потери в стали статора электродвигателя; $P_{\text{мех}}$ – механические потери; $P_{\text{доб}}$ – добавочные потери; $P_{\text{рот}}$ – потери в обмотке ротора; $P_{\text{Cu ст.}}$ – потери в обмотке статора (меди).

Потери в стали и механические потери – постоянные, не зависящие от нагрузки электродвигателя. Их можно определить вычтя из потерь холостого хода потери в обмотке статора. Из результатов измерений среднее значение тока холостого хода $I_{\text{ср}} = 13\text{ А}$, мощность потерь холостого хода $\Delta P_0 = 61\text{ кВт}$. Потери в обмотке статора при холостом ходе составят:

$$P_{\text{Cu ст. хх}} = 3I_{\text{ср}}^2 \cdot R_{75} \cdot 10^{-3} = 0,0022\text{ кВт},$$

где $R_{75} = 0,0189\text{ Ом}$, – приведенное к 75°С сопротивление обмотки статора

Получаем $(P_{\text{ст}} + P_{\text{мех}}) = \Delta P_0 - P_{\text{Cu ст.}} = 60,99\text{ кВт}$.

Потери добавочные $P_{\text{доб}}$ изменяются пропорционально нагрузке. Для электродвигателей их можно принять за 0,9 % от потребляемой мощности (Гумеров А.Г., Гумеров Р.С., Акбердин А.М. Диагностика оборудования нефтеперекачивающих станций. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003.-317 с.).

Для СТД-6300 они составят 52,2 кВт при измеренной мощности 5800 кВт.

Потери в меди обмотки ротора изменяются пропорционально квадрату нагрузки на валу:

$$P_{\text{рот}} = 3I_{\text{воз}}^2 \cdot R_{75} \cdot 10^{-3} = 69,12\text{ кВт},$$

где $I_{\text{воз}} = 222\text{ А}$, – номинальный ток возбудителя,

$R_{75} = 0,4675\text{ Ом}$ – приведенное к 75°С сопротивление обмотки ротора

Потери в меди обмотки статора также изменяются пропорционально квадрату нагрузки на валу, при соединении «звездой» они составят:

$$P_{\text{Cu ст.}} = 3I_{\text{ном}}^2 \cdot R_{75} \cdot 10^{-3} = 27,46\text{ кВт},$$

где $I_{\text{ном}} = 696\text{ А}$, – номинальный ток статора.

Таким образом, суммарные потери в электродвигателе составят: $\Delta P_{\text{дв}} = 209,77\text{ кВт}$.

Определяем фактический коэффициент полезного действия электродвигателя по данным испытаний и расчетов: $\eta = (P_{\text{ном}} - \Delta P_{\text{дв}}) / P_{\text{ном}} = 0,9667$ или в процентах $\eta = 96,67\%$.

По паспортным данным $\eta = 97,6\%$. При этом к.п.д., вычисленный по измеренным данным, ниже паспортного значения на 0,93 %. Это отличие находится в пределах точности трансформаторов тока, напряжения и измерительных приборов. По результатам расчета к.п.д. энергетические характеристики электродвигателя соответствуют паспортным данным. Нерациональные потери, связанные с к.п.д. электродвигателя отсутствуют. В данном случае капитального ремонта электродвигателя не требуется.

Выводы

1. Рекомендуются проводить энергетический аудит в соответствии с 1-3 этапами, опираясь на нормативно-правовые акты.
2. Регрессионный анализ дает первичное представление о потенциале энергосбережения промышленного предприятия.



3. Выявление причин потенциала энергосбережения и разработка энергосберегающих мероприятий, обеспечивающих реализацию потенциала, является дальнейшей работой энергоаудиторов на 2-м и 3-м этапах.

Литература

1. Пособие по курсу «Основы целевого энергетического мониторинга» М. 1997 г. (электронный вариант доступен на сайте enizan.ru/3.pdf).
2. Я.М. Щелоков, Н.И. Данилов Энергетическое обследование: справочное издание: В 2-х томах. Том 1. Теплоэнергетика. Екатеринбург: 2011. 264 с.
3. Я.М. Щелоков Энергетическое обследование: справочное издание: В 2-х томах. Том 2. Электротехника. Екатеринбург: 2011. 150 с.



ВНЕДРЕНИЕ УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОФИСНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Софьина А.А., Бородина С.М.,

ФГБОУ ВПО «Казанский Государственный Энергетический Университет», г. Казань

APPLICATION OF THE SMART TECHNIQUES TO THE OFFICE PREMISES

Sofina A. A., Borodina S. M.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Комфорт всегда был одним из двигателей прогресса, заставляя человеческую мысль изобретать все новые и новые приспособления для облегчения собственной жизни. В данной статье рассмотрены проблемы организации офисных помещений. Представлен вариант решения данной проблемы, путем внедрения умных технологий.

Annotation

Comfort has always been one of the engines of progress insisting human thought to invent more and more new devices for making own life easier. The problems of organization of the office premises are considered in this article. The version of the solution of this problem with application of smart techniques is presented here.

Современный офис – это не только служебное помещение с мебелью и техническим оборудованием, но и пространство, в котором человек проводит значительную часть своего времени. В современных офисах проблемой являются некомфортные условия труда, которые влекут за собой снижение производительности труда сотрудников, увеличение числа пропусков работы по болезни и, соответственно, снижение прибыли.

Чтобы коллектив работал безотказно, как слаженный механизм, нужны соответствующие условия для работы. Для этого создается умный офис. Умный офис- это автоматизированная система управления, которая обеспечивает управление освещением, шторами, климатом, системами безопасности, аудио и видеоаппаратурой, повышая комфорт, безопасность и обеспечивая дополнительную экономию ресурсов. Рассмотрим каждую из систем в отдельности. [1]

Управление освещением включает в себя следующие функции:

- Включение/отключение света из любого помещения офиса при неограниченном количестве светильников в помещениях;
- Регулирование яркости свечения ламп;
- Воспроизведение заранее заданных световых сценариев (в зависимости от присутствия в помещении человека, времени суток, года, освещенности);
- Обеспечение энергосберегающего режима освещения. [2]

Работа систем освещения в помещениях подчинена различным кнопочным выключателям, кнопочным панелям, оснащенным микроконтроллером, и сенсорным панелям. Также каждая клавиша выключателя программируется для выполнения набора функций, задавая режимы: «Рабочий день», «Все ушли» и др. Автоматический режим работы системы освещения осуществляется с помощью различных датчиков, наружных и внутренних, и таймеров для программируемого включения и выключения светильников в заданное время.

Интеллектуальное управление светом значительно экономит энергоресурсы. Они могут быть перераспределены в пользу самого энергопотребляющего на данный момент оборудования. Помимо функции снижения пиковой нагрузки, это увеличивает ресурс работы светильников.

Система управления климатом используется для поддержания и изменения параметров температуры, влажности и циркуляции свежего воздуха снаружи и внутри помещений. Работу системы обеспечивает набор различных средств: приточная вентиляция, кондиционеры, электрическое или водяное отопление. Опция климат-контроля позволит сотрудникам



управлять температурой в офисе с одного выключателя – система сама будет управлять отоплением, кондиционером или теплым полом.

Для управления параметрами используются разнообразные датчики, фиксирующие текущее состояние климата в офисе, переключатели и панели. Последние применяются для установления режима работы климатических систем и для отображения полученных показателей. Можно настроить индивидуальный климат для каждого помещения.

Система безопасности умного офиса включает в себя: охранную и пожарную сигнализацию, контроль доступа, видеонаблюдение и т.д.

Текущее состояние охраняемых зон контролируют проводные и беспроводные датчики (например, датчики окон, дверей, движения, задымленности). В зависимости от типа сигнала они вызывают соответствующую реакцию управляющей системы. Если датчик фиксирует угрозу возникновения пожара, система принимает решение отключить электро-энергию, посылая сообщение на пульт охраны. В случае несанкционированного вторжения, система также передает тревожный сигнал на пульт охраны, включает звуковую и световую сигнализацию.

Мультирум – система многозонального распределения аудио- и видеосигналов. Она позволяет слушать музыку в любом помещении или на улице независимо от местонахождения источника звука (которым может быть спутниковый ресивер, CD, DVD-проигрыватель, FM-тюнер, камеры видеонаблюдения, видеодомофон). Количество как зон, так и источников сигнала может быть не ограничено. [3]

Управление системой осуществляется с помощью стационарных (настенных и настольных) кнопочных панелей, пульта ДУ или сенсорных панелей. Они помогают управлять параметрами источника сигнала из каждой зоны. Главное достоинство мультирум, что вся аппаратура сосредоточена только в одном месте, а во всех остальных помещениях – встроенные в потолок или стены динамики.

Системы мультирум позволяют производить:

- включение любого источника сигнала и его дублирование при необходимости по зонам;
- переключение на нужную программу;
- регулирование громкости;
- трансляцию голосовых сообщений об аварийных ситуациях;
- подключение пейджинга (общее оповещение). [3]

В системе «Умный офис» управление освещением, климатом, безопасностью и мульти-медиа может осуществляться с помощью цветного сенсорного экрана в стене, выключателей и переносного пульта. Функционирование всей системы (независимо от масштабов) полностью зависит от управляющего устройства – контроллера Logo компании Siemens. Данный контроллер прост в использовании, многофункционален и при этом надежен.

Внедрение рассмотренной системы позволяет снизить расходы на поддержку офиса, экономно использовать ресурсы, легко и удобно управлять всем оборудованием. Срок окупаемости системы колеблется от 5 до 15 лет и зависит от динамики цен на энергоносители, роста заработной платы персонала, особенностей здания и многих других факторов.

Литература

1. Норенков И. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. – М.: Высшая школа, 1980. – 311 с. - К 150-летию МВТУ им. Н.Э. Баумана.
2. Вернер Х. Умный дом. – М.: Техносфера, 2006.
3. Сайт компании Grand Smart Home [Электронный ресурс]; // URL: <http://www.re-e.ru/office/> (дата обращения: 26.01.2016)



ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЕ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ ОАО «ТАНЭКО»

*Долгова А.Н., Казанков А.А.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань*

ENERGY-SAVING MEASURES FOR THE INSTALLATION OF ELEMENTAL SULFUR JSC «TANECO»

*Dolgova A.N., Kazankov A.A.,
Kazan state energy University, Kazan*

Аннотация

Рассмотрены контактные устройства насадочных теплообменных аппаратов. Показаны экспериментальные данные гидродинамических режимов работы насадочной колонны с насадкой «Инжехим» на лабораторном стенде кафедры ЭЭ ФГБОУ ВПО «КГЭУ». Показано сравнение различных насадочных контактных устройств. Рассмотрены пути энергосбережения на установки получения элементарной серы ОАО «Танеко».

Annotation

Considered contact devices packed heat and mass transfer devices. Showing experimental data of hydrodynamic modes of a packed column with SADC «Inzhekhim» on a laboratory bench of the department EE VPO «KSPEU». It shows a comparison of the different contact devices orifice. Ways of-ECONOMY at JSC «TANECO» unit for production of elemental sulfur.

Насадочные аппараты представляют собой вертикальные цилиндрические колонны, заполненные твердой насадкой, которая должна обеспечивать наибольшую поверхность контакта фаз и максимальную интенсивность процесса при наименьшем гидравлическом сопротивлении. В качестве насадок используют твердые тела различной формы, изготовленные в зависимости от коррозионных свойств обрабатываемых сред из керамики, металла, полипропилена, полиэтилена (рис.1).

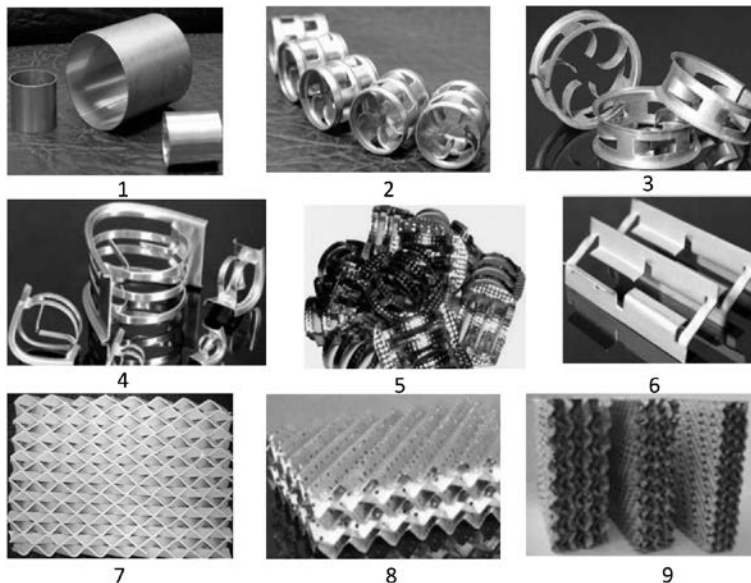


Рис. 1. Насадочные тела: 1 - кольца Рашига; 2 - кольца Палля; 3 - каскадные кольца; 4 - седловые насадки; 5 - «Инжехим» с шероховатой поверхностью; 6 - решетчатая насадка; 7 - керамическая структурированная насадка; 8, 9 - гофрированная металлическая насадка



Основными конструктивными характеристиками насадок являются удельная поверхность и свободный объем. Для эффективной работы насадки она должна хорошо смачиваться орошающей жидкостью, создавать небольшое гидравлическое сопротивление, равномерно распределять орошающую жидкость по поверхности насадки, быть стойкой к агрессивным средам, обладать высокой механической прочностью, обладать низкой стоимостью. Насадок, которые обладали бы всеми выше перечисленными свойствами нет, этим объясняется большое количество разнообразных насадок, которые используются в промышленности в том или ином случае в зависимости от процесса [1,2].

Большое распространение в промышленности получили кольца Рашига (рис. 1) из-за простого изготовления и низкой стоимости. В сравнении с кольцами Рашига кольца Палля обладают лучшей пропускной способностью и более низким гидравлическим сопротивлением, имеют лучшую эффективность разделения и степень смачивания за счёт перфорированной структуры [3].

Насадка «Инжехим» с шероховатой поверхностью обладает хорошей производительностью и малым гидравлическим сопротивлением, способна работать с загрязненными средами. Поверхность листа подвергнута специальной обработке, улучшающей растекание жидкости по насадке.

Решетчатая насадка (рис. 1) имеет низкое жидкостное сопротивление и соответственно короткое время пребывания жидкости. В основном обеспечивает высокую производительность, низкий перепад давления и сопротивление к грязи (пыли, смоле и др.) [1, 2].

Сотрудниками кафедры «Энергообеспечение предприятий и энергоресурсосберегающих технологий» разработан стенд для проведения лабораторных исследований гидродинамических режимов работы насадочных контактных устройств. Установка состоит из смонтированной на стенде прозрачной колонны 1 наружным диаметром 0,1 м и толщиной стенки 0,0005 м. В колонне на нижней сетке 7 находится слой насадки 2. Воздух, подаваемый воздушодувкой 6, направляется под нижнюю сетку, проходит через слой насадки и выбрасывается в атмосферу. Расход воздуха определяется при помощи диафрагмы 5. Регулирование расхода воздуха осуществляется при помощи регулятора напряжений (ЛАТРа) 3, меняющего обороты электродвигателя воздушодувки. Насос 4 подает воду из бака 9 в верхнюю часть колонны, далее вода проходит через насадочный слой и вновь сливается в бак. Вентиль 10 служит для регулирования расхода воды. Датчики 12 служат для измерения температуры сред (жидкость, газ) на входе и выходе из колонны, значения которых высвечиваются на щите 8. Кроме того на щите 8 отображаются значения объемного расхода жидкости 18 и газа 14, проходящего через колонну, а так же перепад давления 15, возникающий в колонне [1].

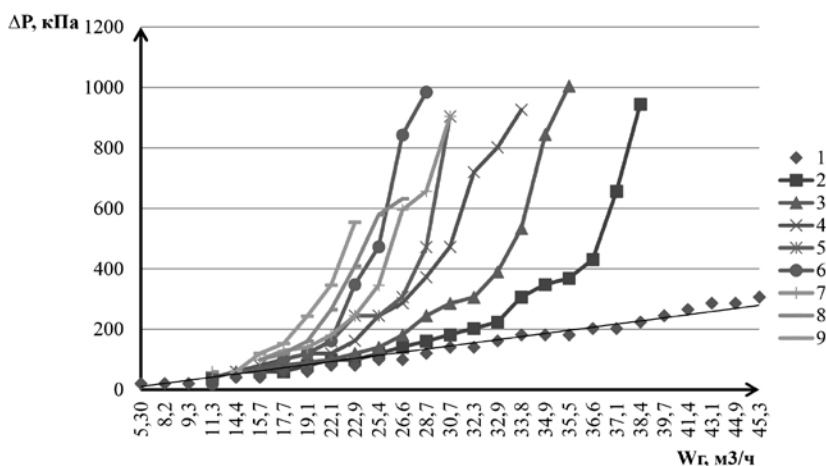


Рис. 2. Зависимость гидравлического сопротивления насадки от скорости газа в колонне при постоянной плотности орошения: 1 - сухая насадка ($q=0$ л/ч); 2-9 - орошаемая насадка; 2 - $q=50$ л/ч; 3 - $q=85$ л/ч; 4 - $q=115$ л/ч; 5 - $q=150$ л/ч; 6 - $q=180$ л/ч; 7 - $q=210$ л/ч; 8 - $q=255$ л/ч; 9 - $q=280$ л/ч



Проведены экспериментальные исследования гидродинамических режимов работы насадки «Инжехим». Зависимость гидравлического сопротивления насадки от скорости газа в колонне при постоянной плотности орошения показана на рисунке 2.

Для совместной оценки гидродинамических и массообменных характеристик контактных устройств использовался энергетический коэффициент. Проведенные исследования регулярных и нерегулярных насадочных контактных устройств теплообменных аппаратов показывают (рис. 3, 4), что наиболее эффективными насадочными контактными устройствами являются регулярная рулонная насадка «Инжехим» и нерегулярная насадка «Инжехим» [4].

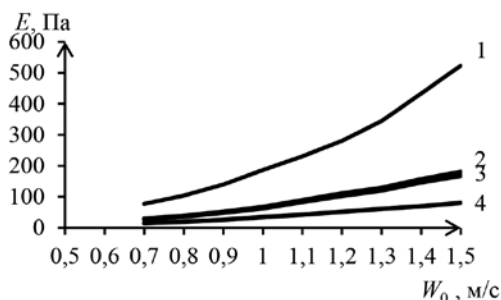


Рис. 3. Зависимость коэффициента E от скорости газа, при плотности орошения $q=40(\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}))$, $d_3 = 0,03 \text{ м}$, абсорбция аммиака водой: 1 – стальные кольца Рашига 50×50; 2 – кольца Zulzer C-Ring No.2.5; 3 – стальные кольца Палля 50×50; 4 – насадка «Инжехим»

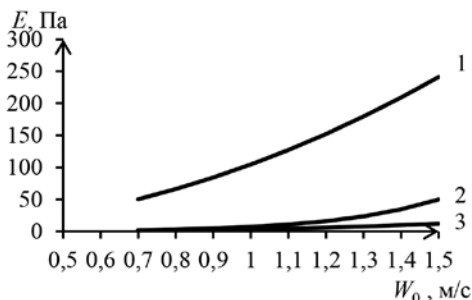


Рис. 4. Зависимость коэффициента E от скорости газа, при плотности орошения $q=10(\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}))$, абсорбция аммиака водой: 1 – стальные кольца Рашига 50×50; 2 – регулярная насадка Mellapak фирмы «Zulzer Chemtech» 125Y; 3 – регулярная рулонная насадка «Инжехим»

Производство элементарной серы на ОАО «ТАНЕКО» состоит из установок абсорбции и регенерации аминов, отпарки кислых стоков, а также узлов, хранения, гранулирования и отгрузки серы. Важное значение для обеспечения энергетической безопасности на данном предприятии имеет безаварийная работа и техногенная безопасность промышленных объектов. Один из главных факторов риска – высокая изношенность технологического оборудования, и устаревшие способы абсорбционной очистки газа. На рисунке 5 показана принципиальная схема аминовой очистки газа.

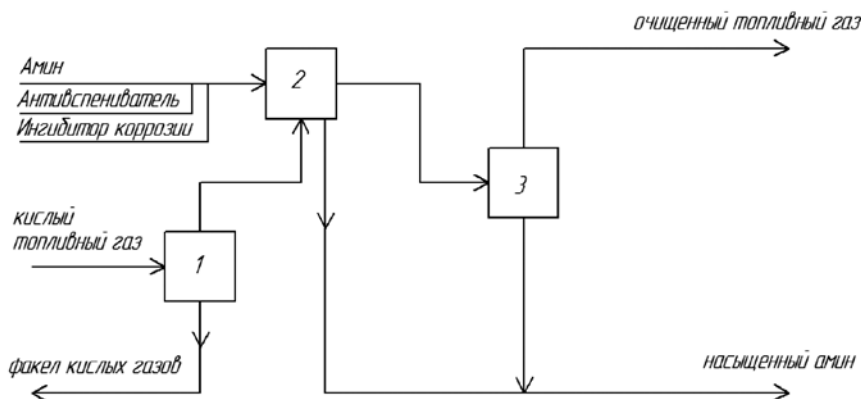


Рис.5. Принципиальная схема аминовой очистки газа: 1-сепаратор; 2-абсорбер; 3-рефлюксная емкость

Повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции и снижение энергозатрат возможно двумя путями: разработкой новых технологий и аппаратного оформления технологического процесса или модернизацией действующих установок и производств. Второй



путь характеризуется меньшими материальными затратами и сроками выполнения работ.

В связи с этим исследование и использование на установках предприятия получения серы новых энергосберегающих контактных устройств является актуальным. Модернизация контактных устройств в установках производства на более эффективные, например, на «Инжехим», позволит снизить энергозатраты в несколько раз.

Литература

1. А.Р. Хайруллин, А.А. Синявин, А.И. Хайбуллина, Д.А. Мусаева Тепломассообменное оборудование предприятий: Метод. указания к лабораторным работам. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2014. – 71 с.
2. Лаптев А.Г. Основы расчета и модернизация тепломассообменных установок в нефтехимии: монография / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов, Н.Г. Минеев. – Казань: КГЭУ, 2010. – 574 с.
3. .Кольца Рашига RING -R [Электронный ресурс]. – // http://www.bts.net.ua/column/packings/packing_rasching/ring_rashig.
4. Долгова А.Н. Энергосбережение на установках осушки и разделения углеводородных газов предприятий ТЭК: дисс. канд. техн. наук: Казань, КГЭУ, 2013. – 193 с.



МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ОПОР НА СПЕЦИАЛЬНОМ СТЕНДЕ ИС-1

Сабитов Л.С.,

ООО Инженерный центр «Энергопрогресс», г. Казань

THE METHODOLOGY AND RESULTS OF THE TEST SUPPORTS AT THE SPECIAL STAND IS-1

Sabitov L.S.,

Engineering Center «EnergoProgress» LLC, Kazan

Аннотация

Авторами предлагается новый способ испытаний различных видов опор (ЛЭП, контактных сетей электрического транспорта, освещения и т.д.), траверс и их фундаментов из трубчатых стержней (патент РФ №2554285). Реализация методики осуществляется на специальном стенде ИС-1, который прошел аттестацию в Центре стандартизации и метрологии-Татарстан (ЦСМ-Татарстан). Испытания, проведенные на примере различных типов опор (ОГК-7, трубчатых фундаментов), показали хорошую сходимость результатов экспериментальных и численных исследований их несущей способности.

Annotation

The authors proposed a new method of testing of various types of poles (power lines, contact networks, electric vehicles, lighting, etc), and traverse their foundations from tubular rods (RF patent No. 2554285). Implementation of the methodology is performed on a special stand IP-1 certified by the Center of standardization and Metrology, Tatarstan (FMC-RT). Tests conducted on different types of supports (OGC-7, tubular foundations), showed good agreement with the results of experimental and numerical studies of their carrying capacity.

При изготовлении новых типов опор у заводов-изготовителей и электросетевых компаний существует необходимость в определении фактической их несущей способности [1, 2]. Эти испытания масштабные и трудоемкие, моделирование нагрузок порой сводится в одну силу на конце опоры, что очень сильно влияет на достоверность полученных результатов. С целью уменьшения трудоемкости и повышения точности выполнения натурных испытаний по заказу завода ООО «Альфа-ТЕХ» была разработана новая методика испытаний опор, которая позволяет наиболее точно смоделировать действующие нагрузки и обеспечить простоту загрузений в процессе испытания опор [3].

Испытания опор осуществляются в горизонтальном положении на специальном стенде ИС-1 (рис.1) в натуральную величину [4]. Целью испытания опоры является определение ее фактической несущей способности и жесткости и определение соотношения этих параметров с теоретическими результатами расчета [5].

Для испытания отбираются серийно изготавливаемые опоры. Для них визуально осуществляется инструментальное обследование. По результатам обследования устанавливаются фактические геометрические параметры. Класс стали определяется по сертификатам на поставку металла, а в случае их отсутствия – по результатам испытания стандартных образцов. Для испытываемой опоры из проектных данных определяются действующие нагрузки, усилия, напряжения и прогибы. В случае отсутствия этих данных выполняется расчет несущей способности и прогибов на эксплуатационные нагрузки.

При наличии сосредоточенной экспериментальной нагрузки (F) и неравномерной распределенной нагрузки на участке b величина сосредоточенной экспериментальной нагрузки равна:

$$P_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} b + F \quad (1)$$



После установления шага приложения экспериментальной нагрузки выполняется статический расчет опоры на данные нагрузки. Из равенства опорных изгибающих моментов, от фактической и экспериментальной нагрузки определяют уточняющие значения экспериментальных нагрузок, например P_1 и P_2 .

Зная значение сосредоточенных нагрузок, определяем значение усилия в тросе (груза на платформе).

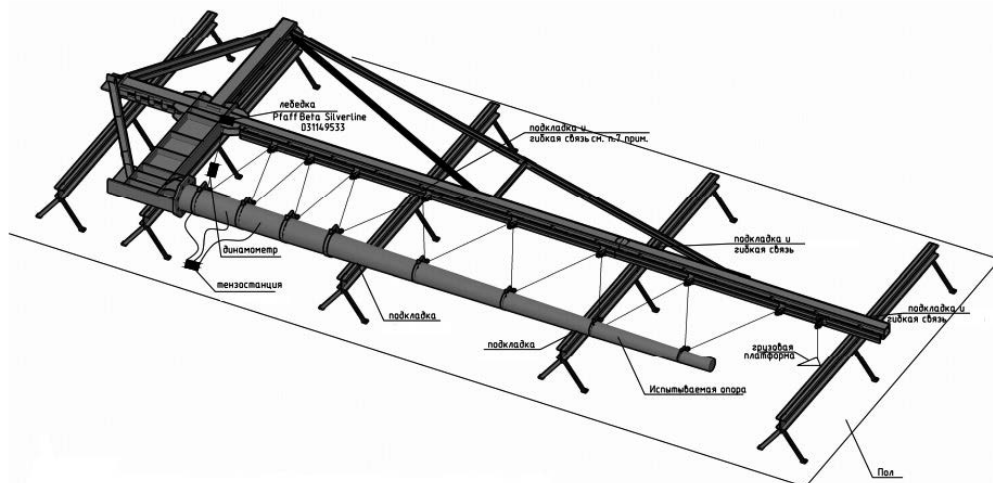


Рис. 1. Общий вид испытательного стенда ИС-1

$$N = \frac{P}{2 \times \cos \alpha} \quad (2)$$

где α – угол наклона ветви троса.

Для моделирования нагрузки от собственной массы опоры часть блоков (3 – 4 шт.) на стенде устанавливаются несимметрично относительно блока, расположенного на опоре, а именно значение $s > d/2$, что определяется дополнительным расчетом.

Опора укладывается в горизонтальное положение на направляющие стенда (рис. 1) и закрепляется через ее фланец к фланцу стенда при помощи проектных болтов. На опоре и стенде устанавливается расчетное число блоков (от 6 до 12 шт.), которые объединяются стальным тросом. При этом один конец троса проходит через динамометр и лебедку, прикрепленную к основанию конструкции стенда, а другой конец троса прикреплен к грузовой платформе. Загружение осуществляется этапами величиной $0.2 \cdot N$, где N – величина расчетного усилия в тросе. После приложения нагрузки при помощи лебедки осуществляется выбор троса для выравнивания усилия в нем, что отслеживается по показаниям динамометра. После выравнивания усилия нагрузка выдерживается в течение 15 мин, после чего считываются показания прогибомеров и тензодатчиков. Испытания ведутся до признаков истощения несущей способности или достижения предельных прогибов.

Критерий годности опоры

Испытание опоры экспериментальной нагрузкой считается положительным, если:

- при приложении расчетной экспериментальной нагрузки и ее выдержке не произошло разрушения стержня опоры и ее узлов, а прогибы не увеличивались при выдержке нагрузки. Напряжения по показаниям тензодатчиков не превышают расчетного сопротивления стали опоры;
- разрушение опоры (отсутствие стабилизации прогибов, местная потеря устойчивости, разрывы сварных швов) происходит при нагрузке, превышающей экспериментальную более, чем в 1,25 раза;



• при приложении нормативной нагрузки прогиб вершины опоры не превысил предельного значения, равного $1/100 \cdot H$, где H – высота опоры.

Рассмотрим опору ОГК-7 и приведем определение эквивалентной нагрузки на опору при действии сосредоточенной силы и равномерно распределенной нагрузки. Геометрические параметры к расчету приведены на рис.2.

Принцип получения стендовой нагрузки состоит в следующем:

- нагрузки q_1, q_2, q_3 приводятся к стендовой нагрузке P , расположенной с шагом a ;
- усилие F прикладывается с помощью равнодействующего усилия от двух блоков, расположенных на расстоянии $2f$ друг от друга при расположении отметки приложения силы F равноудаленно на расстоянии f между этими двумя блоками.

Определение усилия в тросе (грузового балласта в платформе) при 4 блоках, заменяющих локальное усилие, необходимо производить по формуле:

$$N = \frac{F}{8 \times \cos \alpha} \quad (3)$$

$$\text{где } \cos \alpha = \frac{h}{\sqrt{f^2 + 4 + h^2}}.$$

Момент, в заделке заменяющий погонную ветровую нагрузку, определяется по формуле:

$$M_{M2} = \frac{1}{6} \left[(q_1 + 2q_2)c^2 + (q_2 + 2q_3)b^2 + 3(q_2 + q_3)bc \right] \quad (4)$$

Шаг расстановки блоков равен:

$$a = \frac{8hM_{M2}}{\sqrt{F^2(f^2 + h^2)(n^2 + n)^2 - 16M_{M2}^2}} \quad (5)$$

Метод был апробирован на металлической многогранной опоре ОГК-7. Геометрические характеристики представлены в таблице 1.

Натурному обследованию предшествовал теоретический расчет программного продукта Autodesk Simulation, в котором была смоделирована опора ОГК-7 и исследованы зоны, которые являются наиболее напряженными (рис.2).

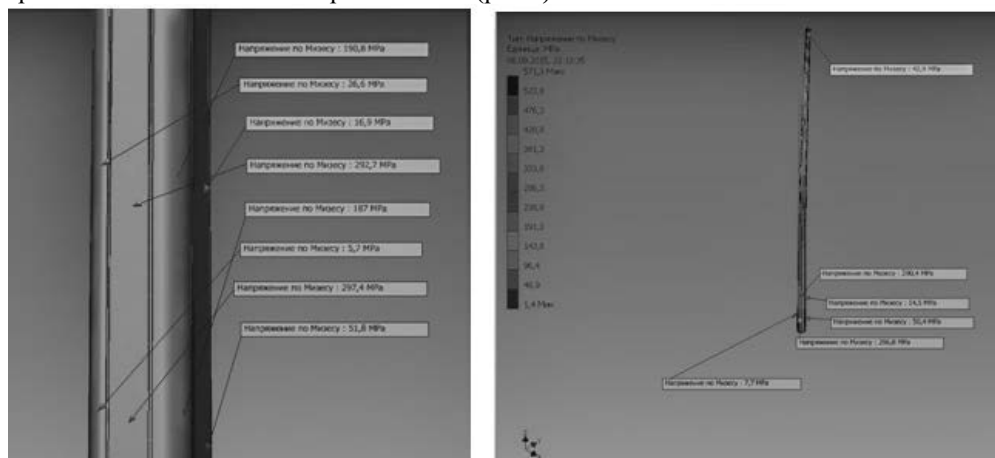


Рис. 2. Моделирование механических нагрузок на опоре ОГК-7 на Autodesk Simulation

Для получения данных о напряженно-деформированном состоянии (НДС) при натурном испытании на стенде ИС-1 был использован автоматический электронный измеритель деформаций АИД-4. Нагрузки на опору прикладывались мерными грузами через грузовую площадку (рис.3). Тензорезисторные датчики на опоре ОГК-7 были установлены в пиках напряжений согласно изополям напряжений, полученным численно в программном



комплексе Autodesk Simulation. Сравнение результатов экспериментальных и численных исследований представлены в таблице 1. При сравнении результатов показаний установлена сходимость результатов до 7%.

Таблица 1

Сравнение результатов испытания опоры ОГК-7

№ точки испы- тания	Напряжение по Мизесу при результирующей нагрузке, МПа									
	Результаты моделирования в Autodesk Simulation					Результаты испытания на стенде ИС-1				
	50	100	150	200	250	50	100	150	200	250
1	75	113,6	152,1	190,8	229,4	72	100	148	182,3	225,4
2	10,7	16	21,2	26,6	31,9	10	14	18,9	25,6	29,9
3	7,1	10,3	13,6	16,9	20,9	7	9,8	13,01	15,4	18,1
4	115,7	174,7	233,7	287,7	351,7	103	165	220	274,3	349,5
5	75,2	112,4	149,7	187	224,3	72	111	139,6	187	220,8
6	3,2	4,1	4,9	5,7	6,6	3,3	3,8	5,01	5,8	6,8
7	120	179,1	238,3	297,4	356,5	105	165	220,5	280	338
8	21,1	31,3	41,5	51,8	62	20	29,7	38,2	48,8	58,9

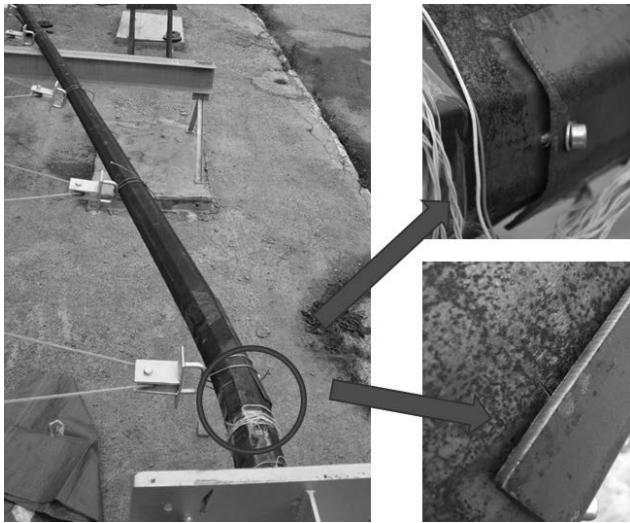


Рис. 3. Характер разрушения опоры ОГК-7

Заключение

1. Выполненные исследования показали, что предлагаемая методика испытания опор позволяет наиболее точно смоделировать действующие на неё нагрузки и обеспечить простоту загрузений в процессе испытания.

2. Проведенные испытания серийной опоры ОГК-7 высотой 7 м по предложенной методике на специально изготовленном стенде ИС-1 показали хорошую сходимость теоретических значений напряжений и деформаций с экспериментальными. Значения указанных параметров отличались не более 7%.



Литература

1. Кузнецов И.Л., Сабитов Л.С., Исаев А.В. «Конструкции с соединениями стальных труб разного диаметра» Монография / Казань: КГАСУ, 2012.123с.
2. Гатиятов И.З., Хамидуллин И.Н., Сабитов Л.С., Кузнецов И.Л. «Исследование напряженно-деформированного состояния опор контактных сетей электрического транспорта» Энергетика Татарстана. 2015. № 2 (38). С. 57 – 62.
3. Кузнецов И.Л., Гимранов Л.Р., Сабитов Л.С. Разработка конструкций стенда и методики испытаний стальных многогранных опор (Х.д. № 22/6 – 13 с ООО «Альфа-ТЕХ») ФГОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», Казань 2013.
4. Патент РФ №2554285 от 01.11.2013. МПК. G01 М 5/00 Способ испытания опор. Кузнецов И.Л., Гимранов Л.Р., Сабитов Л.С., Опубл. 27.06.2015. Бюл.№ 18.
5. Сабитов Л.С., Кузнецов И.Л., Гатиятов И.З. «Экспериментальные исследования узлов соединения труб разного диаметра в опорах контактных сетей электротранспорта» / Вестник гражданских инженеров. 2014. № 6(47).С. 90-95.



ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ГРАДИЕНТНЫМ МЕТОДОМ

*Афанасьев А.Ю., Макаров В.Г., Яковлев Ю.А., Ханнанова В.Н.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г.Казань*

IDENTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THREE PHASE INDUCTION MOTOR WITH CONTINUOUS GRADIENT METHOD

*Afanasyev A.J., Makarov V.G., Yakovlev Y.A., Khannanova V.N.,
Kazan National Research Technological University, Kazan*

Аннотация

Для эффективного управления асинхронным двигателем, работающим в составе частотно-регулируемого электропривода, необходимо располагать информацией о текущих значениях параметров схемы замещения фазы и нагрузки. Эти параметры в процессе функционирования электропривода могут изменяться в силу многих причин, например, нагрев и охлаждение обмоток, изменение состояния магнитной цепи и др.

На основе непрерывного градиентного метода поиска минимума функции разработан алгоритм идентификации параметров трехфазного асинхронного двигателя и структурная схема устройства идентификации параметров. Показано, что устройство идентификации может быть реализовано на простых элементах, таких как сумматоры, интеграторы и перемножители.

Компьютерное моделирование подтвердило работоспособность, эффективность, устойчивость и высокую точность предложенного алгоритма идентификации параметров трехфазного асинхронного двигателя.

Annotation

To effectively control the asynchronous motor operating as part of a variable frequency drive, it is necessary to have information on the current values of the parameters of the phase equivalent circuit and the load. These parameters during operation of the drive may vary due to many reasons, for example, heating and cooling coils, by altering the magnetic circuit, and others.

On the basis of the continuous gradient method of finding the minimum functions developed algorithm of parameter identification of three-phase induction motor and a block diagram of the device identification parameters. Shown that the device identification can be realized using simple components such as multiplier, adders and integrators.

Computer simulation confirmed the efficiency, effectiveness, stability and high accuracy of the proposed algorithm parameters identification of three-phase induction motor.

При построении алгоритмов управления частотно-регулируемого электропривода с асинхронным двигателем (АД) широко используется математическое описание обобщенной электрической машины (ОЭМ). При этом оценке подлежат следующие параметры ОЭМ: активные сопротивления фаз обмоток статора R_1 и ротора L_1 , индуктивности фаз обмоток статора L_1 и ротора J_Σ , взаимная индуктивность J_Σ , суммарный момент инерции подвижных частей J_Σ и статический момент M_c .

Система уравнений ОЭМ, записанная при условии, что все параметры являются истинными, будет иметь вид:

$$\begin{cases} u_{1d} = R_{10}i_{1d} + L_{10}\dot{i}_{1d} + M_{m0}\dot{i}_{2d} - \omega_1(L_{10}i_{1q} + M_{m0}i_{2q}); \\ u_{1q} = R_{10}i_{1q} + L_{10}\dot{i}_{1q} + M_{m0}\dot{i}_{2q} + \omega_1(L_{10}i_{1d} + M_{m0}i_{2d}); \\ 0 = R_{20}i_{2d} + L_{20}\dot{i}_{2d} + M_{m0}\dot{i}_{1d} - \omega_2(L_{20}i_{2q} + M_{m0}i_{1q}); \\ 0 = R_{20}i_{2q} + L_{20}\dot{i}_{2q} + M_{m0}\dot{i}_{1q} + \omega_2(L_{20}i_{2d} + M_{m0}i_{1d}); \\ J_{\Sigma 0}\dot{\omega} = p_n(M_{m0}(i_{2d}i_{1q} - i_{2q}i_{1d}) - M_{c0}), \end{cases} \quad (1)$$



где ω_1 – частота вращения системы координат d, q ; ω_2 – частота скольжения ($\omega_2 = \omega_1 - \omega$); ω – частота вращения ротора, эл. рад/с; $\dot{\omega}$ – производная частоты вращения ротора (угловое ускорение); i_{2d}, i_{2q} – токи фаз обмотки ротора ОЭМ; p_π – число пар полюсов; индексами $_o$ обозначены истинные значения параметров.

Токи короткозамкнутого ротора не подлежат непосредственному измерению, поэтому значения токов ротора i_{2d}, i_{2q} необходимо восстанавливать на основании сигналов потокоцеплений, поступающих от датчиков Холла,

Для восстановления токов i_{2d}, i_{2q} воспользуемся выражениями:

$$i_{2d} = \frac{\Psi_d}{M_m} - i_{1d}; \quad i_{2q} = \frac{\Psi_q}{M_m} - i_{1q}, \quad (2)$$

Непрерывный градиентный метод идентификации предполагает выбор одной или нескольких определенно-положительных функций от невязок уравнений электропривода и изменение оценок параметров со скоростями, пропорциональными частным производным от этих функций по параметрам подлежащим оценке [1-5].

Оценки параметров условимся обозначать $R_1, L_1, R_2, L_2, M_m, J_\Sigma$ и M_c . В случае идеальном оценки и истинные значения параметров должны совпадать, однако оценки в произвольный момент времени отличаются от истинных значений параметров. В связи с этим появляются отклонения, именуемые невязками:

$$\begin{cases} \Delta u_{1d} = R_1 i_{1d} + L_1 \dot{i}_{1d} + M_m \dot{i}_{2d} - \omega_1 (L_1 i_{1q} + M_m i_{2q}) - u_{1d}; \\ \Delta u_{1q} = R_1 i_{1q} + L_1 \dot{i}_{1q} + M_m \dot{i}_{2q} + \omega_1 (L_1 i_{1d} + M_m i_{2d}) - u_{1q}; \\ \Delta u_{2d} = R_2 i_{2d} + L_2 \dot{i}_{2d} + M_m \dot{i}_{1d} - \omega_2 (L_2 i_{2q} + M_m i_{1q}); \\ \Delta u_{2q} = R_2 i_{2q} + L_2 \dot{i}_{2q} + M_m \dot{i}_{1q} + \omega_2 (L_2 i_{2d} + M_m i_{1d}); \\ \Delta M = J_\Sigma \dot{\omega} + p_\gamma M_c - p_\gamma^2 M_m (i_{2d} i_{1q} - i_{2q} i_{1d}). \end{cases} \quad (3)$$

Введем функции невязок

$$V_{u_1} = \frac{1}{2} [(\Delta u_{1d})^2 + (\Delta u_{1q})^2]; \quad V_{u_2} = \frac{1}{2} [(\Delta u_{2d})^2 + (\Delta u_{2q})^2]; \quad V_M = \frac{1}{2} (\Delta M)^2.$$

Невязки в процессе идентификации должны стремиться к нулю, а функции невязок должны быть минимизированы.

Составим систему дифференциальных уравнений относительно оценок параметров согласно непрерывному градиентному методу поиска минимума функции или, иначе говоря, определим скорости изменения оценок параметров:

$$\frac{dR_1}{dt} = -\mu_{R_1} \frac{\partial V_{u_1}}{\partial R_1} = -\mu_{R_1} [\Delta u_{1d} i_{1d} + \Delta u_{1q} i_{1q}], \quad (4)$$

$$\frac{dL_1}{dt} = -\mu_{L_1} \frac{\partial V_{u_1}}{\partial L_1} = -\mu_{L_1} [\Delta u_{1d} \dot{i}_{1d} + \Delta u_{1q} \dot{i}_{1q}], \quad (5)$$

$$\frac{dR_2}{dt} = -\mu_{R_2} \frac{\partial V_{u_2}}{\partial R_2} = -\mu_{R_2} [\Delta u_{2d} i_{2d} + \Delta u_{2q} i_{2q}], \quad (6)$$

$$\frac{dL_2}{dt} = -\mu_{L_2} \frac{\partial V_{u_2}}{\partial L_2} = -\mu_{L_2} [\Delta u_{2d} \dot{i}_{2d} + \Delta u_{2q} \dot{i}_{2q}], \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{dM_m}{dt} = -\mu_{M_m} \left[\frac{\partial V_{u_1}}{\partial M_m} + \frac{\partial V_{u_2}}{\partial M_m} + \lambda \frac{\partial V_M}{\partial M_m} \right] = -\mu_{M_m} \left[\Delta u_{1d} (\dot{i}_{2d} - \omega_1 i_{2q}) + \Delta u_{1q} (\dot{i}_{2q} + \omega_1 i_{2d}) + \right. \\ \left. + \Delta u_{2d} (\dot{i}_{1d} - \omega_2 i_{1q}) + \Delta u_{2q} (\dot{i}_{1q} + \omega_2 i_{1d}) - \lambda \Delta M p_\pi^2 (i_{2d} i_{1q} - i_{2q} i_{1d}) \right]; \end{aligned} \quad (8)$$



$$\frac{dJ_{\Sigma}}{dt} = -\mu_{J_{\Sigma}} \frac{\partial V_M}{\partial J_{\Sigma}} = -\mu_{J_{\Sigma}} \omega' \Delta M; \quad (9) \quad \frac{dM_c}{dt} = -\mu_M \frac{\partial V_M}{\partial M_c} = -\mu_M p_{\pi} \Delta M, \quad (10)$$

где α_{R_1} , α_{L_1} , α_{R_2} , α_{L_2} , α_{M_m} , $\mu_{J_{\Sigma}}$, α_M – пологительные коэффициенты, определяющие скорости изменения оценок параметров; λ – весовой коэффициент, определяющий относительное влияние функций невязок V_{u_1} , V_{u_2} , V_M .

Таким образом, систему уравнений ОЭМ (1) можно рассматривать, как математическую модель объекта идентификации, а систему уравнений (3) в совокупности с уравнениями (2), (4) – (10) – как математическую модель системы идентификации параметров обобщенной машины R_1 , L_1 , R_2 , L_2 , M_m , J_{Σ} и M_c . Для реализации вычислений по выражениям (2) необходимо использовать сигнал оценки M_m , формируемый согласно уравнению (9).

На основании математической модели системы идентификации параметров ОЭМ, разработана представленная на рис. 1 структурная схема устройства идентификации параметров [5], предназначенного для работы в составе асинхронного электропривода.

Очевидно, что устройство идентификации может быть реализовано на простых элементах, таких как сумматоры, интеграторы и перемножители.

Анализ работоспособности, устойчивости и точности предложенного алгоритма идентификации параметров трехфазного АД, проводился с помощью компьютерного моделирования для двигателя типа АИР80А6У2. На рис. 2 приводятся кривые процессов идентификации при начальном отклонении оценок всех параметров от истинных значений на 75 %. Начальные отклонения оценок параметров R_2 , J_{Σ} и M_c принимались на 75 % меньше истинных значений, а начальные отклонения оценок параметров R_1 , L_1 , L_2 , M_m – на 75 % больше истинных значений. Для графического представления результатов идентификации на рис. 2 введены относительные оценки параметров, которые обозначены цифрами от 1 до 7 и определяются следующими соотношениями:

$$1 - R_1^* = \frac{R_1}{R_{10}}; \quad 2 - L_1^* = \frac{L_1}{L_{10}}; \quad 3 - R_2^* = \frac{R_2}{R_{20}}; \quad 4 - L_2^* = \frac{L_2}{L_{20}};$$

$$5 - M_m^* = \frac{M_m}{M_{m0}}; \quad 6 - J_{\Sigma}^* = \frac{J_{\Sigma}}{J_{\Sigma 0}}; \quad 7 - M_c^* = \frac{M_c}{M_{c0}}.$$

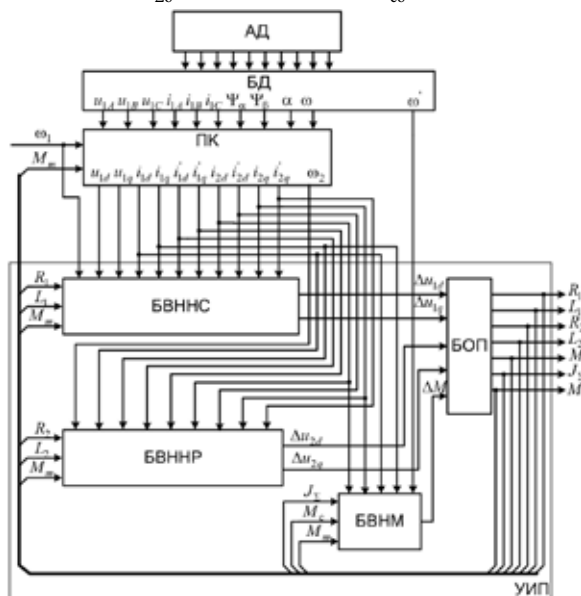


Рис. 1. Структурная схема асинхронного электропривода с устройством идентификации параметров

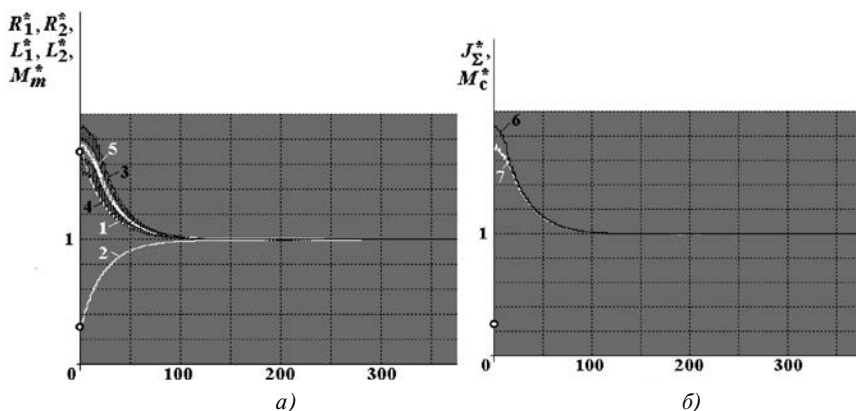


Рис. 2. Процессы идентификации при начальном отклонении всех параметров на 75 %: а - параметры схемы замещения фазы АД; б - параметры нагрузки АД

Видно, что после завершения процессов идентификации графики $R_1^*(t)$, $L_1^*(t)$, $R_2^*(t)$, $L_2^*(t)$, $M_m^*(t)$, $J_\Sigma^*(t)$ и $M_c^*(t)$ выходят на уровень, соответствующий единице. Это свидетельствует о достижении всеми параметрами значений, близких к истинным, и устойчивости метода. Длительность процессов идентификации при начальном отклонении оценок всех параметров от истинных значений на 50 % составила 170 с при относительной погрешности не более 0,32 %, а при начальном отклонении на 75 % – 280 с при относительной погрешности не более 0,25 %.

Таким образом, компьютерное моделирование подтвердило эффективность, устойчивость и высокую точность непрерывного градиентного метода идентификации параметров трехфазного АД, а также работоспособность разработанного устройства идентификации. Недостатком предлагаемого устройства идентификации параметров является необходимость использования АД со встроенными датчиками Холла, что увеличивает его стоимость.

Литература

1. Патент № 2030088 (РФ), 6 Н 02 Р 5/06. Устройство оценивания параметров электродвигателя/Афанасьев А. Ю., Тарасова И. Т. Опубл. 27.02.1995, Бюл. № 6.
2. Афанасьев А. Ю. Моментный электропривод. – Казань: Издательство Казан. гос. техн. ун-та; 1997. – 250 с.
3. Макаров В. Г. Идентификация параметров трехфазного асинхронного двигателя// Проблемы энергетики, 2010, №3 – 4. С. 88 – 101.
4. Макаров В. Г. Идентификация параметров и токов ротора трехфазного асинхронного двигателя//Проблемы энергетики, 2010, №7 – 8. С. 101 – 116.
5. Пат. 2392731 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 7/06. Устройство оценивания параметров электродвигателя/Макаров В. Г., Афанасьев А. Ю., Яковлев Ю. А.; заявитель и патентообладатель Казанский государственный технологический университет – №2009118685/09; заявл. 18.05.2009; опубл. 20.06.2010, Бюл. № 17. 21 с.



РОЛЬ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НАШИ ДНИ. САУ МИКРО- И МАЛЫХ ГЭС

Максимова К.С., Дуванов В.С.,

*Альметьевский филиал ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева», г. Альметьевск,*

Курир В.И.,

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

THE ROLE OF SMALL POWER IN OUR DAY. ACS OF MICRO AND SMALL HYDRO POWER PLANTS

Maksimova K.S., Duvanov V.S.,

*Almetyevsk branch of Kazan National Research Technical University - KAI
named A.N. Tupolev, Almetyevsk,*

Kurir V.I.,

Kazan National Research Technical University - KAI named A.N. Tupolev, Kazan

Аннотация

Приведён краткий анализ систем автоматического мониторинга, контроля и управления технологическими процессами на гидроэлектростанциях малой энергетики.

Annotation

A brief analysis of systems of automatic monitoring, control and management of technological processes on the hydroelectric power industry.

Системы, управляющие автоматической (автоматизированной) работой микро-, мини- и малых ГЭС и их каскадами, во многом похожи на САУ крупных ГЭС.

Для более эффективной работы САУ мини- и МГЭС предварительно проводится имитационное моделирование совместной работы системы: турбина – гидрогенератор – электрическая нагрузка. Численный анализ рабочих режимов и переходных процессов, протекающих в МГЭС и мини-ГЭС, проводят в среде пакета MATLAB/SIMULINK. Данный пакет используется для анализа оптимальных режимов работы МГЭС и мини-ГЭС, а также для проведения численного анализа ситуаций, предшествующих аварийным режимам.

В состав типичной МГЭС входят: подводящий трубопровод, гидротурбина, электрогидравлический регулятор скорости вращения гидротурбины, система возбуждения, синхронный гидрогенератор. При моделировании МГЭС на MATLAB/SIMULINK в контур гидротурбины вводится соответствующий PID-регулятор скорости вращения турбины. В контур системы возбуждения вводится соответствующий PID-регулятор тока возбуждения. Задают номинальную электрическую нагрузку на выходе из генератора. На полученной модели проводят ряд тестовых расчётов в пакете MATLAB/SIMULINK, получают соответствующие графики напряжения на выходе генератора, тока в нагрузке, скорости вращения ротора генератора в рабочем режиме и переходном процессе, анализируют полученные характеристики.

С управлением микро-ГЭС дело обстоит несколько сложнее. В состав микро-ГЭС, содержащей обычно асинхронный генератор, дополнительно вводится балластная нагрузка, необходимая для устойчивой работы системы управления и регулирования токовой нагрузки. Виды контроля и регулирования микро-ГЭС по постоянству: мощности на нагрузке; частоты тока на нагрузке; величины напряжения и частоты тока на нагрузке [2]. Наиболее прогрессивным методом в данное время рассматривается метод выпрямления тока, поступающего на полезную нагрузку, с последующим инвертированием тока с заданной величиной промышленного напряжения и частоты тока [1 – 3]. Моделирование работы микро-ГЭС с асинхронным генератором в пакете MATLAB/SIMULINK представлено в работе [1].



Расчётные и экспериментальные данные, представленные в работе [1], свидетельствуют о получении формы напряжения, подаваемого на нагрузку, близкой к синусоидальной кривой, а также об устойчивом характере переходного процесса изменения величин: формируемого напряжения и частоты тока при отключении (подключении) балластной нагрузки.

В работе [4] проанализированы вопросы разработки систем автоматизированного управления каскадом МГЭС. Для этого предлагается трёхуровневая система автоматического управления каскадом МГЭС:

- 1) на уровне МГЭС (отдельный гидроагрегат);
- 2) на станционном уровне, объединяющем все взаимосвязанные гидроагрегаты;
- 3) диспетчерский центр.

Связь станционного уровня с диспетчерским центром – по каналам ETHERNET, с отдельными ГЭС – с применением систем управления SCADA System, PLC-контроллеров и GSM-терминалов.

Компания «Ракурс» (СПб) модернизировала АСУ ТП Волховской ГЭС, в состав которой входят 5 параллельно работающих гидроагрегатов (МГЭС). В качестве среды визуализации, контроля и архивирования используется SCADA-система SIMATIC WinCC (рис. 1).

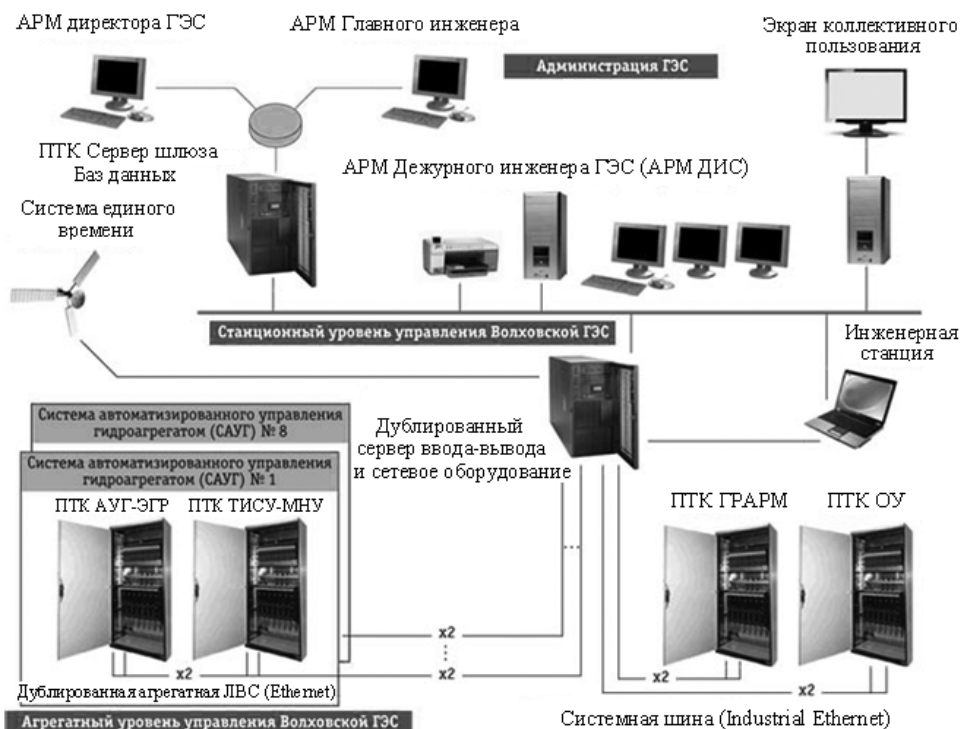


Рис. 1. Структура АСУ ТП, реализованной на Волховской ГЭС

Для управления каскадом МГЭС специалистами ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» предложена автоматическая система управления на базе спутникового канала передачи данных ETHERNET, а специалистами ЗАО «Фирма ЭПРО» (СПб) – низкоскоростная сеть спутникового INTERNET с протоколом обмена (MQTT) (Message Queuing TeleMetry Transport).

Специалистами ЗАО МНТО «ИНСЭТ» (СПб) разработаны и защищены патентами оригинальные технические решения систем автоматического управления микро-ГЭС. Использование таких систем не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала – гидроагрегат надежно работает в автоматическом режиме. Система управления выполнена



на базе программируемого логического контроллера SIMATIC S7-300, позволяющего визуально контролировать параметры гидроагрегата на экране компьютера.

Для управления каскадом микро-ГЭС в автоматическом режиме компания Schneider Electric использует собственную автоматическую систему управления на базе ПО SCADA.

Некоторые зарубежные специалисты предлагают ввести в ПО SCADA микро-ГЭС пакеты моделирования MATLAB, LabVIEW, связав эти системы через протокол SCADA System – Modbus RTU. Результаты моделирования режимов работы микро-ГЭС предлагается выводить на монитор оператора в режиме реального времени. Расчёты призваны предсказать поведение микро-ГЭС (мини-ГЭС) при работе в нерабочем режиме, в предаварийной ситуации.

При подсоединении параллельно работающих микро-ГЭС к энергосети следует параллельно выходной общей шине подключить управляемый синхронный компенсатор реактивной мощности СТАТКОМ [5]. Компенсатор позволит регулировать выходное напряжение, а также подавлять высшие гармоники тока.

Выводы

Современные микро и мини-ГЭС полностью автоматизированы. Качество тока, вырабатываемого микро- и мини-ГЭС, соответствует требованиям ГОСТ-а как по напряжению, так и по частоте. Микро-сеть с подключенными к ней микро-ГЭС (мини-ГЭС с параллельно работающими микро-ГЭС) можно подключить к местной энергосети.

Литература

1. Миленин А.А., Шишлаков В.Ф. Система автоматического управления ГЭС малой мощности методом частотного регулирования / А.А. Миленин, В.Ф. Шишлаков // Инновационно-управляющие системы. – 2009. – № 6. С. 25 – 29.
2. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении – М.: Энергоатомиздат; 2008. – 231с.
3. Лукутин Б.В., Сарсикеев Е.Ж., Шандарова Е.Б. Микро ГЭС со статическим преобразователем частоты / Б.В. Лукутин, Е.Ж. Сарсикеев, Е.Б. Шандарова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. С. 3 – 10.
4. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Никиторович О.В. Повышение эффективности эксплуатации малых ГЭС средствами автоматического управления / П.Д. Лежнюк, В.В. Кулик, О.В. Никиторович // Гидроэнергетика Украины. – 2007. – № 3. С. 38 – 41.
5. Пешков М.В. Разработка и исследование системы управления статическим компенсатором реактивной мощности типа СТАТКОМ для электроэнергетических систем: автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 2009. 23с.



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Гатауллин Р.Н.,

Казанский научный центр Российской академии наук (КазНЦ РАН), г. Казань
**ENERGY-EFFECTIVE TECHNOLOGY OF BED STIMULATION AT DEVELOPMENT OF
HYDROCARBON FIELDS**

Gataullin R.N.

Kazan Science Centre of Russian Academy of Science, Kazan

Аннотация

В работе предложена энергоэффективная технология интегрированного воздействия в условиях применения горизонтальных скважин, с целью интенсификации процесса добычи нефти и повышения полноты извлечения ее из недр, особенно - высоковязкой нефти (ВВН) и природных битумов (ПБ). Применение метода интегрированного воздействия на пласт обусловлено также необходимостью кардинального снижения энергетических затрат и, в итоге, необходимостью обеспечения рентабельности процесса добычи углеводородов. Рассмотрены преимущества и механизм воздействия метода на пласт в условиях горизонтальных скважин.

Annotation

In work is tendered the energy-effective technology of the integrated action in the conditions of horizontal wells, for the purpose of an intensification the process of oil recovery and increasing the completeness of its withdrawal from entrails, specially - a high-viscosity oil and natural bitumen. Application of the method is caused also by necessity of a cardinal decrease of energy expenditures and, as a result, necessity to supply the profitability of hydrocarbon extraction process. Advantages and the dodge of method action on a layer in the conditions of horizontal wells are viewed.

Разработка продуктивных нефтяных пластов в условиях заводнения - сложный технологический процесс, протекающий при изменяющихся во времени, условиях и неподдающийся непосредственному наблюдению.

Для стабилизации добычи нефти возникла необходимость снизить обводненность скважин и интенсифицировать разработку малопроницаемых пластов и залежей нефти и карбонатных коллекторов. Только широкомасштабное внедрение новых методов, существенно повышающих эффективность заводнения, позволит стабилизировать и даже наращивать добычу нефти.

Современное состояние в области методов воздействия на продуктивный пласт обусловлено новым качеством располагаемых запасов нефти и, прежде всего, тем, что превалирующая доля их - трудноизвлекаемые запасы. И если раньше стояли задачи более эффективного освоения месторождений на ранних этапах, то в настоящее время возникла необходимость повышения эффективности их разработки на поздних стадиях.

При применении рассматриваемых в работе технологии и технических средств возможно увеличение дебита эксплуатационных скважин при одновременном снижении энергетических и материальных затрат благодаря совмещению волнового и других применяемых методов воздействия на продуктивные пласты.

Технология комбинированного воздействия осуществляется размещением в нагнетательной скважине излучателя, с помощью которого в потоке нагнетаемого в пласт агента возбуждаются колебания давления [1]. При этом в пласте формируется волновое поле, которое интенсифицирует, протекающие в нем процессы, благодаря чему увеличивается зона воздействия, повышаются значения коэффициентов охвата и замещения, а также увеличивается проницаемость среды.

С помощью этого метода в процессе промысловых испытаний впервые в отечественной практике нефтедобычи достигнута рентабельная скважинная добыча природного битума.



ма: кратно увеличился дебит скважин, снизилась обводненность извлекаемой продукции, уменьшились удельные энергетические затраты (Мордово-Кармальское и Первомайское месторождения ОАО «Татнефть») [2, 3]. При этом, как показано проведенными исследованиями, возможно достижение синергетического эффекта и кратное улучшение определяющих показателей качества процесса.

Перспективным направлением освоения нефтяных и битумных месторождений является разработка залежи с применением горизонтальных скважин (ГС). С гидродинамической точки зрения увеличение свободной поверхности дренажа имеет следующее преимущество: среднее расстояние, которое нефть должна пройти по породе до поступления в скважину, сокращается.

Современный этап разработки нефтяных месторождений Российской Федерации характеризуется постоянным поиском наиболее эффективных технологических мероприятий для стабилизации и наращивания добычи нефти. С этой целью разработан и апробирован целый арсенал технологий строительства скважин, применение которых позволяет добиться следующего: повышения продуктивности скважин и нефтеотдачи пласта с низкими коллекторскими свойствами и пластовым давлением; увеличения рентабельности эксплуатации малопродуктивных залежей углеводородов; сокращения затрат на эксплуатацию шельфовых месторождений [4].

Как известно, значительное превышение пластового давления над первоначальным приводит к более высоким темпам обводнения скважин, к уменьшению охвата пласта процессом вытеснения из-за прорыва закачиваемой воды по наиболее проницаемым прослоям продуктивного пласта. ГС, в большей степени, чем вертикальные, позволяют прорабатывать нефтяные месторождения при пластовых давлениях, близких начальному.

Необходимо отметить следующие положительные факторы применения горизонтальных скважин: значительно повышается отбор; создается новая геометрия дренирования пласта; растет производительность при наличии вертикальных трещин; создаются условия эксплуатации, при которых повышается компонентоотдача маломощных пластов; становится рентабельной разработка низкопродуктивных и практически истощенных пластов.

Помимо вышеуказанного следует отметить следующие условия целесообразности строительства ГС: анизотропия пород, слоистость; низкая проницаемость – менее 0,05-0,075 мкм; малая нефтенасыщенная толщина; высоковязкая пластовая нефть – более 25-30 мПа·с; водонефтяные и нефтегазовые залежи; ориентация трещин преимущественно в вертикальном направлении; залежи с аномально высоким пластовым давлением; высокопарафинистые нефти (более 10%, $t_{\text{заст.}} = 30-33$ °C); остаточные запасы со степенью выработанности 75-80%; нефтяные залежи в зонах континентального шельфа; нефтяные залежи под охранными зонами, водоемами.

Многие авторы, исследующие вопросы, связанные с горизонтальными скважинами, отмечают следующие существенные причины бурения горизонтальных скважин [4, 5]: значительно повышается отбор нефти; формируется новая геометрия дренирования пласта; растет производительность при наличии вертикальных трещин; становится рентабельной разработка низкопродуктивных и практически истощенных пластов, причем стоимость бурения горизонтальных скважин сопоставима со стоимостью вертикальных.

Интегрированные (комбинированные) технологии – современный подход к решению задач повышения технологических, энергетических и экономических показателей в нефтедобывающей промышленности. Это сбалансированное и эффективное сочетание волнового воздействия на пласт с другими МУН.

Сущность нового подхода состоит в том, что при подобном воздействии часть энергии нагнетаемого в пласт агента преобразуется в энергию упругих волн. При этом интегрированные технологии позволяют регулировать интенсивность воздействия на коллекторы различного типа и легко совмещаются с химическими и гидродинамическими методами обработки пласта. Совмещение известных методов увеличения нефтеотдачи пластов с волновым воздействием позволяет также достичь сверхсуммарного (синергетического) эффекта [1].



Анализ результатов применения технологии добычи битумов при помощи ГС показал, что при добыче высоковязких нефтей и природного битума с применением предлагаемого термоволнового воздействия на пласт целесообразно принять именно технологию SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage), когда пар подается через излучатель колебаний давления в верхнюю горизонтальную скважину (рис.1). При этом формируется волновое поле, воздействующее совместно с температурой на пласт, а из нижней горизонтальной скважины отбирается нефть или битум.

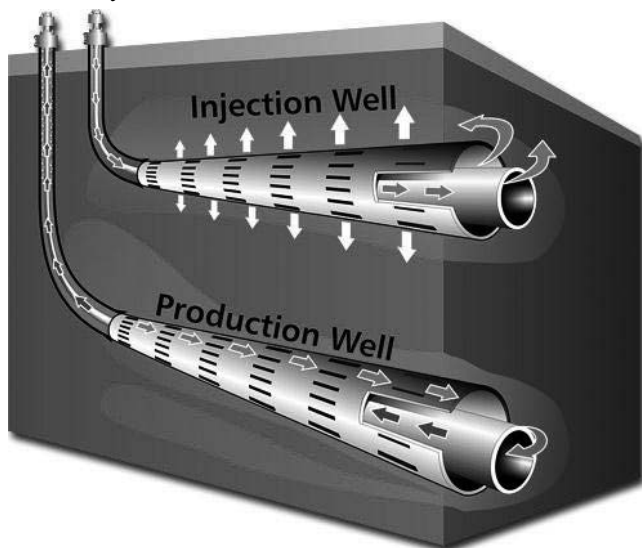


Рис. 1. Схемы разработки продуктивного пласта с помощью горизонтальных скважин: нагнетательной (сверху) и добывающей.

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 паронефтяное соотношение. Этот вариант тепловолнового воздействия является наиболее эффективным для условий на месторождениях Республики Татарстан и Западной Сибири [6].

Верхняя горизонтальная скважина используется для нагнетания пара в пласт и создания высокотемпературной зоны [7]. Процесс парогравитационного воздействия начинается со стадии предпрогрева, в процессе которой (несколько месяцев) происходит циркуляция пара в обеих скважинах. При этом за счет кондуктивного переноса тепла разогревается зона пласта между добывающей и нагнетательной скважинами, снижается вязкость нефти в этой зоне, что обеспечивает гидродинамическую связь между скважинами. Верхняя горизонтальная скважина используется для нагнетания пара в пласт и создания высокотемпературной зоны [7]. 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.



Применение тепловолнового воздействия на продуктивный пласт рентабельно также с точки зрения очистки призабойной зоны пласта, поскольку при эксплуатации пласта в ствол добывающей скважины совместно с нефтью выносятся парафины, асфальто-смолистые вещества, механические примеси, вода и др. Пониженные значения температуры и давления приводят к интенсивным отложениям парафинов. Температура плавления многих парафинов лежат в пределах 40-80°C. Тепловое поле должно обеспечить плавление парафина в призабойной зоне пласта и вынос его при последующей эксплуатации скважины на земную поверхность.

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 прогрета приствольного массива.

В результате исследований выявлено, что представленный метод воздействия на продуктивные пласты в условиях горизонтальных скважин имеет свои преимущества по сравнению с традиционными методами увеличения нефтеотдачи: 1) одновременное воздействие на пласт теплотой и волновым полем; 2) метод позволяет обеспечить не только очистку призабойной зоны пласта, но и интенсифицировать процесс добычи нефти в течение продолжительного периода времени, а также снизить энергетические и материальные затраты в процессе освоения месторождений.

* Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № «16-38-00354-мол_а».

Литература

1. Гатауллин Р.Н., Кравцов Я.И., Марфин Е.А. Интенсификация добычи трудноизвлекаемых углеводородов за счет интегрированного тепловолнового воздействия на пласт. / Нефтяное хозяйство. – 2013 - №1. – Москва: Нефтяное хозяйство. – С. 90-93.
2. 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;
3. Гатауллин Р.Н., Кравцов Я.И., Коханова С.Я. Особенности метода интегрированного воздействия на продуктивный пласт при применении горизонтальных скважин. // Журнал Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, №3, 2008 г. Изд-во: КГТУ. – с. 9-14.
4. Иктисанов В.А. Гидродинамические исследования и моделирование многоствольных горизонтальных скважин. — Казань: Изд-во «Ялутон», 2007. — 124 с.
5. Корнильцев Ю.А., Волков Ю.А. Результаты экспериментально-технических исследований по применению горизонтальных скважин для повышения нефтеотдачи пластов // Труды научно-практической конференции. Казань: Новое Знание, 1998. – с. 236-239.
6. Шандрыгин А.Н. Разработка залежей тяжелой нефти и природного битума методом парогравитационного дренажа (SAGD) // Нефтяное хозяйство, 07, 2006. с.92-96.
7. Butler R. Thermal Recovery of Oil and Bitumen // Inc. New-Jersey, 1991.



**ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ
АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА БАЗЕ
БЕСКОНТАКТНОГО КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Сабиров Э.Ф., Косулин В.В.,

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

**PROGRAMMING INDUSTRIAL MICROCONTROLLERS FOR
AUTOMATION MEASURING PROCESS BASED ON NONCONTACT
CONDUCTOMETRIC CONVERTER**

Sabirov E.F., Kosulin V.V.,

Kazan state energy University, Kazan

Аннотация

Была написана программа для автоматизации процесса на базе бесконтактного кондуктометрического преобразователя, также было разработано программное обеспечение для мониторинга концентрации растворов.

Annotation

Program was written to automate the process on the basis of contactless conductometric transducer was also developed software for monitoring the concentration of solutions.

Ключевые слова

Программирование, промышленные микроконтроллеры, Arduino.

Актуальность

Разработка информационно-измерительных систем является актуальной задачей на сегодняшний день. Данный процесс не только упрощает, но и облегчает работу технологических процессов.

Экспериментальная часть

Нами была написана программа для автоматизации измерительного процесса на базе бесконтактного кондуктометрического преобразователя. В ходе эксперимента использовался Arduino Uno контроллер построен на ATmega328. Платформа имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи. Также использовался температурный датчик серии DS18B20 для контроля состояния температуры жидкости в термостате. Данный датчик имеет 3 вывода. Первый вывод – питание + 5 вольт, второй – общий (ноль), ну а третий – сигнальный, с него снимается последовательный код пропорциональный температуре. Датчик обеспечивает измерение температуры в диапазоне (-55...+125)°C с погрешностью измерений $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ на диапазоне (-10...+85)°C. Все процессы на шине управляются центральным микропроцессором. Внутри – сложная схема с сенсором, АЦП, ПЗУ, регистрами хранения и системой последовательного вывода.[1]

На рис.1 представлена микроконтроллерная плата Arduino Uno, на рис.2 датчик DS18B20.

В процессе программирования использовалась стандартная среда Arduino. Язык программирования устройств Ардуино основан на C/C++ и скомпонован с библиотекой AVR Libc и позволяет использовать любые ее функции. Вместе с тем он прост в освоении, и на данный момент Arduino – это, пожалуй, самый удобный способ программирования устройств на микроконтроллерах.[2] Среда программирования представлена на рис.3.



Рис.1. Микроконтроллерная плата Arduino Uno

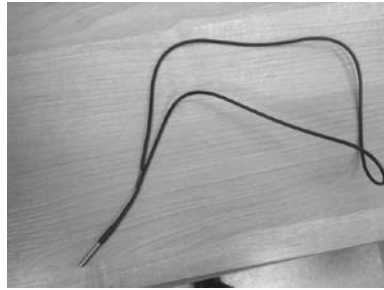


Рис.2. Температурный датчик DS18B20

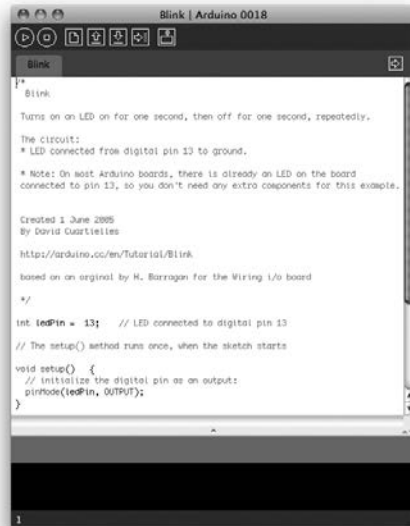


Рис.3 Среда программирования Arduino

В ходе данного эксперимента мы разработали конструкцию, которая позволила автоматизировать измерительный процесс на базе бесконтактного кондуктометрического преобразователя. Конструкция представлена на рис.4

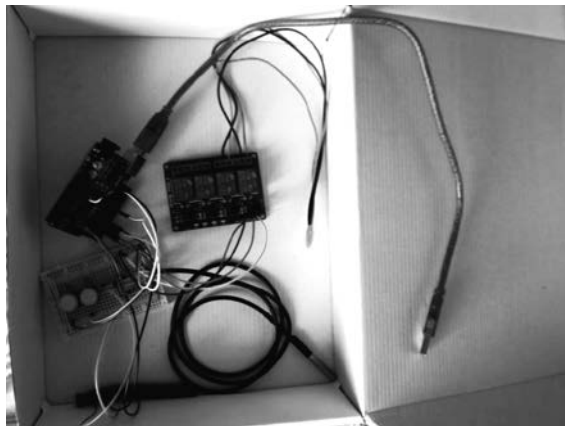


Рис.4 Конструкция для автоматизации измерительного процесса



Вывод

Была разработана информационно-измерительная система, написана программа и разработано программное обеспечение для мониторинга концентрации растворов жидкостей.

Литература

1. Соммер У. С61 Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 256 с.: ил. — (Электроника).
2. Дэвис, Стефан, Р. Д94 С++ для «чайников», 4-е издание. : Пер. с англ. : — М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. — 336 с. : ил. : Парал. тит. англ.



ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ

Ахмедзянова В.Н., Кашапова Л.М.,

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

ADVANCED PULSATION TECHNOLOGY FOR IMPROVED FILTRATION PROCESS

Achmedzjanova V.N., Kashapova L.M.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В статье ставится задача рассмотреть воздействие пульсационных технологий на показатели работы фильтрационных установок на примере ионообменного умягчителя воды. Рассмотрена классификация ионообменного оборудования. Выяснено, что сегодня стоит задача по внедрению пульсационных технологий в виду их эффективности, надежности и экономичности. Тем не менее, не смотря на очевидные преимущества этих аппаратов и процессов, они являются мало изученными и, следовательно, остается открытым широкое поле деятельности для научных исследований. Наша деятельность в данной области заключается в увеличении рабочей зоны, а именно уменьшении «мертвых зон» ионообменного слоя благодаря воздействию пульсаций.

Annotation

In this article set a problem to examine the impact fluctuating technologies on performance indicators of filtration equipments as an example ion-exchanged water softener. The classification of ion-exchanged equipment was considered. It was found that the problem today is to implement the pulsation technologies due to their efficiency, reliability and economy. However, in spite of obvious advantages of these devices and processes, they are poorly known, consequently, good scope of work for scientific researches remain open. Our activity in this area is to increase the working area, namely, reduce «dead zones» ion-exchanged bed due to the influence of pulsation.

Оборудование для промышленной очистки воды призвана обеспечить работу предприятий всех отраслей промышленности, где используется специально подготовленная вода. Промышленная водоподготовка включает в себя различные процессы как: умягчения (удаление ионов кальция и магния), обессоливание, обезжелезивание (удаление ионов железа и марганца), удаление запахов, цветности, механических и органических примесей, масел, нефтепродуктов. Все эти задачи решаются с помощью оборудования промышленной очистки воды путём ионного обмена, сорбции и осветления [1].

Остановимся на этапе умягчения воды. Загрязнение воды ионами кальция и магния приводят к засорению водоподводящих трубопроводов, преждевременному износу оборудования. Для умягчения воды существуют различные методы: термический, ионообменный, мембранный, магнитный, электромагнитный, комбинированный. Каждый из них позволяет в той или иной степени подготовить воду для использования её для технических нужд. В зависимости от того, какой исходной жесткостью обладает вода и до какой степени, и в каком количестве ее необходимо умягчить, для каких целей она будет использоваться, можно применять тот или иной метод.

Ионообменный фильтр – это яркий пример умягчителей для воды. Вода фильтруется через специальные материалы, в качестве которых используют специальные мелкозернистые смолы, которые не подвергаются залипанию оксидом железа. Подобные системы очистки функционируют за счет обратимой химической реакции замещения, заключается в замене ионов магния и кальция, которые в дальнейшем дают нерастворимые соединения, на ионы натрия, хлора или иные легко растворимые соединения [2].

В процессе ионного обмена, при умягчении воды, запас необходимых ионов в таких смолах постоянно снижается и для восстановления их способности к ионному обмену проводят их регенерацию или замену.



Регенерация осуществляется пропуском специального регенерационного раствора (чаще всего – поваренной соли) через слой отработанной и взрыхленной смолы. При этом она опять насыщается ионами натрия, а ионы жесткости выводятся в канализацию.

Преимуществом метода ионного обмена можно считать возможность обеспечить достаточно большую производительность и высокий уровень умягчения.

Недостатком ионообменного метода является относительно высокая стоимость фильтров для умягчения с функцией регенерации.

Ионообменное оборудование подразделяется на группы по двум основным признакам: по режиму работы (периодический, непрерывный) и по гидродинамическому режиму [3].

В соответствии с этими признаками аппараты делятся на следующие группы: периодического, непрерывного, полу- или квазинепрерывного действия; со сплошным или псевдооживленным (взвешенным) слоем сорбента.

Аппараты непрерывного и полунепрерывного действия, кроме того, могут быть сгруппированы по характеру взаимного движения фаз в аппарате: параллельное (прямоточное), перекрестное (смешанное), противоточное, а также по способу организации передвижения сорбента: гравитационное или принудительное.

Каждый из этих признаков очень важен при описании аппарата, а их совокупность достаточно полно характеризует конструкцию.

В настоящее время существуют большое разнообразие вариантов конструкций аппаратов с улучшенными показателями. Однако предложенные методы имеют недостатки, поэтому модификация существующего ионообменного оборудования является актуальной задачей.

Проблема нашла удовлетворительное решение с использованием пульсации жидкой фазы. Этот способ значительно влияет на технико-экономические показатели процессов, в том числе на расход реагентов.

При наложении пульсаций на жидкую фазу происходит интенсификация процесса массопереноса между ионообменной смолой и жидкостью за счет нестационарной гидродинамики жидкого потока и за счет увеличения поверхности контакта фазы при пульсационных колебаниях частиц твердой фазы.

При наложении пульсаций на жидкую фазу скорость W увеличивается [4],[5]. Зависимость скорости дисперсии от скорости жидкости при различных соотношениях высот дисперсии представлена на рис. 1.

$$\delta = 0,2R_{\text{ж}} / (1 + 70W R_{\text{ж}}) \quad (1)$$

$$D_{\text{ж}} = 0,33 \beta_1 R_{\text{ж}} \quad (2)$$

Исходя из формул, можно сказать, что с повышением скорости потока W , увеличивается площадь толщины пленки δ , следовательно увеличивается коэффициент диффузии $D_{\text{ж}}$.

Значит, при наложении пульсаций на жидкую фазу происходит интенсификация процесса массопереноса между ионообменной смолой и жидкостью за счет нестационарной гидродинамики жидкого потока и за счет увеличения поверхности контакта фазы при пульсационных колебаниях частиц твердой фазы.

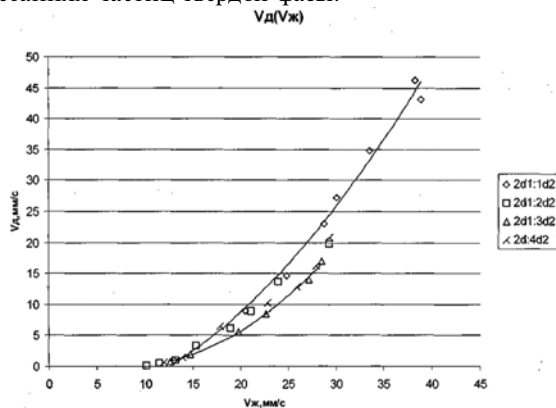


Рис. 1. Зависимость скорости дисперсии от скорости жидкости при различных соотношениях высот дисперсии



Процесс обмена катионов начинается и заканчивается в некотором слое катиона, который называется рабочей зоной. На рис. 2 представлена схема фильтра в разрезе в какой-то период его работы. Выше плоскости расположен истощенный катионит, между плоскостями и - рабочая зона, ниже плоскости - неистощенный катионит. В процессе работы фильтра рабочая зона опускается вниз и в момент, когда плоскость совпадает с нижней плоскостью слоя катионита, начинается проскок жесткости и фильтр выводится на регенерацию.

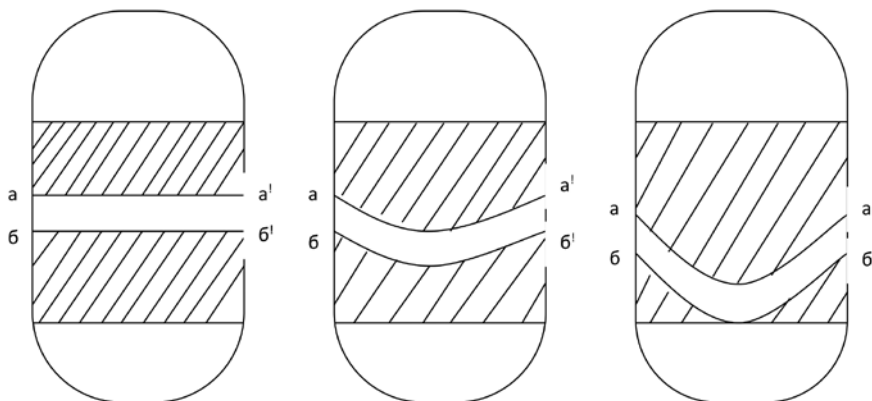


Рис.2. Рабочая зона в нормально работающем фильтре без наложения пульсации (а), с наложением пульсации (б) и искривленная в фильтре с неравномерной фильтрацией

При наложении пульсаций на жидкую фазу, увеличивается область активной рабочей зоны за счет колебаний жидкой и твердой фазы.

При наложении пульсаций на жидкую фазу интенсификация происходит за счет следующих явлений:

- за счет колебаний жидкой и твердой фазы увеличивается область активной рабочей зоны;
- стабильная равномерная структура плотного слоя, обладающая хорошими фильтрационными характеристиками;
- интенсификация процесса массопереноса между ионообменной смолой и жидкостью за счет нестационарной гидродинамики жидкого потока и за счет увеличения поверхности контакта фазы при пульсационных колебаниях частиц твердой фазы.

Литература

1. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения
2. Чмутов К.В. Ионообменная технология. Издательство «наука», Москва 1965, 277с.
3. Челищев Н.Ф. Ионообменные свойства минералов. М: Наука, 1973, 234с.
4. Горшков В.Н., Сафонов М.С., Воскресенский Н.М. Ионный обмен в противоточных колоннах М.: Наука, 1981, 224 с.
5. Антипов С.Ю., магист. диссерт. « Приближенное математическое моделирование гидродинамики аппарата с пульсационным транспортированием твердой фазы в виде плотного слоя.», 2004.
6. Деменев С.В. магистр. диссерт. « Экспериментальные исследования движения твердой дисперсии в аппарате пульсационного транспортирования твердой фазы в виде плотного слоя», 2004.
6. Синявин М.М. «Ионный обмен в технологии и анализе неорганических веществ», М.:Химия, 1980.



ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И ТОКОВ РОТОРА ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ГРАДИЕНТНЫМ МЕТОДОМ

*Афанасьев А.Ю., Макаров В.Г., Яковлев Ю.А., Ханнанова В.Н.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань*

IDENTIFICATION OF THE PARAMETERS AND CURRENTS OF A ROTOR OF THREE PHASE INDUCTION MOTOR WITH CONTINUOUS GRADIENT METHOD

*Afanasyev A.J., Makarov V.G., Yakovlev Y.A., Khannanova V.N.,
Kazan National Research Technological University, Kazan*

Аннотация

Для идентификации параметров трехфазного асинхронного двигателя и его нагрузки необходимо располагать информацией о токах короткозамкнутого ротора, которые не доступны измерению и наблюдению. На основе непрерывного градиентного метода поиска минимума определенно-положительной функции от невязок уравнений обобщенной электрической машины разработан метод идентификации параметров трехфазного асинхронного двигателя и токов короткозамкнутого ротора. Разработана структурная схема устройства идентификации параметров и токов ротора, предназначенного для работы в составе асинхронного электропривода. Показано, что устройство идентификации может быть реализовано с использованием простых элементов, таких как перемножители, делители, сумматоры и интеграторы. Анализ работоспособности, эффективности, устойчивости и точности предложенного алгоритма идентификации параметров трехфазного асинхронного двигателя, проведен с помощью компьютерного моделирования.

Annotation

To identify the parameters of three-phase induction motor and its load it is necessary to have information about the cage rotor currents that are not available measurements and observations. On the basis of the continuous gradient method of finding the minimum positive-definite function of the residuals of equations of the generalized electric motor developed a method for identification of parameters of three-phase induction motor and the cage rotor currents. The block diagram of the device identification parameters and rotor currents, designed for operation in the asynchronous electric drive is developed. Shown that the device identification can be realized using simple components such as multiplier, adders and integrators. The analysis of efficiency, effectiveness, stability and accuracy of the proposed algorithm parameters identification of three-phase induction motor, carried out by computer simulation.

При построении алгоритмов управления частотно-регулируемого электропривода с асинхронным двигателем (АД) широко используется математическое описание обобщенной электрической машины (ОЭМ) [1, 2].

Математическая модель АД с позиции теории ОЭМ при условии, что все параметры и процессы имеют истинные значения показана в [3]. Преобразуя модель получим:



$$\left\{ \begin{aligned} \frac{di_{1d}}{dt} &= \frac{u_{1d} - R_{10}i_{1d} + \frac{R_{20}M_{m0}}{L_{20}}i_{2d0} + \omega M_{m0}i_{2q0} - \omega_2 \frac{M_{m0}^2}{L_{20}}i_{1q} + \omega_1 L_{10}i_{1q}}{L_{10} - \frac{M_{m0}^2}{L_{20}}}; \\ \frac{di_{1q}}{dt} &= \frac{u_{1q} - R_{10}i_{1q} + \frac{R_{20}M_{m0}}{L_{20}}i_{2q0} - \omega M_{m0}i_{2d0} + \omega_2 \frac{M_{m0}^2}{L_{20}}i_{1d} - \omega_1 L_{10}i_{1d}}{L_{10} - \frac{M_{m0}^2}{L_{20}}}; \\ \frac{di_{2d0}}{dt} &= \frac{-R_{20}i_{2d0} - M_{m0} \frac{di_{1d}}{dt} + \omega_2 (L_{20}i_{2q0} + M_{m0}i_{1q})}{L_{20}}; \\ \frac{di_{2q0}}{dt} &= \frac{-R_{20}i_{2q0} - M_{m0} \frac{di_{1q}}{dt} - \omega_2 (L_{20}i_{2d0} + M_{m0}i_{1d})}{L_{20}}; \\ M_{\Sigma} &= p_{\Pi} M_{m0} (i_{2d0}i_{1q} - i_{2q0}i_{1d}); \\ \frac{d\omega}{dt} &= \frac{p_{\Pi} (p_{\Pi} M_{m0} (i_{2d0}i_{1q} - i_{2q0}i_{1d}) - M_{c0})}{J_{\Sigma 0}}. \end{aligned} \right. \quad (1)$$

где u_{1d}, u_{1q} - напряжения фаз обмотки статора; $i_{1d}, i_{1q}, i_{2d}, i_{2q}$ - токи фаз обмоток статора и ротора; R_1, R_2, L_1, L_2 - активные сопротивления и индуктивности фаз обмоток статора и ротора; M_m - взаимная индуктивность; M_M - электромагнитный момент; M_c - статический момент; J_{Σ} - момент инерции подвижных частей; ω_1 - угловая скорость системы координат d, q; ω_2 - угловая скорость скольжения ($\omega_2 = \omega_1 - \omega$); ω - угловая скорость ротора, эл. рад/с; p_{Π} - число пар полюсов; индексами $_0$ обозначены истинные значения параметров и процессов.

При этом идентификации подлежат следующие параметры ОЭМ: R_1 и R_2, L_1 и L_2, M_m, J_{Σ} и M_c . Общее количество идентифицируемых параметров - семь. Оценки параметров условимся обозначать $R_1, L_1, R_2, L_2, M_m, J_{\Sigma}$ и M_c .

В случае идеальной оценки и истинные значения параметров должны совпадать, однако оценки в произвольный момент времени отличаются от истинных значений параметров. В связи с этим появляются отклонения, именуемые невязками:

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta u_{1d} &= R_1 i_{1d} + \left(L_1 - \frac{M_m^2}{L_2} \right) \frac{di_{1d}}{dt} - \frac{R_2 M_m}{L_2} i_{2d} - \omega M_m i_{2q} + \left(\omega_2 \frac{M_m^2}{L_2} - \omega_1 L_1 \right) i_{1q} - u_{1d}; \\ \Delta u_{1q} &= R_1 i_{1q} + \left(L_1 - \frac{M_m^2}{L_2} \right) \frac{di_{1q}}{dt} - \frac{R_2 M_m}{L_2} i_{2q} + \omega M_m i_{2d} + \left(\omega_1 L_1 - \omega_2 \frac{M_m^2}{L_2} \right) i_{1d} - u_{1q}; \\ \Delta M &= J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} + p_{\Pi} M_c - p_{\Pi}^2 M_m (i_{2d}i_{1q} - i_{2q}i_{1d}). \end{aligned} \right. \quad (2)$$

Введем функции невязок

$$V_{u_i} = \frac{1}{2} \left[(\Delta u_{1d})^2 + (\Delta u_{1q})^2 \right]; \quad V_M = \frac{1}{2} (\Delta M)^2$$

Невязки в процессе идентификации должны стремиться к нулю, а функции невязок должны быть минимизированы.



Отличительной особенностью предлагаемого алгоритма является такое приведение параметров ротора к статору АД, при котором обеспечивается равенство индуктивностей фаз обмоток статора L_1 и ротора L_2 . Тогда общее количество идентифицируемых параметров равно шести [3].

Система дифференциальных уравнений относительно оценок параметров согласно непрерывному градиентному методу поиска минимума функции имеет вид [3]:

$$\frac{dR_1}{dt} = -\mu_{R_1} \frac{\partial V_{u_1}}{\partial R_1} = -\mu_{R_1} [\Delta u_{1d} i_{1d} + \Delta u_{1q} i_{1q}]; \quad (3)$$

$$\frac{dL_1}{dt} = \frac{dL_2}{dt} = -\mu_L \frac{\partial V_{u_1}}{\partial L_1} = -\mu_L \left[\Delta u_{1d} \left(\frac{di_{1d}}{dt} - \omega_1 i_{1q} \right) + \Delta u_{1q} \left(\frac{di_{1q}}{dt} + \omega_1 i_{1d} \right) \right]; \quad (4)$$

$$\frac{dR_2}{dt} = -\mu_{R_2} \frac{\partial V_{u_1}}{\partial R_2} = \mu_{R_2} \frac{M_m}{L_2} [\Delta u_{1d} i_{2d} + \Delta u_{1q} i_{2q}]; \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{dM_m}{dt} &= -\mu_{M_m} \left[\frac{\partial V_{u_1}}{\partial M_m} + \lambda \frac{\partial V_M}{\partial M_m} \right] = \\ &= -\mu_{M_m} \left[\Delta u_{1d} \left(-\frac{R_2}{L_2} i_{2d} - \omega i_{2q} \right) + \Delta u_{1q} \left(-\frac{R_2}{L_2} i_{2q} - \omega i_{2d} \right) - \lambda \Delta M p_\gamma (i_{2d} i_{1q} - i_{2q} i_{1d}) \right]; \end{aligned} \quad (6)$$

$$\frac{dJ_\Sigma}{dt} = -\mu_{J_\Sigma} \frac{\partial V_M}{\partial J_\Sigma} = -\mu_{J_\Sigma} \frac{d\omega}{dt} \Delta M \quad \frac{dM_c}{dt} = -\mu_M \frac{\partial V_M}{\partial M_c} = -\mu_M p_\gamma \Delta M, \quad (7)$$

где μ_{R_1} , μ_L , μ_{R_2} , μ_{M_m} , μ_{J_Σ} , μ_M – положительные коэффициенты, определяющие скорости изменения оценок параметров; λ – весовой коэффициент, определяющий относительное влияние функций невязок V_{u_1} и V_M .

Идентификацию токов ротора производим на основании решения дифференциальных уравнений, записанных согласно непрерывному градиентному методу поиска минимума функции с учетом третьего и четвертого уравнений системы (1):

$$\frac{di_{2d}}{dt} = \frac{-R_2 i_{2d} - M_m \frac{di_{1d}}{dt} + \omega_2 (L_2 i_{2q} + M_m i_{1q})}{L_2} - \mu_I \left[\Delta u_{1q} \omega M_m - \Delta u_{1d} \frac{R_2 M_m}{L_2} \right]; \quad (8)$$

$$\frac{di_{2q}}{dt} = \frac{-R_2 i_{2q} - M_m \frac{di_{1q}}{dt} - \omega_2 (L_2 i_{2d} + M_m i_{1d})}{L_2} + \mu_I \left[\Delta u_{1d} \omega M_m + \Delta u_{1q} \frac{R_2 M_m}{L_2} \right], \quad (9)$$

где μ_I – положительный коэффициент, определяющий коррекцию скорости изменения токов ротора.

Таким образом, систему уравнений ОЭМ [3] можно рассматривать, как математическую модель объекта идентификации, а систему уравнений (1) в совокупности с (2) – (7) – как математическую модель системы идентификации параметров обобщенной машины R_1 , L_1 (L_2), R_2 , M_m , J_Σ и M_c . При этом система уравнений в [3] в совокупности с уравнениями (8), (9) представляют собой математическую модель системы идентификации процессов – токов ротора $i_{2d}(t)$, $i_{2q}(t)$.

На основании системы (1) – (9) в [4] разработана структурная схема устройства идентификации параметров и токов ротора (УИП и ТР), предназначенного для работы в составе асинхронного электропривода (рис. 1).

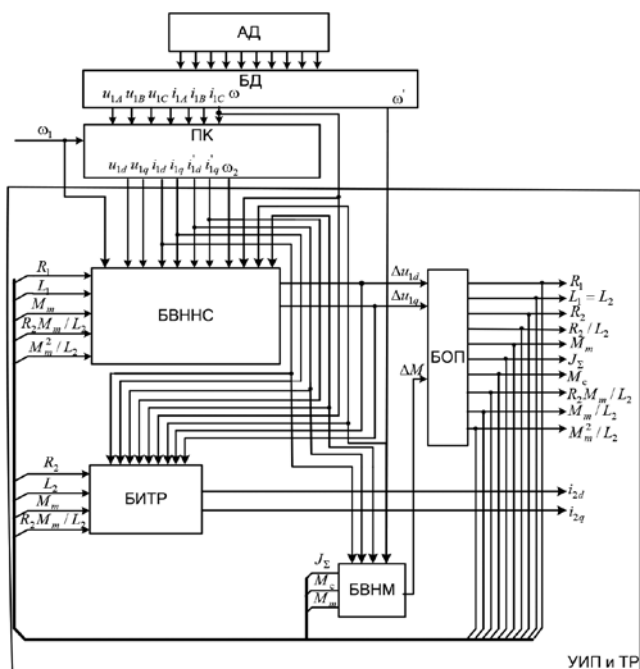


Рис. 1. Структурная схема устройства идентификации параметров и токов ротора асинхронного двигателя

Совместно с устройством идентификации используется блок датчиков (БД) и преобразователь координат (ПК). Выходными сигналами БД являются величины: $u_{1A}(t)$, $u_{1B}(t)$, $u_{1C}(t)$, $i_{1A}(t)$, $i_{1B}(t)$, $i_{1C}(t)$, $\omega(t)$ и $\omega'(t)$, которые за исключением $\omega'(t)$ подаются на ПК. Сигнал $\omega_1(t)$, поступает от системы управления электропривода.

Анализ работоспособности, эффективности, устойчивости и точности предложенного алгоритма идентификации параметров и токов ротора трехфазного АД проводился с помощью компьютерного моделирования для двигателя типа АИР80А6У2. Моделирование проводилось при начальных отклонениях оценок всех параметров от истинных значений на 50 % и 75 %. Длительность процессов идентификации параметров составила 22 с и 23 с соответственно при относительной погрешности не более 0,0004% и 0,187%. Установлено, что длительность процессов идентификации токов ротора составила 12,5 с и 19 с соответственно при относительной погрешности не более 0,47 %.

Таким образом, компьютерное моделирование подтвердило эффективность, устойчивость и высокую точность непрерывного градиентного метода идентификации параметров и токов ротора трехфазного АД, а также работоспособность разработанного устройства идентификации.

Литература

1. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. - М.: Академия; 2006. - 272 с.
2. Терехов В. М., Осипов О. И. Системы управления электроприводов. - М.: Академия; 2006. - 304 с.
3. Макаров В. Г. Идентификация параметров и токов ротора трехфазного асинхронного двигателя//Проблемы энергетики, 2010, №7 – 8. С. 101 – 116.
4. Пат. 2426219 РФ Устройство оценивания параметров асинхронного двигателя/Макаров В. Г., Афанасьев А. Ю., Яковлев Ю. А.; заявитель и патентообладатель Казан. гос. технол. ун-т. - № 2009118685/09; заявл. 18.05.2009; опубл. 10.08.2011. Бюл. № 22. 24 с.



ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УЗБЕКИСТАНА

Есбергенова А. С.,

Институт энергетики и автоматики Академии наук Республики Узбекистан, г.Ташкент

FACTORS OF ENSURING SUSTAINABLE ENERGY DEVELOPMENT AND ENERGY SECURITY OF THE REPUBLIC UZBEKISTAN

Esbergenova A.S.,

Institute of Energy and Automation, Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent

Аннотация

В статье представлены результаты выборочного исследования факторов, отражающие степень достижения стратегических целей устойчивого энергетического развития и энергетической безопасности страны. Выполнен анализ динамики ключевых индикаторов (факторов) устойчивого энергетического развития и энергобезопасности. Выявлены ряд общих закономерностей и особенностей динамики рассмотренных индикаторов. В частности, отмечена явная тенденция снижения энергоемкости экономики, стремление к диверсификации видовой структуры энергопотребления, незначительное повышение душевого потребления первичной энергии, ускоренный рост доли нетопливных источников энергии и снижение выбросов парниковых газов.

Для Узбекистана, где уже давно обеспечена ресурсная достаточность и экономическая доступность энергии, энергетическую безопасность можно определить как «состояние защищенности интересов личности, общества и государства от угроз для надежности и устойчивости энергоснабжения».

По данному определению понятия «энергетическая безопасность», а также общим принципам выбора индикаторов устойчивого развития, определенные в Концепции устойчивого развития Республики Узбекистан[1] и в Национальной Стратегии устойчивого развития Республики Узбекистан[2], разработаны нами система факторов (индикаторов) устойчивого энергетического развития и энергетической безопасности страны. Данная система включает в себя 83 первичных и расчетных экономических и энергетических показателей.

Из этого набора показателей выделена система из 12 ключевых индикаторов, которые носят комплексный характер, отражающие степень достижения стратегических целей устойчивого энергетического развития страны (таблица 1).

Данная система индикаторов обеспечивает связь с национальными приоритетами в энергетической сфере и с международной экологической политикой, дают возможность информировать общественность об устойчивости энергетического развития, обладают измеримостью, предсказуемостью, приоритетностью (по отношению к другим энергетическим показателям) и наличием временных рядов данных, что необходимо для количественного определения показателей и трендов их изменения.

Для проведения анализа нами выполнены соответствующие расчеты динамики ключевых индикаторов. Расчеты выполнены с использованием статистических данных Международного энергетического агентства[3].

Анализ динамики ключевых индикаторов устойчивости энергетического развития за период с 2000 г. по 2013 г. показал, что в результате проведения продуманной, поэтапной, системной и комплексной энергетической политики Узбекистану удалось не только сохранить энергетическую независимость, но и существенно снизить энергоемкость национальной экономики и создать одну из наиболее «зеленых» энергетических хозяйств в мире (таблица 1).



Таблица 1

Динамика ключевых индикаторов устойчивого энергетического развития и энергетической безопасности Республики Узбекистан, %

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Энергоемкость ВВП	100	96	96	89	82	71	67	61	58	48	43	44	41	34
Обеспеченность энергией	100	100	97	101	105	110	112	115	115	118	117	111	108	116
Обеспеченность электроэнергией	100	102	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
Душевое энергопотребление	100	99	102	97	95	87	87	86	88	77	73	78	78	68
Душевое электропотребление	100	98	100	99	99	96	99	93	93	92	93	92	90	92
Уровень диверсификации энергопотребления [4]	100	100	102	99	96	104	104	107	106	104	107	110	112	110
Доля ВИЭ в поставках	100	100	100	127	153	158	164	115	196	181	216	186	199	231
Доля электроэнергии в конечном потреблении	100	99	97	102	107	113	115	111	104	122	130	119	115	140
Душевое производство энергии	100	99	99	98	99	96	98	99	101	91	86	87	85	79
Эффективность системы энергоснабжения	100	101	101	100	98	99	98	99	101	98	98	99	100	96
Душевые выбросы парниковых газов	100	100	102	97	94	89	89	88	86	77	74	78	78	69
Выбросы парниковых газов на ед. энергопотребления	100	101	101	100	99	102	102	103	98	99	99,7	99,3	99	99

В результате анализа выявлены ряд общих закономерностей и особенностей динамики рассмотренных индикаторов. В частности, отмечена явная тенденция снижения энергоемкости экономики, стремление к диверсификации видовой структуры энергопотребления, незначительное повышение душевого потребления первичной энергии, ускоренный рост доли нетопливных источников энергии и снижение выбросов парниковых газов.

Литература

1. Концепция устойчивого развития Республики Узбекистан. 1998 г.
2. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Узбекистан. 1999 г.
3. Международное энергетическое агентство <https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=Uzbekistan&product=balances>
4. Васиков А.Р., Салихов Т.П., Есбергенова А.С. Количественный анализ диверсификации энергопотребления. Объединенный симпозиум «Энергетика России в XXI веке – Энергетическая кооперация в Азии (АЕС2010)»: 30 августа - 3 сентября 2010. - Иркутск, Россия, 2010.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ
ПО ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ СНИЖЕНИЯ
НОМИНАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ**

Альмиева Д.С., Галеева Р.У.,

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

**AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NEGATIVE SEQUENCE VOLTAGE
RATIO ON AN INDUCTION MOTOR'S DERATING FACTOR AND
ON AN INCIDENTAL LOSSES'S FACTOR**

Almиеva D.S., Galeeva R.U.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

Состояние вопроса: Для электрических сетей часто характерен несимметричный режим работы, вызванный наличием несимметричной нагрузки. Несимметрия напряжения по обратной последовательности вызывает рост потерь активной мощности в асинхронных электродвигателях и приводит к ухудшению параметров рабочего режима. В стандарте МЭК 60034-26 имеется график ухудшения параметров для несимметрии напряжения, который может быть использован в случае выявления данного показателя качества электроэнергии. Учет несимметрии напряжения при выборе номинальной мощности электродвигателей с различными конструктивными особенностями является актуальной задачей.

Материалы и методы: Исследование влияния несимметрии напряжения по обратной последовательности на выбор номинальной мощности асинхронных электродвигателей проводилось с учетом статистического анализа результатов расчетов.

Результаты: Выявлено влияние несимметрии напряжения по обратной последовательности на выбор номинальных параметров АД различных классов напряжений, типов и моделей.

Выводы: Результаты расчетов могут быть применены для выбора номинальной мощности АД в условиях работы сети с несимметричными нагрузками.

Ключевые слова: Несимметрия напряжения по обратной последовательности, коэффициент снижения номинальной мощности, ухудшение рабочих параметров АД, коэффициент дополнительных потерь.

Annotation

Background: Asymmetrical duty cycle, which are generated by unbalanced loads, often characteristics for electrical grids. The negative – sequence voltage ratio causes the real-power losses' growth in induction motors and leads to degradation of operating parameters. IEC standard has a diagram of operating parameters' degradation, which can be used in case exposure of this Unified Power Quality Index. Introduction of voltage unbalance is a relevant objective by choosing the induction motors' nominal rating power with various design features.

Materials and methods: An investigation of the effect of negative sequence voltage ratio on a choosing of induction motors' nominal rating are hold with statistic analysis.

Results: An investigation of the effect of negative sequence voltage ratio on the choosing of induction motors' rating index with varied voltage classes, types and models are elucidated.

Conclusions: Calculation data can be applied for nominal rating powers' of induction motors under the unbalanced network.

Key words: negative sequence voltage ratio, derating factor, degradation of operating parameters, additional losses factor.

При несимметричных режимах работы АД, для создания обратного момента трехфазный электродвигатель потребляет дополнительную мощность из сети, что можно рассматривать



как дополнительные потери мощности.

Дополнительные потери в меди от несимметрии, отнесенные к номинальной мощности определяются по выражению

$$\Delta P_{\text{доп.АД}} = 2,41 K_{\text{АД}} K_{2U}^2 \quad (1)$$

где $K_{\text{АД}}$ – безразмерный коэффициент, зависящий от параметров двигателя;

K_{2U} – коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности

Коэффициент, зависящий от параметров двигателя может быть определен по выражению [3]

$$K_{\text{АД}} = \frac{\Delta P_{\text{м1ном}} I_{\text{п}}^2}{P_{\text{н}}} = \frac{R_{\text{л}} I_{\text{п}}^2}{\eta_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{ном}}} \quad (2)$$

где $P_{\text{н}}$ – номинальная активная мощность двигателя; $\Delta P_{\text{м1ном}}$ – потери в меди статора при номинальном токе основной частоты; $I_{\text{п}}$ – кратность пускового тока при номинальном напряжении.

Определим зависимость коэффициента $K_{\text{АД}}$ от каталожных данных – кратности максимального момента, кратности пускового тока, номинального коэффициента мощности при различных кратностях тока холостого хода, используя известные выражения для характеристик АД.

Зависимости номинальных значений $\cos \varphi_{\text{ном}}$ и $\sin \varphi_{\text{ном}}$ от кратности максимального момента M_{max} и кратности тока холостого хода $\frac{I_{\mu}}{I_{\text{ном1}}}$ определены по формулам [4]

$$\sin \varphi_{\text{ном}} = \frac{I_{\mu}}{I_{\text{ном1}}} + \frac{I'_{2\text{ном}}}{I_{1\text{ном}} \sqrt{2M_m(M_m + \sqrt{M_m^2 - 1})}} \quad (3)$$

$$\cos \varphi_{\text{н}} = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi_{\text{н}}}$$

С другой стороны отношение приведенного тока ротора к току статора [4]

$$\frac{I'_{2\text{ном}}}{I_{\text{ном1}}} = \sqrt{1 - \left(\frac{I_{0\text{ном}}}{I_{\text{ном1}}}\right)^2} \cdot \sqrt{\frac{M_m + \sqrt{M_m^2 - 1}}{2M_m}} - \frac{I_{0\text{ном}}}{I_{\text{ном1}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2M_m(M_m + \sqrt{M_m^2 - 1})}} \quad (4)$$

Таким образом, подставляя выражение относительного тока ротора из выражения (4) в формулу (3) и далее в выражение (2) получим зависимость $K_{\text{АД}}$ от параметров асинхронного двигателя.

Таким образом, зная каталожные параметры конкретного двигателя или серии двигателей, можно найти соответствующий коэффициент $K_{\text{АД}}$ для узла нагрузки с двигателями большой единичной мощности для более точного определения потерь мощности в меди при несимметрии напряжения. Были проведены расчеты и построены зависимости $K_{\text{АД}}$ для АД серии 4А от кратности максимального момента M_{max} при различных кратностях пускового тока и кратностях тока холостого хода (рис.1).

Так увеличение кратности пускового момента от 1.8 до 2.6 приводит к уменьшению коэффициента $K_{\text{АД}}$ на 25 % при кратности пускового тока $I_{\text{п}} = 3$ и на 63 %. Из кривых $K_{\text{АД}} = f(M_m)$ следует, что влияние каталожных данных АД на величину $K_{\text{АД}}$ весьма велико. Согласно [4] значение коэффициента $K_{\text{АД}}$ для всей промышленности в целом принимаются



равными 1,85. Максимальное значение $K_{\text{АД}}$ для легкой промышленности - 2,91 минимальное - 1,07 для угольной отрасли. Погрешность в определении $K_{\text{АД}}$ может составлять несколько десятков процентов.

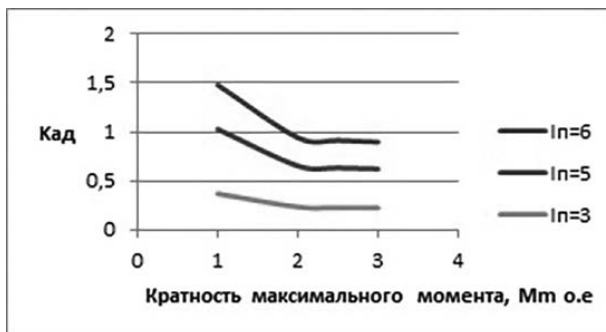


Рис.1. Кривые зависимости коэффициента $K_{\text{АД}}$ от кратности максимального момента M_m при различных кратностях пускового тока

Применяя обобщенные табличные значения $K_{\text{АД}}$ могут возникнуть значительные погрешности в расчетах, что не допустимо с точки зрения перегрева.

Стандарт МЭК 60034-26 содержит график ухудшения параметров асинхронных электродвигателей при несимметрии напряжений, который может использоваться, когда эти явления выявлены или могут появиться в питании электродвигателя.

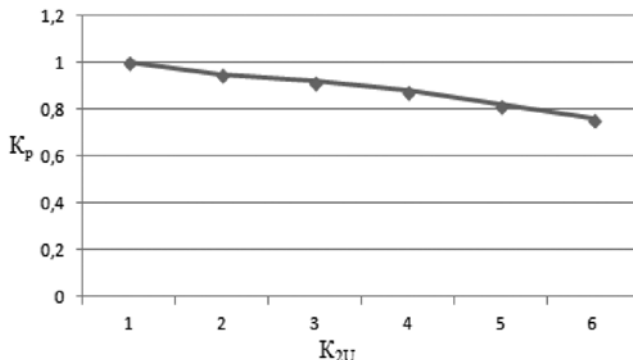


Рис.2. График ухудшения параметров двигателя согласно дисбалансу (несимметрии) напряжения

Коэффициент снижения мощности при несимметрии напряжений источника питания определяется по формуле:

$$K_2 = \frac{P_{\text{ном}}}{P_{\text{ном}} + \Delta P_{2U}} = \frac{P_{\text{ном}}}{P_{\text{ном}} + I_{\text{п}}^2 \Delta P_{\text{ном}} K_{2U}^2} \frac{P_{\text{ном}}}{P_{\text{ном}}} = \frac{1}{1 + K_{\text{ад}} K_{2U}^2} \quad (5)$$

где $P_{\text{ном}}$ - номинальная мощность АД, ΔP_{2U} - потери мощности АД при несимметрии напряжения по обратной последовательности, $I_{\text{п}}$ - кратность пускового тока, $K_{\text{ад}}$ - коэффициент дополнительных потерь, K_{2U} - коэффициент несимметрии по обратной последовательности.

Этот коэффициент снижения номинальной мощности используется:

- для учета несимметрии напряжения при выборе АД
- для снижения рабочего тока двигателя относительно номинального тока путем выбора двигателя с завышенным номиналом электродвигателей.



Вывод

1. Существенное влияние на дополнительные потери мощности в меди от несимметрии напряжения по обратной последовательности оказывает кратность максимального момента, кратность максимального тока и кратность тока холостого хода. При определении КАД учет конструктивных особенностей высоковольтных АД позволил существенно повысить точность расчетов при определении потерь мощности от несимметрии напряжения.

Несимметрия напряжения уменьшает располагаемую мощность электродвигателя.

2. Для оптимального выбора АД при работе сети с несимметричными нагрузками, необходимо учитывать снижение номинальной мощности электродвигателя.

Литература

1. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2013. – 10 с
3. Дед А.В. Дополнительные потери мощности в электрических сетях при несимметричной нагрузке / А. В. Дед [и др.] // Омский научный вестник. –2013. – №1 (117). – С. 157–158.
4. И.А. Сыромятников. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. Энергоатомиздат, М., 1984.
5. Долингер С. Ю. Оценка дополнительных потерь мощности от снижения качества электрической энергии в элементах систем электроснабжения / С. Ю. Долингер, А. Г.



ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СУБСТАНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Сандугей Н.С., Кузнецова И.В., Гильмутдинов И.И.,
Гильмутдинов И.М., Сабирзянов А.Н.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», г.Казань*

OBTAINING COMPOSITE DRUG SUBSTANCES USING ENERGY-EFFICIENT SUPERCRITICAL TECHNOLOGY

*Sandugey N.S., Kuznetsova I.V., Gilmutdinov I.I., Gilmutdinov I.M., Sabirzyanov A.N.,
Kazan State Technological University, Kazan*

Аннотация

В настоящее время существует ряд способов по использованию сверхкритических флюидов для получения лекарственных форм пролонгированного действия. Метод PGSS (Particles from Gas Saturated Solutions) является одним из наиболее перспективных, суть которого заключается в получении композитных частиц из газонасыщенного раствора. Целью проводимого исследования является анализ полученных лекарственных форм на основе ибупрофена и полимолочной кислоты, а также определение зависимости среднего размера полученных частиц от давления в системе. Полученные данные подтверждают присутствие ибупрофена и полимолочной кислоты в полученных образцах. Было выяснено, что повышение давления в системе приводит к уменьшению среднего размера композитных частиц.

Annotation

Currently there are several methods for using supercritical fluids for prolonged action dosage forms. Method PGSS (Particles from Gas Saturated Solutions) is one of the most promising, it is to produce composite particles of gas-saturated solution. The purpose of the study is the analysis of dosage forms on the basis of Ibuprofen and polylactic acid, as well as the definition according to the average size of the particles obtained from the pressure in the system. The findings confirm the presence of ibuprofen and the polylactic acid obtained in the samples. It was found that increasing the pressure in the system decreases the average particle size of the composite.

Введение

Современная фармацевтическая промышленность ориентирована на создание лекарственных форм пролонгированного действия, в которых происходит замедленное высвобождение лекарственного вещества, что обеспечивает более длительное действие. Использование полимерного носителя в лекарствах обеспечивает защиту лекарственного вещества от инактивации желудочным соком и равномерное поступление лекарства в течение длительного времени. Также эффективность лекарственных форм напрямую зависит от размер частиц. Малые размеры улучшают растворимость и биодоступность препарата. Таким образом, контролируя средний размер частиц, можно создавать лекарства направленного действия.

Традиционные методы получения лекарственных форм зачастую связаны с необходимостью очистки продукта, что ведет к дополнительным энергетическим затратам. Использование сверхкритических флюидных технологий позволяет избежать данных затрат, так как по завершению процесса сверхкритический флюид переходит в газообразное состояние, освобождая полученный продукт от остаточного растворителя. Использование в качестве сверхкритического флюида диоксид углерода позволяет также снизить энергозатраты на проведение процесса, в силу невысоких критических параметров. Также сверхкритический диоксид углерода является нетоксичным и негорючим газом, что обеспечивает более высокую безопасность и экологичность проведения процесса.



Одним из методов получения объектов сложного состава является процесс получения частиц из газом насыщенных растворов (PGSS). Принцип PGSS заключается в растворении фазы, находящейся под давлением (в субкритическом или сверхкритическом состоянии), в расплаве (как правило, полимера) с последующим быстрым сбросом давления в реакторе, содержащем насыщенный газом раствор/расплав, что приводит к образованию наночастиц.

В данной работе исследовали процесс получения композиционных частиц ибупрофен/полимолочная кислота методом PGSS.

Описание методики проведения эксперимента и анализа образцов

Для получения композиционных материалов методом PGSS была создана установка на основе RESS - 100 фирмы Thar Inc. (США) [1], изображенная на рисунке 1.

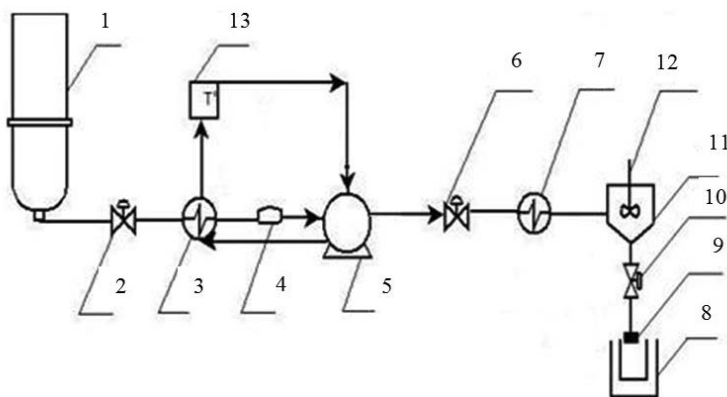


Рис. 1. Экспериментальная установка для получения композиционных частиц методом PGSS

Диоксид углерода из баллона (1) с первоначальным давлением 5-6 МПа поступает в охлаждающий теплообменник (3). После перехода в жидкую фазу CO_2 поступает в насос (5), где сжимается до заданного давления. После прохождения электроподогреваемого теплообменника (7) CO_2 переходит в сверхкритическое состояние и поступает в насытитель (11), где сверхкритический флюид растворяет исследуемые вещества. После насыщения сверхкритического раствора исследуемым веществом (порядка 15 мин) открывается вентиль (10). Из насытителя сверхкритический раствор поступает в подогреваемое расширительное устройство (9), в котором происходит падение давления. В результате сверхкритический растворитель утрачивает растворяющую способность. Расширение происходит в камеру расширения (8) в течение 2 мин, после чего производится отбор пробы.

С целью определения среднего размера, полученные образцы были проанализированы на микроскопе Levenhuk T670D. С помощью фотокамеры, фиксируемой на объективе, был получен ряд изображений, которые в дальнейшем обрабатываются с помощью программного обеспечения фирмы Levenhuk.

Состав полученных композитных частиц определялся с помощью порошкового дифрактометра D2 Phaser (фирма-производитель Bruker AXS GmbH). Обработка полученных дифракционных спектров проводилась программным пакетом DIFFRAC.SUITE. Фазовая идентификация проводилась по базе дифракционных данных ICDD PDF-2 Release 2013 с помощью программного модуля DIFFRAC.EVA (v-3.1).

Результаты

В качестве исследуемых веществ использовали ибупрофен (производства ОАО «ТАТ-ХИМФАРМПРЕПАРАТЫ») и полимолочную кислоту (производства ООО «РЭК»). Дифрак-



ционные спектры исходных веществ и полученных образцов представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

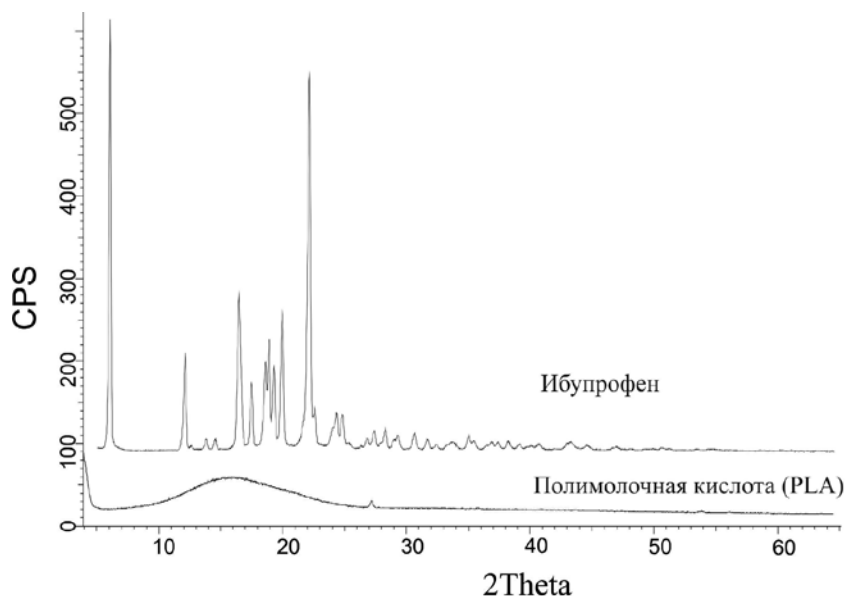


Рис. 2. Дифракционные спектры исходных веществ

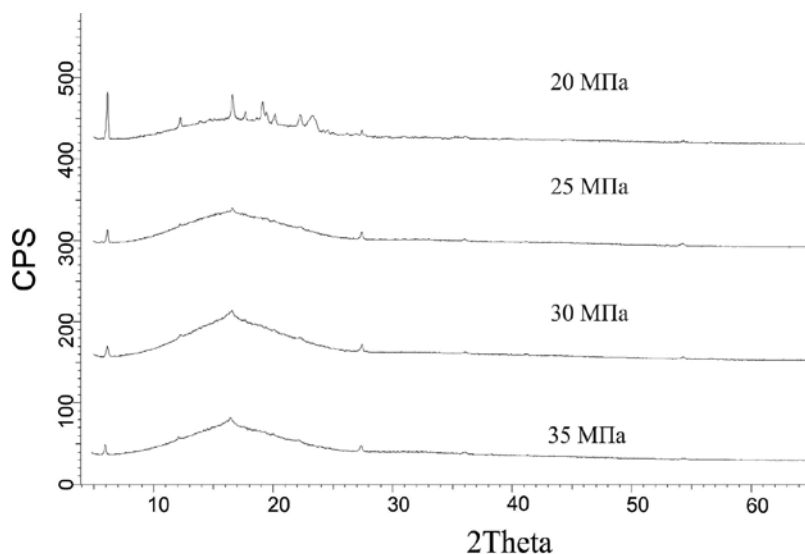


Рис. 3. Дифракционные спектры полученных образцов при различных давлениях

Полученные дифракционные спектры показывают присутствие ибупрофена и полимолочной кислоты в образцах. Таким образом, по завершению процесса мы получаем готовый продукт, не требующий дополнительной отчистки и обработки.

На рисунке 4 представлена зависимость среднего поперечного размера полученных образцов от давления в системе.

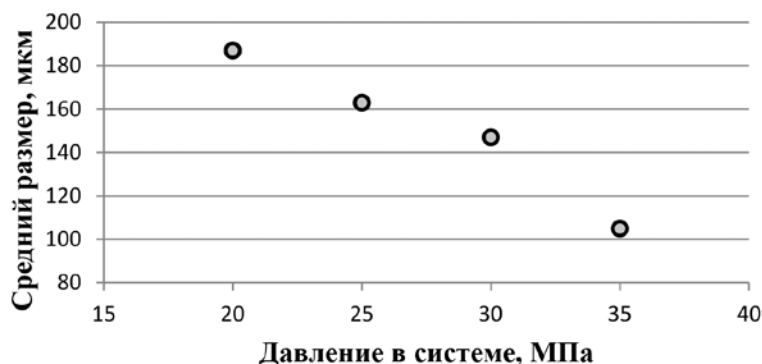


Рис. 4. Зависимость среднего размера композитных частиц ибупрофен/полимолочная кислота от давления в системе

Из рисунка 4 следует, что повышение давления ведет к уменьшению среднего размера получаемых частиц. Данное явление объясняется тем, что при повышении давления увеличивается растворимость ибупрофена в сверхкритическом диоксиде углерода и как следствие увеличивает степень перенасыщения системы на выходе из устройства расширения [2]. Данные условия приводят к увеличению скорости зародышеобразования и образованию большего числа частиц с меньшим размером.

Заключение

Выполненная работа и ее результаты подтверждают предположения относительно перспективности использования сверхкритических флюидов в процессах получения наноструктурных композиционных материалов.

Полученные результаты показывают, что размер микрочастиц существенно зависит от параметров используемого сверхкритического флюида и условий проведения опыта. Представленные дифракционные спектры указывают на присутствие ибупрофена и полимолочной кислоты в полученных образцах и отсутствие посторонних примесей и остаточного растворителя.

Выполненная работа и ее результаты подтверждают предположения относительно перспективности использования сверхкритических флюидов в процессах получения наноструктурных композиционных материалов.

Литература

1. Gil'mutdinov I.M. Comminution of pharmaceutical substances by the adiabatic expansion of supercritical fluid solutions / I. M. Gil'mutdinov*, I. I. Gil'mutdinov, I. V. Kuznetsova, A. N. Sabirzyanov // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2016. –Т.50. – №1. – 18-31 p.
2. Кузнецова И.В. Растворимость ибупрофена в сверхкритическом диоксиде углерода / И.В. Кузнецова, И.И. Гильмутдинов, И.М. Гильмутдинов, А.А. Мухамадиев, А.Н. Сабирзянов // Вестник технологического университета. – 2012. –Т.7.- №3. – 80-90 с.
3. Кузнецова И.В. Гидродинамика и зародышеобразование в канале и свободной струе в процессе быстрого расширения сверхкритического раствора / И.В. Кузнецова, И.И. Гильмутдинов, И.М. Гильмутдинов, А.А. Мухамадиев, А.Н. Сабирзянов // Вестник технологического университета. – 2012. –Т.15.- №1. – 111-118 с.



ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ УКРАИНЫ

Трачук А.Р., Розен В.П.,

*Национальный Технический Университет Украины «Киевский политехнический институт»,
Институт энергосбережения и энергоменеджмента, г.Киев*

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF FUEL AND ENERGY COMPLEX OF UKRAINE

Trachuk A.R., Rosen V.P.,

*National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Institute for
Energy Saving and Energy Management, Kyiv*

Аннотация

В статье рассматриваются актуальные вопросы использования энергетических ресурсов топливно-энергетическим комплексом Украины. Анализируется эффективность использования этих ресурсов и последствия.

Annotation

The article deals with topical issues of the use of energy resources, fuel and energy complex of Ukraine. We analyze the efficiency of the use of these resources and the consequences.

Вопросам повышения эффективности использования энергетических ресурсов в мировой энергетической сфере сегодня уделяется особое внимание как на уровне международных энергетических организаций (ВЭР, МЭА, Сигрэм, Секретариат Энергетической Хартии др.), так и стран-членов ОЭСР, Европейского союза, а также, в последние годы в большинстве стран СНГ, в том числе России и Украины.

Постановка проблемы.

Энергоэффективность - это направление деятельности, которое одновременно способствует решению трех основных целей энергетической политики:

- Повышению энергетической безопасности;
- Повышению конкурентоспособности продукции, прежде всего в промышленности;
- Снижению выбросов парниковых газов.

Актуальность исследования

Основными факторами, обуславливающими необходимость повышения энергоэффективности в странах ОЭСР, ЕС, СНГ является стремление к повышению уровня энергетической безопасности, конкурентоспособности и уменьшение влияния на изменения климата. Это особенно важно в условиях выхода страны из финансово-экономического кризиса и соответствующих ценовых диспропорций на энергоресурсы, прежде всего для импортозависимых стран.

В этих условиях возрастает роль использования альтернативных и возобновляемых источников энергии. Комплексное использование различных видов альтернативной энергетики является частью государственной энергетической политики стран и способствует в соответствующей степени снижению их энергетической зависимости.

Анализ последних исследований и публикаций

Среди научных работ, содержащие научную разработку вопросов развития рынка энергоресурсов Украины, причин его дисбаланса, анализа потребления и производства энергоресурсов, роли энергетических ресурсов в общем развитии экономик Украины, следует отметить научные труды таких отечественных и зарубежных ученых как Б. Коробко, Г. Семенова,



С. Маркова, В. Гайдука, А. Дмитриевского, С.И. Юрия, В.И. Остальского, В.С. Самохвалова, М. Юдевича, О.Б.Иванова, А.С. Бешты, В.И. Корсуна, Б. Маевского и многих других.

Основные результаты исследования

Низкая эффективность использования топливно-энергетических ресурсов в технологических процессах, преобладание энергоемких отраслей в структуре экономики, дальнейший рост промежуточного потребления материалов и сырья, в том числе энергетических ресурсов, приводит к сохранению высокого уровня энергоемкости ВВП в Украине. Неэффективное использование значительных объемов дефицитных энергоресурсов становится реальной угрозой национальной безопасности Украины в экономической, энергетической, экологической и социальной сферах. Уровень энергоэффективности национальной экономики более чем в 2,3 раза ниже, чем в странах ОЭСР, почти в 2,9 раза ниже средневропейского и в 2,1 раза - среднемирового.

В структуре потребления топливно-энергетических ресурсов в Украине на природный газ приходится 37,53% от общего его объема, на уголь - 31,06%, на нефть и нефтепродукты - 12,51%, на атомную энергию - 16,50%, на электроэнергию, произведенную гидроэлектростанциями - 2,4%.

Снижение потребления природного газа за 2008 и 2009 годы на 25,6% (17,6 млрд.м.куб.) обусловлено, как повышением уровня энергоэффективности в отраслях экономики, так и значительным снижением объемов производства в энергоемких отраслях в условиях финансово-экономического кризиса. [1]

Энергетика Украины является основой развития отраслей экономики страны, путем обеспечения их надежного, качественного и безопасного электро- и теплоснабжения. Стратегическими целями развития топливно-энергетического комплекса страны должны стать его экономическая эффективность на основе внедрения новейших технологий производства, передачи и поставки энергоресурсов для обеспечения конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках.

Вместе с тем, эффективность использования энергетических ресурсов в энергетике Украины остается низкой по сравнению со странами Евросоюза и большинством страны ОЭСР. Это обусловлено неудовлетворительным состоянием основных фондов тепловых электростанций - около 80% оборудования ТЭС и ТЭЦ физически и морально изношены, более 60% оборудования электроподстанций и линий электропередач находятся в технически неудовлетворительном состоянии. В результате удельный расход топлива на энергоблоках ТЭС за период 1990 - 2009 лет выросли с 346,1 до 388,0 г у.т. на производство 1 кВт * ч электроэнергии, в аналогичных пропорциях выросли и расходы топлива на производство теплоэнергии.

Необходимость повышения энергетической эффективности украинской экономики, реализация стратегии на европейскую интеграцию страны требуют неотложной организации работы по анализу выполнения ныне действующих программ в сфере ТЭК.

Реализация целей и задач Энергетической стратегии практически не реальна без соответствующего опережающего развития отечественного машиностроения, в том числе энергетического, приборостроения и строительного комплекса, как одной из предпосылок конкурентоспособности отечественных предприятий на европейском и мировом рынках.

Учитывая, что вопрос энергоэффективности экономики и отмеченные проблемы развития электроэнергетики взаимосвязаны и подлежат комплексному решению, работы по внесению изменений и дополнений в Энергетической стратегии целесообразно начать с анализа основных направлений макроэкономических показателей и структурных сдвигов в экономике страны, определенных согласованной на правительственном уровне экономической стратегии Украины. Одновременно необходимо учесть динамику и структуру объемов производства, определенных отраслевыми программами, прежде всего наиболее энергоемких отраслей промышленности, транспорта и строительства. Такая организация работы позволит сформировать реальный прогнозный топливно-энергетических баланс, балансы электро- и теплоэнергии, добычи угля, добычи и необходимого импорта нефти,



природного газа и других ресурсов, в качестве основы для определения реальных объемов ввода новых мощностей топливно-энергетического комплекса. [2]

С учетом прогнозируемой динамики развития экономики страны, в частности, показателей прироста ВВП, ценовых тенденций на мировых рынках топливных ресурсов и соответствующей корректировки приростов энергопотребления и изменения других показателей экономического развития в прогнозируемых периодах и экономически и технически целесообразного потенциала нетрадиционных и возобновляемых источников энергии возможно существенное снижение предусмотренных стратегией объемов производства электроэнергии и введения новых мощностей на АЭС и ТЭС с соответствующей коррекцией финансовых, экологических и других параметров, определенных стратегией. Особое внимание следует уделить просмотру задач и темпов повышения энергоэффективности экономики страны - определенный Стратегией к 2030 году ориентир снижения энергоемкости ВВП до 0,41 кг у.т. / долл. США (0,29 кг н.э. / долл.) явно недостаточно в условиях реализации евроинтеграционного курса страны. Энергоемкость ВВП стран ЕС уже к концу 2013 составляла 0,14 кг н.э. / долл. США (в 2,8 раза ниже, чем в Украине), с учетом поставленной Европарламентом задачу к 2020 году он будет снижен до 0,12 кг н.э. / долл. США, что практически сохранит действующий сегодня значительный разрыв по энергоэффективности экономики Украины и стран Евросоюза. [3]

Все это должно стать основой для организации и проведения работы по корректировке основных показателей, внесении изменений и дополнений в Энергетической стратегии в соответствии с провозглашенной Президентом Украины Программы экономических реформ на 2015 - 2020 гг.

Несмотря на принятие ряда законов Украины и соответствующих подзаконных актов, системности действий по реализации государственной политики энергосбережения не наблюдалось, введены механизмы управления энергосбережением не имеют должного влияния на процессы, определяющие уровень энергоэффективности национальной экономики.

Выводы и перспективы использования результатов исследования

Безотлагательное внедрение указанных реформ и приоритетных проектов, а также организация работы по реализации Государственной целевой экономической программы энергоэффективности на 2015 - 2020 гг. Утвержденной Правительством, позволит значительно повысить уровень энергетической эффективности экономики, уменьшить зависимость от импорта топливно-энергетических ресурсов и повысить уровень энергетической безопасности государства.

Литература

1. Коробко Б. Концепция долгосрочного развития топливно-энергетического комплекса Украины // Развитие государства. - 2008. - № 11-12.
2. Мельничук Л. Топливо-энергетический комплекс Украины // Коллега. - 2009. - №4-5.
3. Пендзин А. Анализ современного состояния топливно-энергетического комплекса Украины // Евroatлантикинформ. - 2006. - № 2.



ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ЦЕХОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Игнатьева С.Б., Грачева Е.И.,

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

OPTIMUM OPERATING MODE OF WORKSHOP TRANSFORMERS

Ignatyeva S.B., Gracheva E.I.,

Kazan State Power Engineering University (KSPEU), Kazan

Аннотация

В статье рассмотрены эффективные режимы работы цеховых трансформаторов с точки зрения минимизации потерь мощности в них. Дано аналитическое и графическое определение значениям граничных мощностей нагрузки, при которых эффективно изменять режим работы подстанций с трансформаторами разной номинальной мощности.

Annotation

Effective modes workshop transformers in terms of minimizing power losses in them are discussed in the article. There is the analytical and graphical definition of the boundary values of load capacity for which effectively change the mode of operation of substations with transformers of different rated power.

В условиях постоянного увеличения цен на топливно-энергетические ресурсы остро стоит проблема энергосбережения, затрагивающая все отрасли народного хозяйства страны. Данная проблема актуальна и для энергетики.

Экономичный режим работы трансформаторов определяет число одновременно включенных трансформаторов, обеспечивающих минимум потерь электроэнергии в этих устройствах.

Наиболее экономичный режим соответствует нагрузке трансформаторов, пропорциональной их номинальной мощности. Экономическое распределение нагрузок между параллельно работающими трансформаторами наступает в том случае, если их параметры одинаковы. К сожалению, на практике не удается достигнуть такого положения, чтобы на каждой подстанции трансформаторы были однотипными. Допускается параллельная работа разнотипных трансформаторов, если отношение их мощностей не более 1: 3, напряжения короткого замыкания отличаются не более чем на 10 %, напряжения ответвлений - не более чем на 0.5 % и группы соединений обмоток одинаковые.

Исследуем возможность оптимального режима трансформаторов механического цеха авторемонтного завода мощностью 1000 кВА при эксплуатации одного трансформатора мощностью 1000 кВА или двух трансформаторов мощностью по 630 кВА.

Исходные данные:

$\Delta P_{xx1} = 1,55$ кВт - потери холостого хода трансформатора;

$\Delta P_{кз1} = 10,2$ кВт - короткого замыкания трансформатора;

$I_{xx1} = 1,8$ % - ток холостого хода трансформатора;

$U_{кз1} = 5,5$ % - напряжение короткого замыкания трансформатора;

$S_{н1} = 1000$ кВА - номинальная мощность трансформатора;

$K_{\Sigma} = 0,07$ кВт/квар - коэффициент потерь.

На рис.1 представлен годовой график электрической нагрузки механического цеха, а на рис.2 - годовой график электрической нагрузки механического цеха по продолжительности.

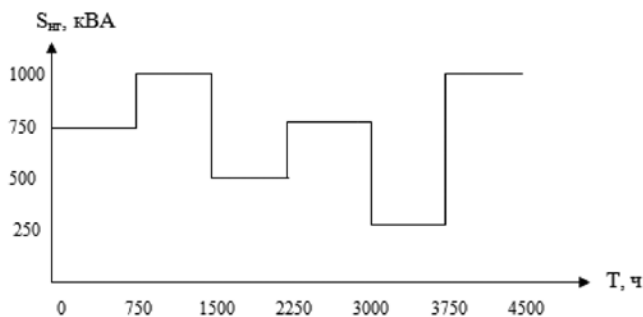


Рис.1. Годовой график электрической нагрузки механического цеха

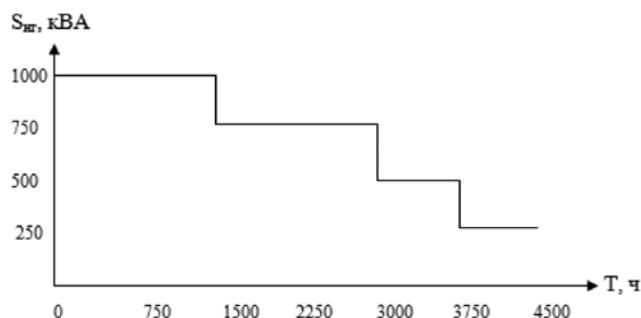


Рис.2. Годовой график электрической нагрузки механического цеха по продолжительности

Построим зависимости потерь активной мощности в трансформаторах от полной мощности нагрузок $\Delta P = f(S_{нг})$ (рис.3) для одного ($\Sigma \Delta P_{(1)}$) и двух ($\Sigma \Delta P_{(2)}$) одновременно работающих трансформаторов.

Определим приведенные потери мощности для построения этих кривых

$$\Sigma \Delta P = n(\Delta P_{xx1} + k_3 \Delta Q_{xx1}) + \frac{1}{n}(\Delta P_{кз1} + k_3 \Delta Q_{кз1}) K_3^2.$$

$S_{нг}, \text{кВА}$	200	300	400	500	600	800	1000
$\Sigma \Delta P_{(1)}$	3.4	4.1	5.1	6.3	7.8	9.1	10.2
$\Sigma \Delta P_{(2)}$	5.7	5.8	5.9	6.1	6.3	6.74	7.37

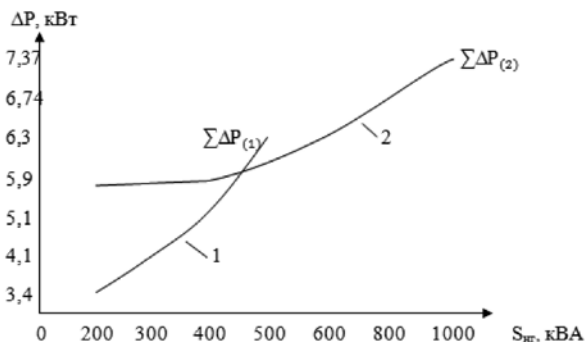


Рис.3. График зависимости активных потерь от нагрузки трансформаторов: 1- 1х1000кВА, 2- 2х630кВА.

Таким образом, при изменении $S_{нг}$ от 200 кВА до 450 кВА экономически выгодна работа 1-го трансформатора мощностью 1000 кВА, а при $S_{нг} > 450$ кВА следует включить 2 трансформатора по 630 кВА.



Определим затраты для механического цеха:

$$З_1 = p_n \cdot K_1 + И_1 = 0,15 \cdot 500 + 494 = 569 \text{ тыс. руб.}$$

$$З_2 = p_n \cdot K_2 + И_2 = 0,15 \cdot 500 + 265 = 340 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, второй вариант более экономичный.

Исследуем возможность оптимального режима цеховых трансформаторов мощностью 2х630 кВА или 3х400 кВА литейного цеха авторемонтного завода.

Исходные данные:

$$\Delta P_{xx2} = 1,9 \text{ кВт} - \text{потери холостого хода трансформатора};$$

$$\Delta P_{кз2} = 4,7 \text{ кВт} - \text{короткого замыкания трансформатора};$$

$$I_{xx2} = 1,6 \% - \text{ток холостого хода трансформатора};$$

$$U_{кз2} = 5,5 \% - \text{напряжение короткого замыкания трансформатора};$$

$$S_{н2} = 630 \text{ кВА} - \text{номинальная мощность трансформатора};$$

$$K_3 = 0,07 \text{ кВт/квар} - \text{коэффициент потерь.}$$

На рис. 4 и 5 приведены годовые графики нагрузки и по продолжительности приемников литейного цеха.

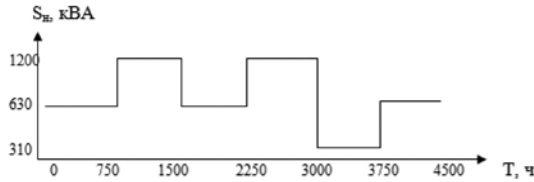


Рис. 4. Годовой график электрической нагрузки литейного цеха.

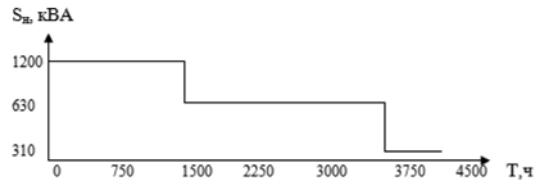


Рис. 5. Годовой график электрической нагрузки литейного цеха по продолжительности

При наличии на подстанции двух или более трансформаторов различной мощности целесообразно строить кривые зависимости потерь от нагрузки трансформаторов.

Определим приведенные потери мощности для построения кривых $\Delta P = f(S_{нг})$ (рис.6), одновременно работающих трансформаторов для случая двух ($\Sigma \Delta P_{(2)}$) по 630 кВА или трех ($\Sigma \Delta P_{(3)}$) трансформаторов мощностью по 400 кВА.

$S_{нг}, \text{кВА}$	63	126	189	252	378	504	630
$\Sigma \Delta P_2$	5,19	5,24	5,27	5,3	5,5	5,7	6,1
$\Sigma \Delta P_3$	7,71	7,77	7,8	7,85	7,9	7,93	8

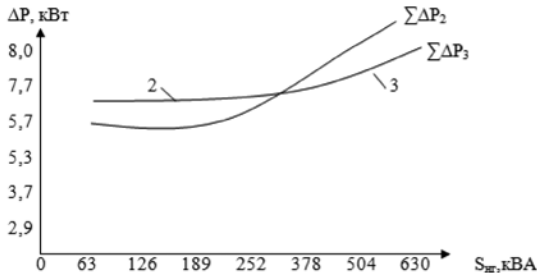


Рис.6. График зависимости активных потерь от нагрузки трансформаторов: 2- 2х630 кВА, 3- 3х400 кВА.



Рис.6 показывает, что при изменении нагрузки $S_{нг}$ от 63 до 370 кВА целесообразна работа 2-х трансформаторов, а при нагрузке $S_{нг}$ свыше 370 кВА экономически выгодна работа 3-х трансформаторов.

Определим затраты для литейного цеха:

$$З_2 = p_n \cdot K_1 + И_1 = 0,15 \cdot 503 + 264 = 339 \text{ тыс. руб.}$$

$$З_3 = p_n \cdot K_2 + И_2 = 0,15 \cdot 503 + 134 = 209 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом путём определения затрат по каждому из вариантов приходим к выводу, что наиболее экономически-целесообразным является второй вариант.

При номинальном режиме трансформаторов экономически целесообразного режима работы трансформаторов, с целью экономии электроэнергии, следует исходить из следующих положений:

- не должна снижаться надёжность электроснабжения потребителей;
- трансформаторы должны снабжаться устройством автоматического ввода резерва;
- целесообразно автоматизировать операции включения и отключения трансформаторов.

Необходимо отметить, что работа трансформаторов в режиме холостого хода вызывает излишние потери, как отмечалось, не только в самом трансформаторе, но и во всей системе питания из-за низкого коэффициента мощности при работе на холостом ходу.

Литература

1. Белашов В.Ю. Составление и анализ балансов потребления электрической энергии промышленными предприятиями: учеб. пособие / В.Ю. Белашов, В.О. Иванов, Е.И. Грачева. // – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2003. – 148 с.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ НА СКОЛЬЗЯЩЕМ РЕЖИМЕ УПРАВЛЕНИЕ С ЛИНЕЙНОЙ НЕЗАВИСИМОСТЬЮ СТОЛБЦОВ ВХОДА И ВЕКТОРА ВОЗМУЩЕНИЙ

Мещанов А. С., Султанова А. Ф.,

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

ENERGY-SAVING ON SLIDING REGIMES CONTROL WITH LINEAR INDEPENDENCY OF ENTER COLUMNS AND DISTURBANCE VECTOR

Mechshanov A.S., Sultanova A.F.,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev, Kazan

Аннотация

Предлагаются новые методы синтеза разрывного векторного стабилизирующего управления и его подвижных многообразий скольжения для приведения систем с линейными стационарными объектами в скользящий режим при невыполнении известных условий инвариантности системы скользящего режима к номинальным и неопределенным ограниченными возмущениям. Обеспечивается преимущество в качестве переходных процессов и в малых и минимальных энергетических затратах на управление.

Annotation

Propose new methods for the synthesis of a discontinuous stabilizing vector control and moving the sliding manifolds to bring systems with linear stationary objects in sliding mode with non-compliance of certain conditions invariance of the sliding system to nominal and uncertain limited disturbances. Advantage is provided in quality of transients and small and minimum energy costs of managing.

При невыполнении условий инвариантности скользящих режимов к вектору возмущений его аналитически точная компенсация по всем составляющим становится невозможной, что приводит к ошибкам управления, а их уменьшение с увеличением коэффициентов передачи создает выход управления за допустимые ограничения. В этой связи предлагается управление с подвижным многообразием скольжения не проходящим в общем случае через начало координат. Развиваются результаты работы [1] в обеспечении скользящего режима и повышенного качества процессов с одновременно малыми и минимальными энергетическими затратами на управление при номинальных и неопределенных возмущениях.

Постановка задачи

Рассматривается управляемая система общего нормального вида с линейным стационарным в номинальной (известной) части объектом с $n \times 1$ – вектором состояния x . Задача: синтезировать подвижное многообразие скольжения S и разрывное векторное $m \times 1$ – управление u , приводящее систему в скользящий режим с обеспечением требуемого качества переходных процессов и малых и минимальных энергетических затрат на управление u при невыполнении условий инвариантности в случае $n = 2m$.

Решение задачи

Для упрощения решения задачи предлагается предварительно перейти от исходной системы с вектором x к системе регулярной формы [2] с вектором z , не содержащей управления u в первых $n - m$ уравнениях в номинальной ее части. Матрица неособенного преобразования $z = Mx$ запишется [3]:

$$M = \begin{pmatrix} M_{ij} \end{pmatrix}, i, j = 1, 2; M_{11} = E - (n - m) \times (n - m), M_{12} = -\bar{B}_{01} \bar{B}_{02}^{-1}, M_{21} = 0, M_{22} = E, \quad (1)$$

где $\bar{B}_{01}$ и $\bar{B}_{02}$, $|\bar{B}_{02}| \neq 0$, являются $(n - m) \times m$ и $m \times m$ – субматрицами $n \times m$ – матрицы $\bar{B}$ входа управления в исходной системе. Преобразование с неособенной матрицей M (1) не



влияет на инвариантность [3]. Преобразованная система и многообразие S запишутся

$$\dot{z} = A(t)z + B(t)u + D(t)F(t), \quad (2)$$

$$S(s = (s_1, \dots, s_m)^T = C(t)z = 0), \quad (3)$$

где $A(t) = A_0 + \Delta A(t)$; $B(t) = M\bar{B}(t) = B_0 + \Delta B(t)$, $B_0 = (B_{0i})$, B_{0i} , $i = 1, 2$, $m \times m$ -субматрица B_{02} неособенная, $|\bar{B}_{02}| \neq 0$, а B_{01} нулевая, $D(t) = (D_{0i}) = D_0 + \Delta D(t)$. Матрица $C(t) = \bar{C}(t)M^{-1}$ имеет размеры $m \times n$ и задается в общем случае с переменными элементами.

Рассмотрим уравнения скользящего режима в системе регулярной формы.

Представим систему (2) с приведенным вектором неопределенных возмущений $h(z, t) = (h_1, \dots, h_n)^T = \Delta A(t)x + \Delta B(t)u + \Delta D(t)(F_0(t) + \Delta F(t)) + D_0\Delta F(t)$:

$$\dot{z} = A_0z + B_0u + D_0F_0(t) + h(z, t). \quad (4)$$

Применяя один из методов вывода уравнений скользящего режима, получаем систему

$$\dot{z} = A_0z - B_0B_{02}^{-1}(CA_0z + CD_0F_0 + Ch + \dot{C}^1z^1) + D_0F_0 + h, \quad (5)$$

или, с учетом $z^2 = -C^1(t)z^1$ при $s = C(t)z = 0$, $z = (z^{1T}, z^{2T})^T$, $C(t) = (C^1(t), C^2)$, $C^2 = E_{m \times m}$,

$$h = (h^{1T}, h^{2T})^T, B_{01} = 0_{(n-m) \times (n-m)}, \text{ систему с исключенным субвектором } z^2: \quad (6)$$

$$\dot{z}^1 = A_{011}z^1 - A_{012}C^1(t)z^1 + H(z^1, t),$$

в которой $H(z^1, t) = D_{01}F_0(t) + h^1(z^1, t)$ и в субвекторе $h^1(z^1, t)$ учтено выражение $z^2 = -C^1(t)z^1$.

Представим синтез многообразия скольжения. Предполагается, что система (6) является управляемой с $(n-m) \times m$ -матрицей A_{012} , принимаемой за матрицу входа управления скольжения $u_c = -C^1(t)z^1$. При отсутствии возмущений $H(z^1, t)$ в системе (6) $m \times (n-m)$ -матрица C^1 многообразия S (3) принимается постоянной $C^1 = C_{const}^1$ и находится методом модального управления.

Синтез многообразия скольжения при возмущениях рассматривается в двух случаях.

1. При действии только номинальных внешних возмущений $D_{01}(t)F_0(t)$. Матрицу $C^1(t)$ в управлении скольжением u_c предлагается формировать в виде суммы

$$C^1 = C^1(t, z^1(t)) = C_{const}^1 + C_{D_0F_0}^1(t, z^1(t)), \quad (7)$$

где матрица $C_{D_0F_0}^1(t, z^1(t))$ задается в виде

$$C_{D_0F_0}^1(t, z^1(t)) = A_{012}^{-1} \text{diag} \{a_1 |D_{01,1}F_0(t)| / |z_1|, \dots, a_{n-m} |D_{01,n-m}F_0(t)| / |z_{n-m}|\}, \quad (8)$$

где $D_{01,i}$ - строки матрицы D_{01} , $i = \overline{1, n-m}$, постоянные или переменные $a_i > 0$ определяют вместе с C_{const}^1 затухание координат субвектора $z^1(t)$ в скользящем режиме. Многообразие S (3), управление скольжением u_c и система скользящего режима (6) запишутся:

$$S(s = C(t)z = C_{const}^1 z^1 + A_{012}^{-1} (a_1 |D_{01,1}F_0(t)| \text{sign } z_1, \dots, a_{n-m} |D_{01,n-m}F_0(t)| \text{sign } z_{n-m})^T + z^2 = 0), \quad (9)$$

$$u_c = -C^1 z^1 = - \left(C_{const}^1 z^1 + A_{012}^{-1} (a_1 |D_{01,1}F_0(t)| \text{sign } z_1, \dots, a_{n-m} |D_{01,n-m}F_0(t)| \text{sign } z_{n-m})^T \right), \quad (10)$$

$$\dot{z}^1 = (A_{011} - A_{012} C_{const}^1) z^1 + (D_{01,1}F_0(t) - a_1 |D_{01,1}F_0(t)| \text{sign } z_1, \dots, (D_{01,n-m}F_0(t) - a_{n-m} |D_{01,n-m}F_0(t)| \text{sign } z_{n-m})^T. \quad (11)$$

При $a_i > 0$ и $\text{sign } z_i \neq 0$ в системе (11) дополнительно к устойчивости и качеству при нулевом возмущении $F_0(t)$ присоединяются также условия $(D_{01,i}F_0(t) - a_i |D_{01,i}F_0(t)| \text{sign } z_i) < 0$, $i = \overline{1, n-m}$, дополнительного затухания данных координат z_i . Субвектор $z^2 = (z_{n-m+1}, \dots, z_n)^T$ системы (5) находится в таком скользящем



режиме согласно $z^2 = -C^1(t)z^1$ в виде

$$z^2 = -C_{const}^1 z^1 - A_{012}^{-1} \left(a_1 |D_{01,1} F_0(t)| \text{sign } z_1, \dots, a_{n-m} |D_{01,n-m} F_0(t)| \text{sign } z_{n-m} \right)^T$$

и, следовательно, при $z^1 \rightarrow (0, \dots, 0)^T$ имеем $\text{sign } z_i \rightarrow 0, i = \overline{1, n-m}$, и $z^2 \rightarrow (0, \dots, 0)^T$.

Применяемые в формулах сигнатуры ($\text{sign } z_i = 1$ при $z_i > 0$, $\text{sign } z_i = -1$ при $z_i < 0$ и $\text{sign } z_i = 0$ при $z_i = 0$) и их производные в случае необходимости настройки процессов предлагается заменять на близкие непрерывные нелинейные функции [4, с.794].

2. При номинальных $D_{01}(t)F_0(t)$ и неопределенных $h^1(z^1, t)$ возмущениях матрицу $C^1(t)$ для системы (6) в управлении $u_c = -C^1(t)z^1$ предлагается формировать в виде суммы

$$C^1 = C^1(t, z^1(t)) = C_{const}^1 + C_{D_{01}F_0}^1(t, z^1(t)) + C_{h^1}^1(t, z^1(t)), \quad (12)$$

где $(n-m) \times (n-m)$ -матрицы $C_{D_{01}F_0}^1(t, z^1(t))$ и $C_{h^1}^1(t, z^1(t))$ имеют выражения (8) и

$$C_{h^1}^1(t, z^1(t)) = A_{012}^{-1} \text{diag} \{ k_1 / |z_1|, \dots, k_{n-m} / |z_{n-m}| \}, \quad (13)$$

$$k_i > \max_{z^1, t} |h_i^1(z^1, t)|, \quad i = \overline{1, n-m}. \quad (14)$$

Многообразие S (3), управление (10) и система (11) примут вид:

$$S(s = C(t)z = C^1 z^1 + C^2 z^2 = (C_{const}^1 + C_{D_{01}F_0}^1(t, z^1(t)) + C_{h^1}^1(t, z^1(t))) z^1 + z^2 = C_{const}^1 z^1 + A_{012}^{-1} \left(a_1 |D_{01,1} F_0(t)| \text{sign } z_1, \dots, a_{n-m} |D_{01,n-m} F_0(t)| \text{sign } z_{n-m} \right)^T + A_{012}^{-1} (k_1 \text{sign } z_1, \dots, k_{n-m} \text{sign } z_{n-m})^T + z^2 = 0), \quad (15)$$

$$u_c = -C^1 z^1 = -(C_{const}^1 + C_{D_{01}F_0}^1(t, z^1(t)) + C_{h^1}^1(t, z^1(t))) z^1 = -(C_{const}^1 z^1 + A_{012}^{-1} (\pm_1 |D_{01,1} F_0(t)| \text{sign } z_1, \dots, a_{n-m} |D_{01,n-m} F_0(t)| \text{sign } z_{n-m})^T + A_{012}^{-1} (k_1 \text{sign } z_1, \dots, k_{n-m} \text{sign } z_{n-m})^T), \quad (16)$$

$$\dot{z}^1 = (A_{011} - A_{012} C_{const}^1) z^1 + (D_{01,1} F_0(t) - a_1 |D_{01,1} F_0(t)| \text{sign } z_1, \dots, (D_{01,n-m} F_0(t) - a_{n-m} |D_{01,n-m} F_0(t)| \text{sign } z_{n-m})^T + (h^1(z^1, t) - \text{diag} \{ k_1, \dots, k_{n-m} \} \text{sign } z^1), \quad (17)$$

где $a_i > 1, i = \overline{1, n-m}$, $\text{sign } z^1 = (\text{sign } z_1, \dots, \text{sign } z_{n-m})^T$, $\text{diag} \{ k_1, \dots, k_{n-m} \} \text{sign } z^1 = (k_1 \text{sign } z_1, \dots, k_{n-m} \text{sign } z_{n-m})^T$.

Отметим, что при задании матрицы C_{const}^1 из условия асимптотической устойчивости системы (11) выполнение условия (14) и условий $a_i > 1, i = \overline{1, n-m}$, означает, что каждая координата z_i системы (17) убывает до нулевых значений уже не асимптотически, а за конечное время.

Для уменьшения энергетических затрат на управление предлагается метод пошаговой уточняемой идентификации и компенсации приведенного вектора неопределенных возмущений $h^1(z^1, t)$ с применением на малых шагах координат субвектора состояния z^1 системы (17) идентификации вектора неопределенных возмущений. Второй метод идентификации и компенсации полного вектора $h(z, t)$, а с ним и $(n-m) \times 1$ -субвектора $h^1(z^1, t)$, основан на применении вместе с системой (4) при полной информации о состоянии и модельной системы - идентификатора состояния Льюенбергера, дополненного номинальным вектором $D_0 F_0(t)$ и при начальных условиях $z_M(t_0)$ в общем случае отличающихся от $z(t_0)$ и с одинаковым управлением. В целях минимизации предлагается применить численный метод решения основной задачи управления (Сиразетдинов Т.К., Богомолов А.И., 1978 г.), развитый на случай действия неопределенных ограниченных возмущений [5].

Рассмотрим методы приведения в скользящий режим. Производная $\dot{s}$ функции $s = C(t)z$ и управление u формируются в виде сумм

$$\dot{s} = \dot{s}_0 + \dot{s}_h, \quad u = u_0 + u_h. \quad (18)$$



Для функции S общего вида (15) слагаемые $\dot{s}_0, \dot{s}_h$ принимают вид:

$$\begin{aligned} \dot{s}_0 = & C_{const}^1 (A_{011}z^1 + A_{012}z^2 + D_{01}F_0(t)) + \\ & + A_{012}^{-1} \left(\pm_1 (|D_{01,1}| |d|F_0(t)| / dt \operatorname{sign} z_1 + |F_0(t)| d(\operatorname{sign} z_1) / dt), \dots \right. \\ & \dots, \pm_{n-m} (|D_{01,n-m}| |d|F_0(t)| / dt \operatorname{sign} z_{n-m} + |F_0(t)| d(\operatorname{sign} z_{n-m}) / dt) \Big)^T + \\ & + A_{012}^{-1} \left({}^o_1 d(\operatorname{sign} z_1) / dt, \dots, {}^o_{n-m} d(\operatorname{sign} z_{n-m}) / dt \right)^T + A_{021}z^1 + A_{022}z^2 + B_{02}u_0 + D_{02}F_0(t), \end{aligned} \quad (19)$$

$$\dot{s}_h = C_{const}^1 h^1(z, t) + B_{02}u_h + h^2(z, t). \quad (20)$$

Из равенства $\dot{s}_0$ в (19) и в необходимом условии существования скользящего режима [6]:

$$\dot{s}_0 = K_g g + K_s s, \quad (21)$$

где $K_g = \operatorname{diag} \{k_{g_{11}}(z, t), \dots, k_{g_{mm}}(z, t)\}$, $K_s = \operatorname{diag} \{k_{s_{11}}(z, t), \dots, k_{s_{mm}}(z, t)\}$, $g_j = d^j(t)z -$ вспомогательные функции переключений структур управлений u_j , d^j – строки $m \times n$ – матрицы Q , $j = \overline{1, m}$, находится управление u_0 , со знаками функций $k_{g_{ji}}(z, t)$, определяемыми по известным необходимым и достаточным условиям существования скользящего режима [7]

$$\lim_{s_j \rightarrow +0} \dot{s}_{0j} < 0, \quad \lim_{s_j \rightarrow -0} \dot{s}_{0j} > 0, \quad j = \overline{1, m},$$

на поверхностях $s_j = 0$ многообразия S (15), и со знаками функций $k_{s_{ji}}(z, t)$, определяемыми из условий попадания $\dot{s}_{0j}s_j < 0$ изображающей точки в малые окрестности данных поверхностей. Управление u_h находится по достаточным условиям приведения и.т. в малую окрестность многообразия (15) за конечное время: $\dot{s}_{hj}s_j < 0$, $j = \overline{1, m}$.

Таким образом, кратко изложены новые методы построения многообразий скольжения и разрывных векторных управлений, обеспечивающих известные преимущества скользящих режимов в качестве переходных процессов при относительно малых значениях управления и малых и минимальных энергетических затрат на него при невыполнении условий инвариантности данных режимов к номинальным и неопределенным возмущениям.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта №16-31-00463 мол_а.

Литература

1. Мещанов А.С. Синтез скользящих режимов при невыполнении условий инвариантности к возмущениям в системах с линейными стационарными объектами с размерностью равной удвоенной размерности управления // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева. 2014, № 3, С. 223-233.
2. Лукьянов А.Г., Уткин В.И. Методы сведения уравнений динамических систем к регулярной форме. Автоматика и телемеханика, 1981, № 4, С.5-13.
3. Мещанов А.С. Скользящие режимы с заданными размерностью и качеством в системах с линейными стационарными объектами при неопределенности. – Авиакосмическое приборостроение, 2009, № 2, С.22-27.
4. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике. Для научных работников и инженеров. М., Наука, 1973г. 832 с.
5. Афанасьев В. А., Мещанов А. С., Сиразетдинов Т. К. Методы проектирования высокоманевренных спускаемых летательных аппаратов. I, II // Изв. вузов. Авиационная техника. 1997, № 1, С. 26- 32, № 2, С. 9 – 13.
6. Мещанов А.С. Приведение линейных стационарных объектов на многообразия скользящего режима при неопределенностях // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2013. № 2. С.157-163.
7. Емельянов С.В. Системы автоматического управления с переменной структурой. М., Наука, 1967,-336 с.



ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФАНЕРЫ

*Сунгатуллин Р.Г., Петрова В.В., Гарифуллина Р.Р.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань*

RESEARCH HEATINSULATING PROPERTIES OF PLYWOOD

*Sungatullin R.G., Petrova V.V., Garifullina R.R.,
Kazan state power engineering university, Kazan*

Аннотация

Целью работы является изучение теплоизоляционных свойств фанеры, возможностей их применения, исследование преимуществ и недостатков.

Annotation

The purpose of work is studying of heat-insulating properties of plywood, opportunities of their application, research of advantages and shortcomings.

Фанера - листовый древесный материал, изготавливаемый путём склеивания специально подготовленного шпона. Количество слоёв шпона обычно нечётное, от 3 и более. Для повышения прочности фанеры слои шпона накладываются так, чтобы волокна древесины были строго перпендикулярны предыдущему листу. [1] Если слоёв шпона в фанере четыре, то центральные слои располагают и склеивают перпендикулярно наружным, что увеличивает общую прочность и стойкость к деформации.

Достоинства фанеры:

1. Прочность и износостойкость. Первоначально фанера должна была компенсировать некоторые слабости древесины. Каждый слой материала укладывается так, чтобы он нейтрализовал слабые места других слоёв. В результате получаются очень прочные и износостойкие деревянные панели.

2. Дешевизна. Фанера достаточно недорога в производстве. Поскольку для её изготовления не обязательно использовать цельный кусок дерева, материалы обходятся значительно дешевле. Из одного дерева может получиться несколько фанерных плит, поэтому времени и средств на её производство требуется меньше.

3. Простота использования. Одним из самых лучших качеств фанеры можно назвать простоту в обращении с ней. Материал можно резать и обрабатывать самыми простыми инструментами и при наличии минимального опыта.

4. Универсальность. Фанеру можно относительно легко сгибать, придавая её неплоские формы. По сравнению с другими деревянными материалами, она меняет форму и сохраняет её очень легко, не опасаясь трещин или деформации. Это позволяет строителям придавать стенам округлые формы, что было бы невозможно с обычной древесиной.

Недостаток - уязвимость перед непогодой. Изготавливается фанера путём склеивания деревянных слоёв. Это придаёт ей прочность, но это же делает её уязвимой перед влагой. Тонкие слои дерева легко впитывают жидкости, которые проникают вглубь фанеры. Влага разрушает слои дерева и ослабляет клеевое соединение.

Свойства:

- Биологическая стойкость. Благодаря содержанию фенол-формальдегида в клее обеспечивается отличная сопротивляемость фанеры, так как грибки и микроорганизмы не способны на нее воздействовать.
- Огнеупорные свойства. Фанера относится к воспламеняемым материалам. Температура воспламенения равна примерно 270 С. Спонтанное возгорание невозможно до тех пор, пока температура не превысит 400 С.
- Экологичность. Для производства фанеры используется один из древнейших строительных материалов – древесина, являющаяся самовозобновляемым экологически чистым сырьем. Она легка в обработке и утилизируется без ущерба для окружающей среды.



- Химические свойства фанеры. Фанера устойчива ко многим слабым кислотам, кислот-но-соляным растворам и горючим маслам. Валентные растворы размягчают древесину и вызывают ее разбухание. Кислотные вещества оказывают разрушающий эффект.

Применение

1. Судостроение. При помощи материала обустраивают интерьеры судов, производят палубы, борта, лодочные сиденья.

2. Складское и торговое оборудование. Фанерные листы применяются для изготовления стеллажей, шкафов, информационных стоек и пр.

3. Устройство игровых уличных зон материал используют для устройства детских горок, скатов скейтбордов, хоккейных площадок, настилов, игровых домиков, скамеек, стульев.

В результате работы были получены значения коэффициента теплопроводности $\lambda=0,1342$ Вт/м*К образца фанеры.

Литература

1. Григорьев М. А. Материаловедение для столяров, плотников и паркетчиков, 1989.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ГОРЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА КОЛОСНИКЕ В ТОПКЕ-САТЕЛЛИТЕ

*Павлов Г.И., Ахметшина А.И., Сиразиева Р.Р.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева», г.Казань*

OPTIMAL CONDITIONS OF BURNING IN THE FURNACE FOR COMBUSTING OLD SLEEPERS

*Pavlov G.I. Ahmetshina A.I. Sirazieva R.R.,
Kazan national research technical university named after A.N.Tupolev - KAI, Kazan*

Аннотация

Целью данного исследования являлось определение оптимальных условий горения отходов древесных шпал на колоснике топки-сателлита без ворошения горящих углей. Исследования проводились на модели топки-сателлита. Экспериментально установлены условия, при которых на колоснике без ворошения горящих углей полностью можно сжечь отходы древесных шпал в виде щепы. Толщина слоя горящих углей на колоснике не должна превышать 15 см. При сжигании древесных отходов влажностью не более 45% по массе и со скоростью подачи 200...230 кг/ч под колосник рекомендуется подавать 20-30% от общего количества воздуха. При соблюдении этих условий зольный остаток не содержит недогоревших углей, отсутствует механический унос с топочными газами, не происходит накопления недогоревших древесных отходов на колоснике. Таким образом, топка, предназначенная для сжигания старых шпал в виде щепы, может функционировать без использования механизма ворошения. Упрощение конструкции топки повышает надежность ее работы и дает положительный экономический эффект.

Annotation

The aim of this study was to determine optimal conditions for combustion of waste wood sleepers on the grate of the furnace without tedding the burning coals. The research was carried out on the model of the furnace-satellite. Experimentally established conditions under which it is possible on the grate without tedding burning coals to completely burn waste wood sleepers to chips. The thickness of the layer of burning coals on the grate should not exceed 15 cm. It is recommended to serve 20-30% of the total amount of air under the grate while the waste wood humidity no more than 45% by weight and at a feed rate of 200-230 kg/h. Under these conditions, bottom ash doesn't contain unburned coal, there is no mechanical ash from the flue gases and accumulation of unburned wood waste on the grate. Thus, a furnace designed for burning old sleepers as chips, can function without using of the tedding mechanism. Simplification the design of the furnace increases the reliability of its operation and provides positive economic effect.

Горение твердых древесных топлив – это сложный физико-химический процесс. Характер горения горючих веществ определяется множеством факторов, в том числе способом сжигания, конструкцией топки, концентрацией кислорода и т. д. Но условия протекания, продолжительность и конечные результаты топочных процессов в значительной мере зависят от состава, физических и химических характеристик топлива. Древесные топлива представляют собой сложные органические соединения, образованные в основном пятью элементами – углеродом С, водородом Н, кислородом О, серой S и азотом N. В состав топлива также входит влага и негорючие минеральные вещества, являющиеся зольным остатком. [1] Деревянные шпалы, в отличие от древесных топлив пропитаны разнообразными антисептиками (ацетоном, креозотом, карбоновым маслом) [2,5], продукты горения которых содержат в своем составе различные канцерогенные вещества. В обычных топках экологически чистое сжигание таких горючих веществ не представляется возможным. Авторами работы впервые предложен способ сжигания старых шпал в топках-сателлитах, предназначенных для со-



вместной работы с промышленными водогрейными котлами. При таком способе сжигания, газообразные продукты горения старых шпал из топки-сателлита направляются в топочное пространство промышленного котла, где температура газов достигает больших значений. В таких условиях горючие канцерогенные вещества окончательно обезвреживаются. [3]

Существующие твердотопливные топki в большинстве случаев содержат механизмы ворошения. Наиболее широко используются шурующиеся планки. Они предназначены для перемещения топлива по колосниковой решетке, шуровки горящего слоя, удаления шлака в зольник. Своевременное удаление негорючих минералов с колосника обеспечивает доступ свежего воздуха к горящим углям, способствует увеличению скорости горения твердой фазы и предотвращает накопление древесных отходов на колоснике. Однако, топki с устройством ворошения имеют ряд недостатков: механизмы ворошения работают в условиях высоких температур и это приводит к перегреву, прогару и деформации конструктивных элементов ворошителя; механизм привода является сложным электромеханическим устройством, надежность работы которого из-за повышенной температуры окружающей среды также снижается. К тому же, топка с устройством ворошения чувствительна к размерам кусков топлива: максимальный размер кусков составляет не более 50 мм, содержание мелких частей от 0 до 6 мм не должно превышать 30%. Увеличение размеров кусков приводит к значительному росту химического и механического недожога. [4]

Целью данной работы являлось исследование возможности сжигания древесных отходов, подаваемых в топку в виде щепы без использования механизма ворошения. Исследования проводились на огневом стенде с топкой-сателлитом комбинированного типа. Подробное описание огневого стенда приведено в работе [3]. Топка-сателлит представляла собой топку, состоящую из камеры газификации и дожиговой камеры. [6] В камеру газификации воздух подводился через колосник, а в камеру дожига необходимое количество воздуха подавалось в виде струй, истекающих из сопел по радиусу, хордально и тангенциально. Схема комбинированной топki приведена на рисунке 1.

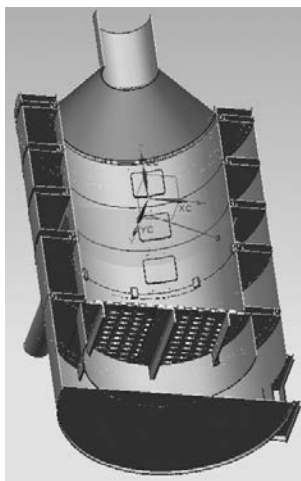


Рис. 1 Схема 3-D модели комбинированной топki

Топка-сателлит обеспечивала устойчивое горение отходов шпал в широком диапазоне режимных параметров, которыми являлись: тепловые нагрузки топki, коэффициент избытка воздуха, распределение воздуха по топочным зонам. Подача древесной щепы в топку осуществлялась шнековым питателем, расположенным в верхней части топki. Топка работала в непрерывном режиме. Производительность шнекового питателя варьировалась изменением частоты вращения шнека и менялась в диапазоне от 50 до 250 кг/ч. В нижней части топki располагался зольник с люком выгрузки золы. Над зольником крепился колосник. Наблюдение



ние за горением древесных отходов на колоснике проводилось через смотровое окно. Воздух в топку подавался по воздушным патрубкам, присоединенным к воздушному коллектору. Конструкция установки предусматривала отдельную подачу воздуха, как в основание топки под колосник, так и в верхнюю часть топки. На воздушных патрубках располагались манометры, по которым регулировался расход воздуха. Поджиг щепы осуществлялся газовой горелкой, расположенной под колосником. Горение щепы происходило на колосниковой решетке, а продукты термического разложения щепы, подмешиваясь с окислителем воздуха, сгорали в верхней части топки. Древесная щепа для сжигания подавалась непосредственно на горящие угли небольшими порциями.

Опытами установлено, что путем подбора производительности топки, соотношения воздуха, подаваемого в газификатор и в камеру дожига, толщины слоя горящих углей можно добиться непрерывной работы топки. Оптимальные условия горения древесной щепы с расходом 200 ... 250 кг/ч возникают при горении щепы в слое толщиной 0,12 м, подачей воздуха под колосник в количестве 20-30% от потребного. При этом в зольном остатке недогоревших углей не остается, механический унос в дымовых газах отсутствует, накопление горящих углей на колоснике не происходит.

На основе полученных результатов можно прийти к выводу, что в топке-сателлите принятой схемы возможно сжигание старых шпал в виде щепы без использования процесса ворошения. Это позволяет упростить конструкцию топки-сателлита и повысить надежность ее работы, а также сократить эксплуатационные расходы.

Литература

1. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Справочник в 4-х томах под ред. акад. В.П. Глушко – М.: Наука, 1978-1982.
2. ГОСТ 10835-78. Масло сланцевое для пропитки древесины. Технические условия. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999.
3. Г.И.Павлов, С.Ю.Гармонов, В.А.Стремоухов, В.А.Отраднава, Р.Р.Сиразиева. Экспериментальные исследования состава газов, выделяющихся при термическом разложении старых деревянных шпал. / Проблемы тепломассообмена и гидродинамики в энергомашиностроении // Материалы IX школы-семинара молодых ученых и специалистов академика РАН В.Е. Алемасова. 10-12 сентября 2014г. с.351-354.
4. ГОСТ 78-2004. Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Технические условия. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2005.
5. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Москва: Стандартиформ, 2007.
6. Тепловой расчет котлов. Издание третье, С.-Петербург, 1998 г.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ МНОГОРАЗОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА С ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ

*Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им.А.Н. Туполева», г. Казань*

ENERGYSAVING REUSABLE SPACE TRANSPORTATION SYSTEM WITH AIR-SPACE VEHICLE

*Afanasyev V.A., Degtyarev G.L., Meshchanov A.S.,
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan*

Аннотация

Представлена новая версия многоразовой космической транспортной системы (МКТС), основу которой составляет воздушно-космический аппарат (ВКА), состоящий из неподвижно сочленённых по пакетной схеме двух одинаковых корпусов с жидко-топливными маршевыми двигателями. Для управления полётом в космосе и атмосфере в верхней части каждого корпуса ВКА установлен отсек с рулевыми ракетными двигателями. Для вывода на орбиту ВКА оборудован первой и второй ступенями, отражающими пакетную компоновку самого ВКА. Спасение и повторное использование ВКА, как и первой и второй ступеней, происходит за счёт простых, но продолжительных траекторий спуска в атмосфере и последующего мягкого вертикального приземления или горизонтальной посадки без шасси каждой подсистемы МКТС на подвижную платформу.

Annotation

We present a new version of the reusable space transportation system (RSTS), basis of which is an air-space vehicle (ASV) consisting of two identical cases with the sustainer liquid propellant engines connected motionlessly with each other by using a packet scheme. In order to control its flight in cosmos and atmosphere in the upper section of each ASV case there is a bay with the control rocket engines. For injection into orbit ASV is equipped by the first and second stages reflecting the packet scheme of the ASV. Saving and reusable application of ASV and also of the first and second stages are made by using simple and long descent trajectories in atmosphere and by using the subsequent soft vertical touchdown or horizontal landing without a undercarriage of each subsystem of the RSTS on a movable platform.

Конструктивно-компоновочная схема (ККС) воздушно-космического аппарата (ВКА) представляет собой две одинаковые одноступенчатые ракеты с жидко-топливными двигателями, неподвижно соединённые друг с другом по высоте корпусов, образуя пакетную аэродинамическую конфигурацию, как показано на рис.1,2. Основную движущую силу ВКА создают маршевые ракетные двигатели, неподвижно установленные в каждом корпусе ВКА, одинаковые по рабочим характеристикам, числу и схеме компоновки.

Для создания угловых ускорений и, следовательно, управления полётом ВКА на всех участках в космосе и атмосфере в верхней части каждого корпуса установлен отсек с рулевыми ракетными двигателями (РРД), силы тяги которых расположены в плоскости, перпендикулярной плоскости, проходящей через продольные оси корпусов. Сопла РРД также неподвижны и расположены в отсеке так, чтобы получать угловые ускорения по всем каналам управления: тангажа, рыскания и крена [1].

В базовом варианте осуществляется вертикальный старт ВКА с помощью двух разгонных ступеней, каждая ККС которых также представляет собой две одинаковые одноступенчатые ракеты с жидко-топливными двигателями, неподвижно соединённые друг с другом по высоте корпусов (рис.3,4). Первая и вторая ступени могут отличаться размерами (диаметром и



длиной) и количеством маршевых ракетных двигателей (МРД). Их отличие от ВКА состоит в том, что полезная нагрузка под обтекателем отсутствует, её место занимают ёмкости с дополнительными компонентами ракетного топлива. МРД ВКА предназначены для выполнения поступательных движений в космосе и атмосфере в отсутствие первой и второй ступеней, т.е. после их отделения, а также на тех активных участках разгона, на которых необходимо уравнивать моменты от сил тяжести и сил тяги маршевых двигателей первой или второй ступеней.

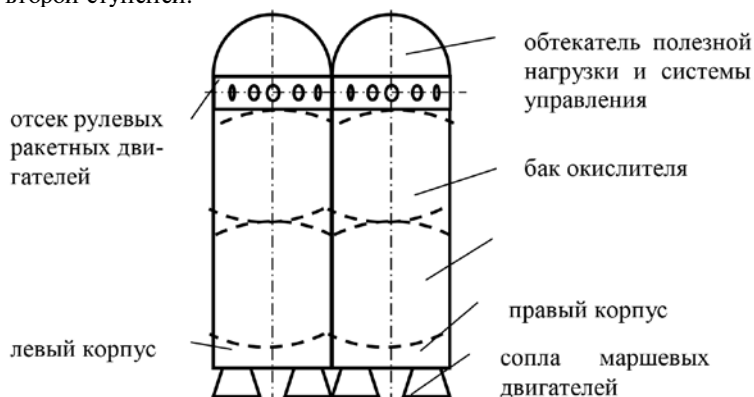


Рис.1. Воздушно-космический аппарат

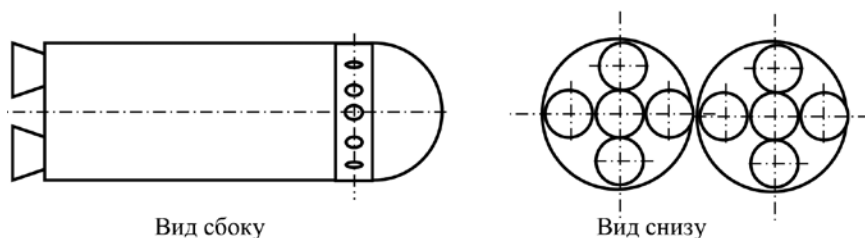


Рис.2. Вид на воздушно-космический аппарат сбоку и снизу

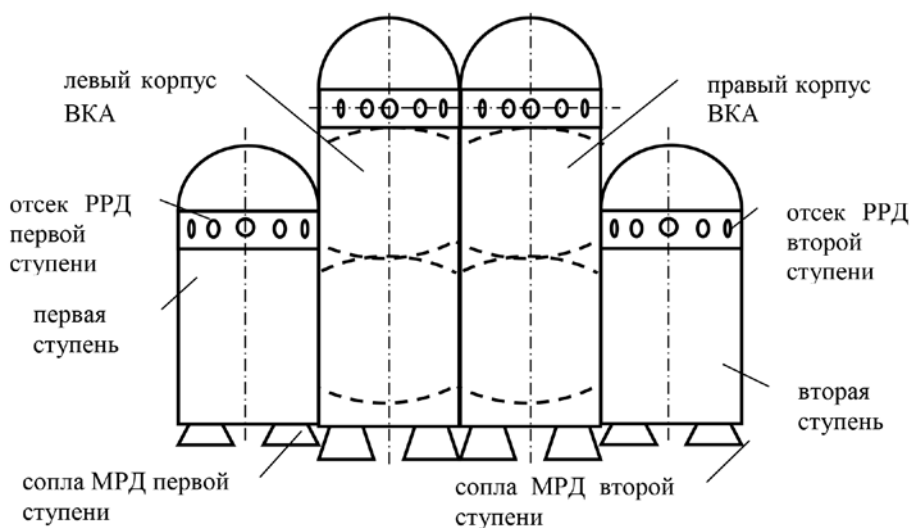


Рис.3. Стартовая компоновка МКТС с двумя стартовыми ступенями

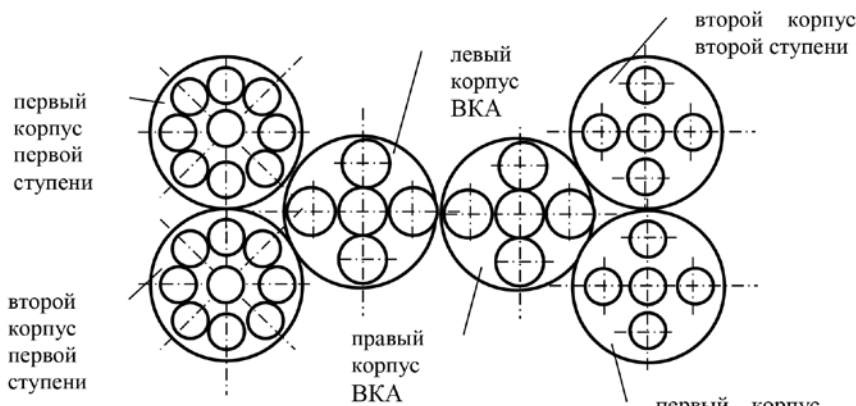


Рис.4. Вид снизу на стартовую компоновку ВКА с первой и второй ступенями

Пусть при старте общий центр масс (ОЦМ) МКТС расположен в плоскости симметрии ВКА (горизонтальной на рис.4), а момент от суммарной силы тяги ВКА и первой ступени на плече до ОЦМ равен моменту от результирующей силы тяжести всей МКТС на плече до того же ОЦМ. Ясно, что через некоторое время работы МРД первой ступени равновесие указанных моментов нарушится из-за уменьшения массы топлива первой ступени. Момент результирующей силы тяги МРД первой ступени будет превышать суммарный момент от гравитационных сил.

Чтобы сохранить вертикальное направление сил тяги МРД первой ступени и удержать равенство моментов, используются несколько приёмов. Первый – это включение тяги одного из МРД второй ступени, затем тяги второго МРД и т.д. до тех пор, пока не будет выработано рассчитанное для этого количество топлива второй ступени. Второй приём – это аналогичное включение МРД правого корпуса ВКА (рис.3.) до выработки определённого количества топлива. И наконец, третий приём – это включение РРД, одновременное или последовательное, во всех шести отсеках, силы тяги которых образуют моменты, противоположные моменту от суммарной силы тяги МРД первой ступени. При работе второй ступени выравнивание ракетного и гравитационного моментов осуществляется с помощью МРД левого корпуса ВКА, а также РРД из соответствующих отсеков второй ступени и ВКС до полного выработки топлива второй ступени и её отделения.

После выполнения космического задания [2] ВКА сходит с орбиты, вырабатывая определённый импульс тяги МРД в определённом направлении, входит в атмосферу и совершает в ней спуск по определённой траектории с достаточно продолжительным торможением скорости и полётом до места приземления без сгорания в атмосфере. Базовая конфигурация ВКА предусматривает как вертикальное приземление с помощью сил тяги МРД, так и горизонтальное приземление без шасси на подвижную платформу, перемещающуюся по определённому закону по ВПП [3]. Спасение второй ступени проходит по такой же схеме, как и для ВКА, поскольку она практически выходит на такую же орбиту, что и ВКА. Что касается первой ступени, полёт которой заканчивается при скорости, меньшей, чем первая космическая, то её спасение осуществляется гораздо менее сложными манёврами, как это на практике продемонстрировала фирма SpaceX, мягко приземлив отработавшую первую ступень ракеты Falcon.

Таким образом, предложена ККС многоразовой космической транспортной системы для обслуживания МКС из трёх подсистем. Основу составляет воздушно-космический самолёт, состоящий из двух неподвижно скреплённых по боковым образующим корпусов с жидкотопливными маршевыми двигателями, предназначенными для выполнения поступательных движений в космосе и атмосфере, а также для мягкого вертикального приземления или



горизонтальной посадки без шасси на подвижную платформу. Каждый корпус ВКС имеет в носовой части отсек рулевых ракетных двигателей, используемых не только для управления полётом ВКА, но также для управления всей МКТС на активных участках траектории разгона с помощью первой и второй ступеней.

Первая и вторая ступени также состоит из двух одинаковых неподвижно скреплённых по пакетной схеме корпусов с такими же МРД, какие установлены на ВКС. После выработки топлива первая и вторая ступени отделяются от ВКА и возвращаются и спасаются по такой же схеме, как это описано для ВКА.

Преимущество предлагаемой МКТС, составленной из трёх подсистем (ВКА, первая и вторая ступени), каждая из которых представляет собой пакетное соединение одинаковых корпусов, состоит в уменьшенной высоте, которая по оценкам может составлять 15÷17 м. Существенно упрощаются обслуживание, предстартовая подготовка и регламентные проверки, что, несомненно, уменьшает удельную стоимость доставляемых на орбиту и возвращаемых на землю грузов, обеспечивая тем самым ресурсоэффективность в результате многократного применения МКТС в целом и энергосбережение в результате уменьшения расхода топлива, и увеличения тем самым полезной нагрузки, при горизонтальной посадке ВКА и ступеней без шасси.

Конструкция пакетной компоновки из двух корпусов имеет меньшую массу при одинаковой прочности по сравнению с последовательной компоновкой, а также обеспечивает сравнительно большое аэродинамическое качество, которое в результате аэродинамической интерференции корпусов может достигать величины 5÷6, соизмеримой с качеством транспортного самолёта [4]. В результате ВКА и ступени МКТС при спуске в атмосфере, например, по длинной и пологой траектории, и мягком приземлении могут обойтись без сложной самолётной конфигурации, которой обладали американские space shuttles и советский Буран. Простая пакетная конфигурация ВКА и ступеней МКТС позволит исключить образование в полёте критических точек и поверхностей нагрева, ставших причиной катастроф американских челноков. Данные свойства предлагаемой к созданию МКТС дополнительно увеличивают ее энергоресурсоэффективность.

Наконец пакетная компоновка открывает направление исследований эффективного аэродинамического торможения каждой из подсистемы МКТС за счёт ориентации плоскости, проходящей через две продольные оси, перпендикулярно вектору скорости с помощью РРД. Эти же РРД обеспечивают прокручивание ВКА и второй ступени вокруг оси, проходящей через центр масс ВКА и второй ступени параллельно их продольным осям для равномерного распределения тепловых потоков по толщине и поверхности теплозащитного покрытия.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 15-48-02101.

Литература

1. Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С. Энергосберегающая космическая транспортная система. Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение». Сборник докладов. г. Казань, 1-3 апреля 2015 г. С.345-348.
2. Афанасьев В.А., Дегтярев Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Т.К. Управление разворотами космического аппарата за назначенное время с помощью ракетных двигателей // Известия. вузов. Авиационная техника. № 1, 2013 г. С.73-77.
3. Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Р.Т. Посадка летательных аппаратов без шасси // Известия вузов. Авиационная техника, № 4, 2014 г. С.11-13.
4. Афанасьев В.А., Дегтярев Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Т.К. К математическому описанию движения многократных спускаемых летательных аппаратов нетрадиционных аэродинамических компоновок // Известия вузов. Авиационная техника. № 3. 2001 г. С.10-14.



ВОСХОДЯЩАЯ КОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЛЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

*Новиков В.Ф., Осипов А.Л., Снигирева Ю.В., Танеева А.В., Никонова А.О.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань,*

Хорошева Л.Р.,

*Филиал ПАО «Федеральной сетевой компании Единой Энергетической системы» -
Пермское предприятие магистральных электрических сетей, г. Пермь*

THE ASCENDING COLUMNAR CHROMATOGRAPHY FOR THE ASSESSMENT OF SELECTIVE PROPERTIES OF ORGANIC SOLVENTS

*Novikov V. F., Osipov A. L., Snigireva Y. V., Taneeva A. V., Nikonova A. O.,
The Kazan state power university, Kazan*

Horosheva L. R.,

*PJSC Federalnoy setevoy kompanii Edinoy Energeticheskoy sistemy branch -
Perm main power networks company, Perm*

Аннотация

В работе, на основе экспериментальных данных, изучены сорбционные свойства природных пористых материалов по отношению к различным по химической природе органическим растворителям. Выявлены растворители, обладающие экстремальной сорбционной емкостью по отношению к цеолитсодержащим природным материалам.

Annotation

In work, on the basis of experimental data, sorption properties of natural porous materials in relation to organic solvents, various by the chemical nature, are studied. The solvents possessing extreme sorption capacity in relation to tseolitsoderzhashchy natural materials are revealed.

Введение

Основным направлением применения хроматографического метода анализа в энергетике остается разделение сложных смесей органических и неорганических веществ. В частности хроматографические методы анализа широко применяются для диагностики энергетического оборудования по анализу газов, выделяющихся из трансформаторного масла, а также антиокислительной присадки и фурановых производных, образующихся в силовых трансформаторах под влиянием различных факторов окружающей среды [1-6].

Развитие известных хроматографических методов контроля маслonaполненного электрооборудования в настоящее время идет по пути повышения чувствительности и точности определения, а также поиска более эффективных хроматографических материалов, обладающих повышенной селективностью разделения компонентов трансформаторного масла [7-11]. Кроме того, реализуется совершенно новая область инструментальных методов анализа, это сверхпортативные микроаналитические устройства или системы, в которых сливаются воедино как миниатюризация, интеграция и автоматизация приборов, так и возможность химического взаимодействия в микро пространстве. Используются также портативные аналитические системы, в которых применяют микрофлюидные чипы. Это позволяет потенциально интегрировать инструментальные методики анализа любой сложности в компактный прибор, который способен к одновременному анализу большого числа образцов с высокой точностью [12-15].

Для разработки таких систем необходимо знать селективные свойства растворителей, используемых в качестве элюентов в хроматографических приборах по отношению к различным сорбентам.



Для решения вопросов, связанных с разработкой портативных аналитических систем необходимо знать сорбционные свойства органических растворителей по отношению к различным по природе пористым материалам. Для проведения экспериментальной работы была сконструирована технологическая установка, состоящая из стеклянной трубки длиной до 150 мм, внутренним диаметром от 3 до 4 мм, которую заполняли инертным пористым материалом, полученным из цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения, который предварительно обрабатывали при температуре от 300 до 400°C для удаления примесных соединений и связанной воды. Цеолитсодержащая порода Татарско-Шатрашановского месторождения состоит из двух частей: скритнокристаллической с частицами размером менее 0,01 мм и мелкозернистой с частицами размером более 0,01 мм. Основными минералами в ней выступают кальций, опал, кварц, полевые шпаты, слюды, глауконит, а также сульфиды и гидроокиси железа, циркон, рутил, гранат турмалин, шпинель. Компоненты цеолитов в породах составляют от 15 до 35%.

В таблице 1 приведены экспериментальные результаты по оценке сорбционной активности органических растворителей по отношению к природным пористым материалам. Как видно из таблицы 1, наиболее высокие значения времен удерживания наблюдается для бензола и диэтиламина, что очевидно связано с возможностью хемосорбции их на поверхности цеолитсодержащей породы, а также ситовому эффекту. В отличие от метилэтилкетона, который склонен к ориентационному взаимодействию, бензол имеет более высокие значения времени удерживания (231,08 сек.), очевидно, за счёт электронодонорного взаимодействия с функциональными группами твердого носителя (SiO_2). Экстремально высокие значения времени удерживания имеет диэтиламин, энергия межмолекулярного взаимодействия которого с функциональными группами твердого носителя является достаточно большой величиной. Что касается сорбционной ёмкости цеолитсодержащих пород, то последние имеют более высокие величины для четыреххлористого углерода и хлороформа, что позволяет использовать указанным выше сорбенты для очистки сточных, природных и питьевых вод от приоритетных загрязнителей хлорорганическими соединениями.

Таблица 1

**Абсолютные времена удерживания органических растворителей на природном сорбенте
(Цеолит содержащая порода Татарско-Шатрашановского месторождения)**

№ п/п	Растворители	$T_{\text{кип}},$ °C	ε^1	Длина подъема фронта растворителя, мм									
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	Ацетон	56	20,7	0,29	1,26	2,47	4,20	6,37	8,52	11,47	14,41	18,27	22,27
2	Диэтиламин	56	3,8	1,17	5,23	8,23	11,24	18,45	31,08	118,17	121,25	202,21	257,06
3	Хлороформ	62	4,8	1,24	3,35	7,02	11,54	17,50	26,25	36,05	48,58	65,24	79,88
4	Гексан	69	1,9	0,28	1,19	2,19	3,42	5,13	7,12	9,51	15,51	20,54	29,40
5	Углерод четы- реххлористый	77	2,2	2,06	4,52	8,39	12,23	16,42	21,43	28,38	36,03	46,10	56,58
6	Метилэтилке- тон	80	19,0	1,04	2,48	6,26	11,00	15,55	21,25	28,42	35,35	42,53	50,41
7	Бензол	80	2,3	1,32	5,30	10,44	17,49	27,02	42,07	57,13	118,04	213,19	230,68
8	Трихлорэти- лен	87	3,4	0,27	1,09	2,43	5,02	7,57	11,40	15,50	21,26	28,38	37,08
9	Параксиллол	138- 144	2,3- 2,6	1,02	2,28	4,51	7,06	10,36	15,02	20,17	24,57	30,36	38,25
10	Метаксиллол	138- 144	2,3- 2,6	1,01	2,42	5,22	8,33	12,24	17,05	22,29	29,17	36,21	44,55

Диэлектрическая проницаемость ε при температуре 20 – 25°C

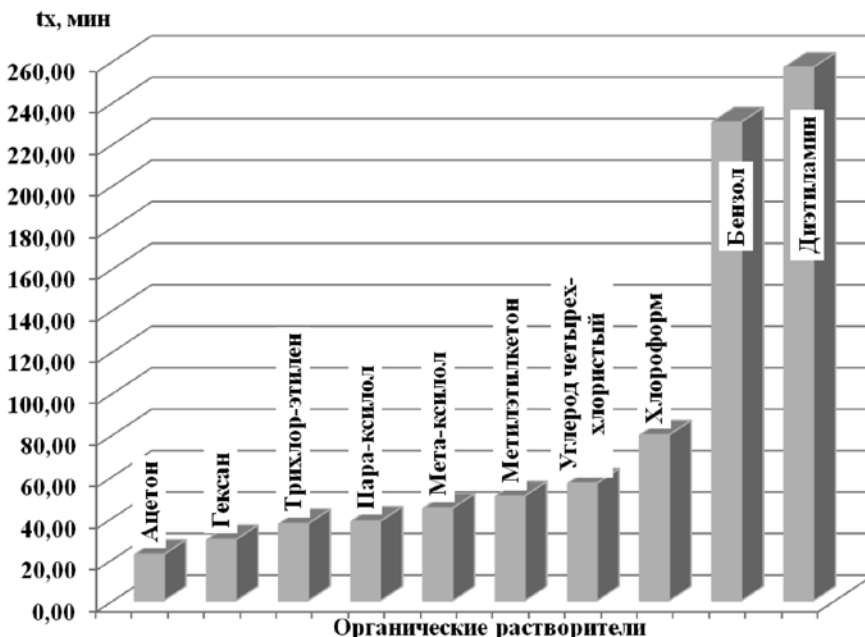


Рис. 1. Зависимость влияния природы растворителей на время удерживания для цеолитсодержащих пород

На рис. 1 приведены зависимости влияния органических растворителей на времена удерживания для цеолитсодержащих пород. Как видно из рисунка, наиболее высокие времена удерживания являются характерными для бензола и диэтиламина, что связано с их электронодонорной способностью.

Выводы

Установлено, что органические растворители различной природы имеют разную сорбционную ёмкость по отношению к цеолитсодержащим породам. При этом наиболее высокое время удерживания на исследуемом сорбенте наблюдается для электронодонорных сорбатов.

Литература

1. Методические указания по определению содержания газов, растворенных в трансформаторном масле. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.180.010.094-2011.
2. Методические указания по определению содержания фурановых производных в трансформаторных маслах методом газовой хроматографии. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.180.010.009-2008.
3. Методические указания по определению содержания ионола в трансформаторных маслах методом газовой хроматографии. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.180.010.008-2008.
4. Львов Ю.Н., Писарева Н.А., Сапожников Ю.М. Применение тонкослойной хроматографии при определении микроконцентраций фурановых производных в изоляционном масле электрооборудования // Электрические станции.-1993.-№8.-С.48-51.
5. Новиков В.Ф., Карташова А.А., Галишина И.А., Федоренко О.И., Танеева А.В. Исследование новых сорбентов для газохроматографического анализа фурановых производных в трансформаторном масле// Вестник Казанского технологического университета Казань: Изд-во КНИТУ (КХТИ).- 2015.-№2.-Т.18.-С.99-103.



6. Карташова А.А., Новиков В.Ф. Перспективные направления в совершенствовании диагностики маслonaполненного электрооборудования хроматографическими методами // Вестник Казанского государственного энергетического университета. Казань: Изд-во КГЭУ, 2014.-№3(23).-С. 7-18.
7. Танеева А.В., Ильина О.В., Левин И.С., Карташова А.А., Гимаюрова В.С., Новиков В.Ф. Хроматографические свойства ариларсиновых кислот // Вестник Казанского технологического университета. Казань: Изд-во КНИТУ (КХТИ), 2011.-№3.- С.282-285.
8. Халитов К.Ф., Танеева А.В., Карташова А.А., Новиков В.Ф. Оценка селективности разделения органических сорбентов на основе хроматографических факторов полярности. - Иваново: Изд-во ИГХТУ, 2011.-Т.54-№11.-С.57-60.
9. Танеева А.В., Карташова А.А., Федоренко О.И., Макаров А.Н., Новиков В.Ф. Способ получения сорбента для газовой хроматографии. Патент на изобретение №2496572. опубл. 27.10.2013, бюлл.№30.
10. Танеева А.В., Карташова А.А., Левин И.С., Новиков В.С. Способ получения сорбента для газовой хроматографии. Патент на изобретение №2446008, опубл. 27.03.2012, бюлл.№9.
11. Танеева А.В., Левин И.С., Карташова А.А., Новиков В.Ф. Способ получения сорбента для газовой хроматографии. Патент на изобретение №2441701, опубл. 10.05.2012, бюлл.№4.
12. Поздняков А.О., Евстапов А.А., Литевич И.В. Микрофлюидные устройства с точки зрения технологии полимерных композитов // Научное приборостроение.-2005.-Т.15.-№1.-С.67-71.
13. Лучинин В.В., Крапивина Е.В. Конструкторско-технологические основы жидкостных аналитико-технологических микросистем // Датчики и системы.-2002.-Т.9.-С.17-23.
14. Карташова А.А., Левин И.С., Танеева А.В., Новиков В.Ф. Проблемы и перспективы развития суперпортативных микроаналитических устройств // Вестник Казанского государственного энергетического университета. Казань: Изд-во КГЭУ, 2011.-№4(11).-С. 50-60.
15. Цеолитсодержащие породы Татарстана и их применение. Под ред. А.В. Якимова и А.И. Бурова. - Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ;2001.- 176с.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЗУТНОГО ХОЗЯЙСТВА
КЦ №2 ООО «БАШ-РТС» г. НЕФТЕКАМСК

*Арсланов М.Р.,
ООО «Баш-РТС», г.Нефтекамск*

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

GREEN ENERGY SOLUTIONS OPERATION RESIDUAL ECONOMY OF A BOILER-HOUSE
№2 SWLR «BASH-RTS» NEFTEKAMSK

*Arslanov M.R.,
SWLR «Bash-RTS», Neftekamsk*

*Zvonareva Yu.N., Vankov Yu.V.,
The Kazan state power university, Kazan*

Аннотация

Цель: изучение вопросов по оптимизации мазутного хозяйства ООО «Баш-РТС» КЦ №2 Нефтекамск, для снижения затрат на его эксплуатацию.

Результаты: Оптимизация системы мазутного хозяйства котельного цеха №2 ООО «БашРТС» путем перехода на «Универсин-С» как показали результаты подсчетов и анализа оказывает прямое воздействие на снижение удельных расходов топлива и электроэнергии, росту производительности труда, а следовательно влечет за собою снижение себестоимости выпускаемой тепловой энергии.

Выводы: Использование полученных результатов направлено на оптимизацию работы системы мазутного хозяйства любых котельных цехов, где в качестве резервного или аварийного топлива используется мазут.

Annotation

Purpose: To study questions for optimizing fuel oil facilities SWLR «Bash-RTS» a boiler-house №2 Neftekamsk, to reduce the cost of its operation.

Results: System Optimization mazut boiler shop №2 «Bash-RTS» by going to «Universin-C» as shown by the results podscheing and analysis has a direct impact on the reduction of specific fuel and electricity costs, increase productivity, and thus entails behind him, reducing the cost of produced heat energy.

Conclusion: The use of the results is aimed at optimizing the Rabo you fuel oil facilities of any system of boiler plants, where as a backup or emergency use fuel oil.

В результате событий 90-х гг. 20 века, связанных со свертыванием производства на ряде котельных филиала «Теплоцентральный» ОАО «Башкирэнерго», произошло резкое снижение выработки пара для потребителей, что, в свою очередь, увеличило затраты акционерного общества на содержание как резервного топливного хозяйства, так и химической водоподготовки. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи обеспечить идеальное замещение мазута другим нефтепродуктом позволяющим осуществлять циркуляцию резервного топлива без подогрева.

Начиная с 2006 г. проведены работы по решению вопросов, связанных с постепенным замещением мазута на «Универсин-С» на объектах тепловой инфраструктуры гиганта башкирской энергетики и ООО «Башкирские распределительные тепловые сети» (ООО «Баш-РТС») [1].

В последнее время паровая нагрузка из-за сокращения крупных потребителей пара заметно снизилась. Специально отводить тепло на резервное топливо и затрачивать электроэнергию на насосы для обеспечения циркуляции и работоспособности мазутного хозяйства - экономически нецелесообразно и требует новых технических решений.



В целях экономии было предложено отказаться от мазута и перейти на Универсин-С, который не требует дополнительных затрат на подогрев а также не требует технического перевооружения мазутного хозяйства и его оборудования, так как он также как и мазут является нефтепродуктом (жидким углеводородом).

В котельную поставляется мазут марок М-40, М-100.

Согласно ГОСТу 10585-99 мазут вышеуказанных марок должен соответствовать следующим показателям качества, представленным в таблице 1.

Согласно «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей» вязкость мазута, подаваемого в котельную, не должна превышать 2,5 ° ВУ (16 мм²/с) при применении механических форсунок.

Таблица 1

Физико-химические показатели качества мазута

№№ п/п	Показатели	Нормы качества	
		М 40	М 100
1.	Вязкость условная в о ВУ, не более (при температуре 80°C)	8,0	16,0
2.	Зольность, % не более	0,12	0,14
3.	Мех.примеси, % не более	0,5	1,0
4.	Вода, % не более	1,0	1,0
5.	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие	отсутствие
6.	Содержание серы, % не более		
	I группа	2,0	2,0
	II группа	3,5	3,5
7.	Температура вспышки, °С не ниже (в открытом тигле)	90	110
8.	Плотность при 20 °С, кгс/см, не более (не нормируется)	-	1,015 (по паспорту)
9.	Теплота сгорания низшая в пересчете на сухое топливо, ккал/кг, не менее для сернистого мазута	9700	9650
	для высокосернистого мазута	9500	9800
10.	Температура застывания, °С, не выше	10	25

Для обеспечения необходимой вязкости мазута, температура мазута марки 100 перед форсунками должна быть 120÷130 °С. Для этого требуется подогрев и циркуляция мазута в течении всего отопительного сезона, а это приводит к дополнительным расходам на собственные нужды.

Для снижения затрат на собственные нужды, предлагается оптимизировать систему мазутного хозяйства, а именно произвести идеальное замещение мазута другим нефтепродуктом позволяющим осуществлять циркуляцию резервного топлива без подогрева (Универсин-С).

Физико-химические свойства Универсина-С представлены в таблице 2.

Сравнив физико-химические свойства топлив видно, что Универсин-«С» в отличие от мазута более выгоден в применении в качестве резервного топлива.

Для поддержания в рабочем состоянии мазут необходимо постоянно подогревать. Специально отводить тепло на резервное топливо и затрачивать электроэнергию на насосы для обеспечения циркуляции и работоспособности мазутного хозяйства - экономически нецелесообразно. Для перехода на «Универсин-С» не требуется специального технического перевооружения мазутного хозяйства и его оборудования, так он так же как и мазут является нефтепродуктом (жидким углеводородом).



Таблица 2

Физико-химические свойства Универсин-С

Наименование показателей	Норма
Вязкость ВУ при 50 °С, в пределах	1,3-3,0
Температура застывания, °С, не выше	Минус 40
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	80
Массовая доля воды, %, не более	0,5
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,3
Плотность, кг/м	Не нормируется

Составляющими экономического эффекта при использовании топлива типа «Универсин-С» являются:

1. Использование механических форсунок требует температуры топлива перед сжиганием на 20 °С ниже температуры вспышки мазута.
2. Отсутствие затрат на поддержание резервного топлива в горячем состоянии (подогрев);
3. Оптимизация оперативного персонала котельной;
4. Снижение требований к водоподготовке и, как следствие, уменьшение затрат на водоподготовку;
5. Уменьшение расхода пара и электричества на собственные нужды
6. Использование существующей инфраструктуры котельной (дымовой трубы, газопроводов, здания, лимитов на газ и т.п.) с целью наращивания мощности ее водогрейной части, в том числе с использованием когенерации, и подключения дополнительных потребителей.

На основании произведенных расчетов и сделанных выводов было предложено заменить использование традиционного резервного топлива (мазут) на Универсин-С.

В ходе выполнения работы произведен расчет необходимого расхода газа, пара и электроэнергии на содержание мазутного хозяйства в течении отопительного периода.

На основе сметно-финансовой документации произведен расчет основных технико-экономических показателей, сделан сравнительный анализ затрат на собственные нужды мазутного хозяйства при переводе с мазута на Универсин-С, из чего определен экономический эффект.

На основе проведенного анализа были предложены организационно-технические мероприятия, позволяющие обеспечить сокращение норм расхода сырья, материалов, топлива, энергии и, в конечном счете, экономию материальных ресурсов, которые заключаются в следующем:

1. Дальнейшее повышение технического уровня производства;
2. Внедрение новой прогрессивной технологии;
3. Изменение конструкций и технологических характеристик оборудования;
4. Улучшение организации производства и труда;
5. Улучшение организации и обслуживания производства;

Задачи, рассматриваемые в данной работе, были связаны с оптимизацией мазутного хозяйства, для уменьшения расходов на собственные нужды предприятия. А именно приобретение и замена мазута на Универсин-С.

Реально использовать Универсин-С уже сейчас, т.к. при переходе на данный вид топлива не требуется технологической переделки оборудования [2].

За счёт внедрения мер по оптимизации котельного цеха №2 только за один отопительный сезон предполагается сокращение расходов на 4033804,8 руб/год (таблица 3).



Таблица 3

«Универсин-С» как средство позволяющее осуществлять циркуляцию резервного топлива без подогрева является идеальной заменой традиционному мазуту

Экономический аспект	Обслуживание	Экологический аспект	Пожарная безопасность
Сокращение расходов на ресурсы (газ, электричество).			
На электричество: 250000 кВт; На газ: 637534,6 тыс.м ³ газа; Рост производительности труда; Улучшение организации производства и труда; Дальнейшее повышение технического уровня производства; Сокращение расходов на собственные нужды; Уменьшение себестоимости тепловой энергии; Экономический эффект от внедрения 4033804,828 руб/год.	Сокращение расходов на дежурного слесаря; Сокращение расходов на ремонт; Уменьшение износа оборудования и трубопроводов.	Сокращение выбросов в атмосферу за счет сокращения расходов газа на пар; Уменьшение вредных испарений	Горючее находится в холодном состоянии, следовательно, вероятность пожара минимальна

Вывод

Оптимизация системы мазутного хозяйства котельного цеха №2 ООО «БашРТС» г.Нефтекамск путем перехода на «Универсин-С» оказывает прямое воздействие на снижение удельных расходов топлива и электроэнергии, росту производительности труда а, следовательно, влечет за собою снижение себестоимости выпускаемой продукции (тепловой энергии).

Литература

1. ООО НИЦ «АКСИОС» Разработка схемы теплоснабжения городского округа город Нефтекамск до 2028 года.
2. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В. Энергосбережение в системах теплоснабжения крупных муниципальных объединений, запитанных от нескольких источников тепла// Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 11.



АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВЫПРЯМИТЕЛЕ СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Афанасьев А.Ю., Кунгурцев А.А.,

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

ANALYSIS OF ENERGY PROCESSES IN THE RECTIFIER WITH VOLTAGE STABILIZATION

Afanasiev A.Yu., Kungurtsev A.A.,

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan

Аннотация

В данном докладе проводится анализ двух схем выпрямителя – с реверсивными ключами и построенная по принципу выпрямителя-преобразователя. Целью является установление эффективности схемы выпрямителя с реверсивными ключами. Проведен анализ передачи энергии от источника переменных напряжений к выходным конденсаторам. Показаны достоинства предлагаемой схемы выпрямления и недостаток выпрямителя-преобразователя из-за обмена энергией между выходными конденсаторами.

Annotation

This report analyzes the two rectifier circuits – with reversible switches and built on the principle of the rectifier-inverter. The aim is to establish the efficiency of the rectifier circuit with reversible switches. Spend analysis of energy transfer from the AC source to the output capacitor. Showing advantages of the proposed circuit and the lack of rectification of the rectifier-inverter due to the exchange of energy between the output capacitors.

В энергетике и силовой электронике широко применяются выпрямители трехфазной системы напряжений, к которым предъявляются требования стабильности выходного напряжения и малых нелинейных искажений потребляемых от сети токов.

На рис. 1 показана схема выпрямителя с синусоидальными входными токами и со стабилизацией выходного напряжения.

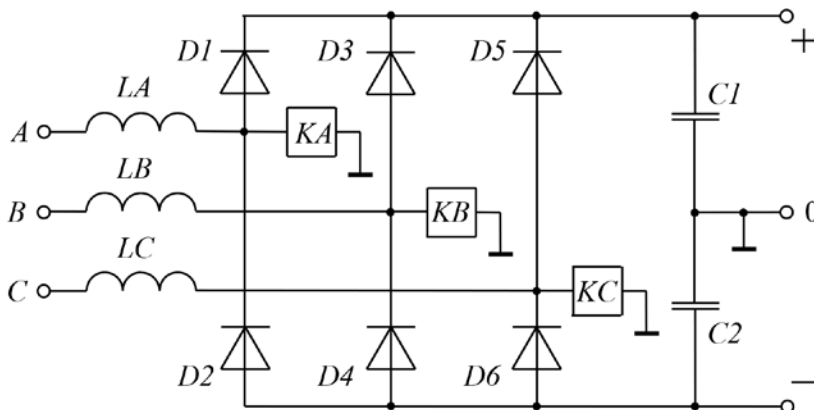


Рис. 1. Схема выпрямителя с реверсивными ключами

Выпрямитель содержит диоды D1 – D6, конденсаторы C1, C2, ключи КА – КС и дроссели LA – LC. Диоды D1 – D6 соединены в мостовую схему Ларионова. Катоды диодов D1, D3, D5 подключены к плюсовому зажиму, а аноды диодов D2, D4, D6 подключены к минусовому зажиму.



Входные зажимы А, В, С соединены со средними точками трех плеч. Конденсаторы С1, С2 подключены между плюсовым и минусовым выходными зажимами соответственно и общей точкой. Реверсивные ключи КА – КС подключены между средними точками первого – третьего плеч соответственно и общей точкой.

Схема содержит датчики напряжения ДНА – ДНС, ДН, датчики тока ДТА – ДТС, ДТ и управляющее устройство УУ (на рис. 1 не показаны).

Выпрямитель работает следующим образом. На входные зажимы А, В, С подается трех-фазная система напряжений. Управляющее устройство УУ формирует внутренний сигнал $u_y(t)$, обеспечивающий стабильность выходного напряжения который умножается на текущие значения напряжений $u_A(t)$, $u_B(t)$, $u_C(t)$. Формируются требуемые мгновенные значения токов:

$$i_A^0 = u_y u_A; \quad i_B^0 = u_y u_B; \quad i_C^0 = u_y u_C.$$

Далее эти значения сравниваются с истинными значениями фазных токов $i_A(t)$, $i_B(t)$, $i_C(t)$, и вырабатываются широтно-модулированные импульсы, поступающие на управляющие входы ключей КА – КС соответственно.

В результате токи $i_A(t)$, $i_B(t)$, $i_C(t)$ изменяются по законам, близким к синусоидальным и совпадающим по фазе с соответствующими напряжениями. Снижается мощность потерь в сети переменного тока и улучшается качество электроэнергии, т.е. снижаются несинусоидальные искажения напряжений.

Отметим, что предлагаемый выпрямитель выполняет сразу три функции: выпрямителя, активного фильтра низкой частоты и стабилизатора напряжения. Ключ может быть реализован с помощью двух IGBT-транзисторов, включенных параллельно и встречно.

Допустим, что период импульсов τ , а длительность открывающего импульса τ_n . Проанализируем работу фазы А схемы при $u_A(t) > 0$. Во время τ действия импульса ключ КА открыт, а диод D1 заперт. Для приращений справедливы равенства:

$$\Delta' i_A = \tau_n u_A / L; \quad \Delta' u_1 = -\tau_n i_n / C; \quad \Delta' u_2 = -\tau_n i_n / C.$$

Во время $\tau - \tau_n$ ключ КА заперт, а диод D1 открыт. Для приращений справедливы равенства:

$$\Delta'' i_A = (\tau - \tau_n)(u_A - u_1) / L; \quad \Delta'' u_1 = (\tau - \tau_n)(i_A - i_n) / C;$$

$$\Delta'' u_2 = -(\tau - \tau_n) i_n / C.$$

Результирующие приращения тока i_A и суммарного напряжения $u_{12} = u_1 + u_2$ имеют значения:

$$\Delta i_A = \tau(u_A - u_1(1 - \gamma)) / L; \quad \Delta u_{12} = \tau((1 - \gamma)i_A - 2i_n) / C.$$

Потребуем, чтобы эти приращения были равны нулю:

$$u_A - u_1(1 - \gamma) = 0; \quad \gamma = \frac{u_1 - u_A}{u_1};$$

$$(1 - \gamma)i_A - 2i_n = 0; \quad i_A = \frac{2i_n}{1 - \gamma}.$$

За время импульса дроссель LA получает энергию

$$\Delta' w_L = \tau_n u_A i_A.$$

Вся эта энергия поступает из сети переменного тока. Из конденсаторов в нагрузку уходит энергия

$$\Delta' w_C = -2\tau_n u_1 i_n.$$

За время паузы из дросселя уходит энергия

$$\Delta'' w_L = (\tau - \tau_n)(u_A - u_1) i_A.$$

Конденсаторы за время паузы получают энергию

$$\Delta'' w_C = (\tau - \tau_n)(i_A - 2i_n) u_1.$$

Очевидны равенства:

$$\Delta' w_L + \Delta'' w_L = 0; \quad \Delta' w_C + \Delta'' w_C = 0.$$



Видно, что у конденсаторов порции обмена энергией минимальны.

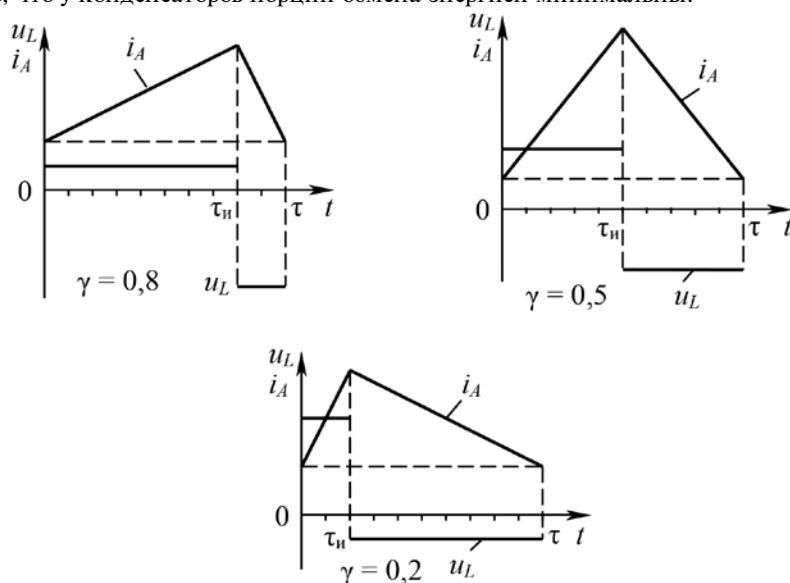


Рис. 2. Напряжения и токи дросселя

На рис. 2 показаны графики напряжения и тока дросселя при трех значениях относительной длительности импульса.

Управляемый выпрямитель может быть построен на базе классической схемы трехфазного преобразователя частоты (см. рис. 3).

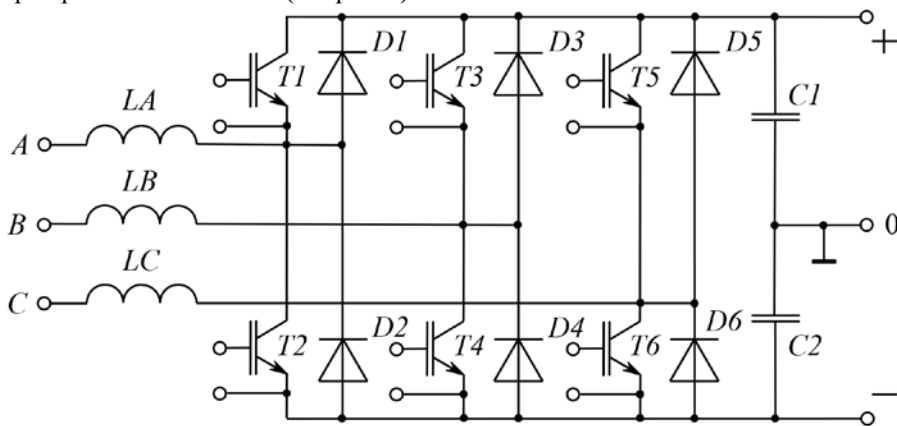


Рис. 3. Схема выпрямителя-преобразователя

Схема содержит дроссели LA, LB, LC, IGBT-транзисторы T1 - T6, диоды D1 - D6, конденсаторы C1, C2.

Во время запирания на затвор транзистора T2 открывающего импульса зажим A соединяется с отрицательным выходным зажимом и ток индуктивности i_A растет. При этом потребляется как энергия фазы A, так и энергия конденсатора C2.

При запираии транзистора T2 ток индуктивности LA уменьшается, но продолжает течь через диод D1 и заряжает конденсатор C1, даже если его напряжение в несколько раз превышает напряжение источника u_A . Регулируя относительную длительность управляющих импульсов, можно регулировать напряжение конденсатора C1.



Проанализируем работу фазы А схемы при $u_A(t) > 0$. Во время τ_n действия импульса транзистор Т2 открыт, а диод D1 заперт. Для приращений справедливы равенства:

$$\Delta' i_A = \tau_n (u_A + u_2) / L; \quad \Delta' u_1 = -\tau_n (i_n + i_A) / C; \quad \Delta' u_2 = -\tau_n i_n / C.$$

Во время $\tau - \tau_n$ транзистор Т2 заперт, а диод D1 открыт. Для приращений справедливы равенства:

$$\Delta'' i_A = (\tau - \tau_n) (u_A - u_1) / L; \quad \Delta'' u_1 = (\tau - \tau_n) (i_A - i_n) / C;$$

$$\Delta'' u_2 = -(\tau - \tau_n) i_n / C.$$

Результирующие приращения тока i_A и суммарного напряжения $u_{12} = u_1 + u_2$ имеют значения:

$$\Delta i_A = \tau (u_A + u_1 (2\gamma - 1)) / L; \quad \Delta u_{12} = \tau ((1 - 2\gamma) i_A - 2i_n) / C.$$

Потребуем, чтобы эти приращения были равны нулю:

$$u_A + u_1 (2\gamma - 1) = 0; \quad \gamma = \frac{u_1 - u_A}{2u_1};$$

$$(1 - 2\gamma) i_A - 2i_n = 0; \quad i_A = \frac{2i_n}{1 - 2\gamma}.$$

За время импульса дроссель LA получает энергию

$$\Delta' w_L = \tau_n (u_A + u_1) i_A.$$

Часть этой энергии поступает из сети переменного тока (напряжение u_A), а большая часть - от конденсатора C2 (напряжение u_1). Из конденсаторов в нагрузку и в дроссель LA уходит энергия

$$\Delta' w_C = -\tau_n u_1 (2i_n + i_A).$$

За время паузы из дросселя уходит энергия

$$\Delta'' w_L = (\tau - \tau_n) (u_A - u_1) i_A.$$

Конденсаторы за время паузы получают энергию

$$\Delta'' w_C = (\tau - \tau_n) u_1 (i_A - 2i_n).$$

Очевидны равенства:

$$\Delta' w_L + \Delta'' w_L = 0; \quad \Delta' w_C + \Delta'' w_C = 0.$$

Видно, что во время импульса от конденсатора C2 потребляется значительная энергия, большая часть которой возвращается во время паузы конденсатору C1. В отличие от первой схемы, здесь происходит перекачка больших порций энергии, что снижает эффективность второй схемы.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОЗАЩИТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК

Спирина О.В.,

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

X-RAY – SAFE CERAMIC TILES PRODUCTION ENERGY SAVING TECHNOLOGY

Spirina O.V.,

Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan

Аннотация

Исследованы низкотемпературные реакции взаимодействия каолинита и каустической соды, определены условия образования и структура полученного керамического материала. Выявлена возможность применения низкотемпературных керамических плиток для облицовки поверхностей рентгено-исследовательских кабинетов с целью снижения рентгеновского излучения.

Annotation

Chemical reactions of caolinite and caustic soda interaction taking place at low temperatures have been researched, the produced ceramic material structure and conditions of forming have been determined. It has been found that the low temperature ceramic tiles could be used to cover X-ray laboratories walls in order to reduce the effect of the X-ray radiation.

Основные требования к помещениям, в которых проводятся рентгенографические исследования регламентированы санитарными правилами и нормативами [1]. При подготовке рентгенкабинета рассчитывается уровень дополнительной защиты стен, потолка и пола от излучения. Достижение требуемого уровня радиации определяется толщиной защитного слоя покрытия, которая зависит от способности отделочного материала ослаблять интенсивность излучения.

Традиционно для решения задач радиационной защиты используют свинец в виде листового металла или порошкового наполнителя и барий в виде барита BaSO_4 . Свинецсодержащие материалы токсичны и к тому же подвержены быстрому старению. Барит в плане токсичности более предпочтителен, так как он безвреден.

Наибольший практический интерес в настоящее время представляет использование баритового концентрата с высоким содержанием барита в составе рентгенозащитных строительных материалов. Их готовят из портландцемента и баритового песка с зернами не более 1,25 мм. Для повышения защитных свойств в их состав вводят вещества, содержащие легкие элементы: литий, кадмий и др. Плотность рентгенозащитных растворов обычно превышает 2200 кг/м^3 . Однако, при всём удобстве применения сухих строительных смесей, цементосодержащие материалы требуют предельно тщательного и затратного по времени соблюдения поэтапной технологии покрытия (нанесение слоями, просушка и грунтование каждого слоя).

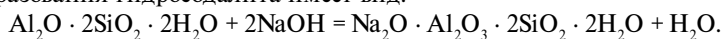
В случае использования баритовых облицовочных плиток на основе каолинита и каустической соды, полученных путем низкотемпературной обработки, технология строительных работ значительно упрощается, сокращается время изготовления, кроме того, улучшаются рентгенозащитные свойства и эксплуатационные характеристики материалов. Таким образом, экономическая и практическая выгода от применения баритовых радиационно-защитных облицовочных плиток в полной мере оправдывает их стоимость.

В технической литературе [2] низкотемпературные реакции глинистых минералов со щелочами рассмотрены недостаточно. Принято считать, что монтмориллонит обладает более высокой активностью, чем каолинит. Однако это верно только при условии, когда речь идет о химической адсорбции, то есть о реакциях на поверхности кристалла без изменения его структуры.



Проведенные исследования [3] химических взаимодействий, протекающих между каолинитом и концентрированными растворами щелочей, показали, что при молярном отношении (1:1) каолинита и каустической соды (NaOH) затворение каолинита высококонцентрированным раствором NaOH с последующим нагреванием смеси приводит к образованию гидросодалита $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. На качество реакции влияет температура нагрева смеси, скорость реакции возрастает с повышением температуры. Протеканию реакции при температуре 20°C на открытом воздухе препятствует быстрый процесс карбонизации едкого натра. При температуре 60°C реакция протекает очень медленно. Более интенсивно, практически в течение одного дня, происходит образование гидросодалита при температуре 115°C. В диапазоне температур 140°C - 180°C реакция протекает до конца в течение трех часов.

Интересно отметить, что при соотношениях каустической соды и каолина 0,3; 0,5; 0,6; 0,7 моля в процессе реакции наряду с остаточным каолином также образуется гидросодалит, а полученный материал обладает водостойкостью и механической прочностью. Реакция образования гидросодалита имеет вид:



Гидросодалит обладает следующими свойствами: цвет от белого до палевого; удельная плотность 2,2-2,1 г/см³; в воде не растворяется и не набухает; пластичностью не обладает; соляной кислотой разлагается при pH=4,8. Химический состав гидросодалита приведен в таблице 1 (масс.%):

Таблица 1

Химический состав гидросодалита

Состав	Расчетный	Фактический
SiO ₂	39,74	40,27
Al ₂ O ₃	33,70	32,92
Na ₂ O	20,53	21,01
H ₂ O	5,96	5,81

В реакции каолинита с едким натром последний проникает на края отдельных каолиновых пластинок и образуется диффузная зона с составом гидросодалита, через которую следующие ионы натрия могут диффундировать дальше, обмениваясь с остальными каолиновыми кристаллами. Для протекания реакции решающим является то, что на краях каолиновых пластинок образуется высокая концентрация гидроксид-иона, которая способствует диффузии ионов водорода из каолинита. Ионы натрия и ионы водорода движутся в противоположном направлении через диффузную зону. Так как решетка каолинита не имеет никакого геометрического отношения к решетке гидросодалита, то реакция должна быть связана, по меньшей мере, с частичным распадом каолиновой решетки. О том, что распад решетки каолинита и образование гидросодалита протекают одновременно, свидетельствует отсутствие свободного оксида алюминия на всем протяжении реакции. Разрушение каолиновой решетки связано с заменой ионов водорода на значительно большие по размеру ионы натрия, которые совместно с тетраэдрами $[\text{AlO}_4]$ и $[\text{SiO}_4]$ образуют решетку гидросодалита, на что указывают электронно-микроскопические исследования. Наличие пустот в решетке гидросодалита объясняет возможность диффузии ионов натрия через решетку и дальнейшее протекание реакции.

Рентгеноструктурные исследования подтверждают несомненную зависимость типов продуктов реакции от структурных особенностей исходных минералов. В первую очередь реакционно-способными при невысоких температурах оказываются только те минералы, у которых октаэдрический слой не закрыт с обеих сторон Si-O - тетраэдрами, то есть те, у которых водород гидроксильной группы, обнаруживающий кислотные свойства, может непосредственно взаимодействовать с NaOH. Такими являются минералы группы каолинита



и его триоктаэдрические аналоги.

По всей вероятности, процесс перехода каолинита в гидросодалит начинается с образования диффузных зон на краях пластинок каолинита, имеющих гидросодалитовый состав. Через эту зону ионы Na^+ могут диффундировать дальше в глубь кристаллов каолинита, разрушая структуру каолинита и вызывая перекристаллизацию с переходом в кубический гидросодалит. Относительная легкость, с которой каолинит превращается в гидросодалит, обуславливается тем, что каолининовая структура представляет собой хороший «полуфабрикат» для создания гидросодалитовой структуры. Для обеих структур характерно наличие шестичленных колец Si-O – тетраэдров.

Таким образом, глинистые минералы каолининовой группы являются реакционно-способными при невысоких температурах нагрева, порядка 100°C - 180°C . Реакция каолинита с каустической содой, в результате которой появляется новый минерал гидросодалит, имеет практическое значение. Гидросодалит обладает свойством вяжущего и связывает различные добавки, например, кварцевый песок и пигменты. Добавки положительно влияют на отдельные характеристики материала. Песок повышает сопротивление истиранию и позволяет получать плитки с истираемостью $0,3-0,4 \text{ г/см}^2$ и $\sigma_{\text{сж}} = 30 - 40 \text{ МПа}$; кирпичный бой увеличивает морозостойкость, а сульфат бария делает плитки рентгенозащитными. Используя каолин (в том числе и некондиционный) и каустическую соду, можно без обжига изготавливать отделочные материалы, обладающие высокими прочностными и декоративными качествами.

Литература

1. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.802-99 «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность».
2. Барсуков В.С. Персональная энергозащита. М: Амрита-Русь, 2004.-228 с.
3. Ремизникова В.И., Спирина О.В. Физико-химические основы строительной керамики.- Казань, КГАСУ, 2006.- 85с.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ГРУППИРОВКА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*Афанасьев В.А., Балоев А.А., Мещанов А.С.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им.А.Н. Туполева», г. Казань*

ENERGY-SAVING CONSTELLATION OF UNMANNED SPACE VEHICLES

*Afanasyev V.A., Baloev A.A., Meshchanov A.S.,
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan*

Аннотация

Представлен новый тип беспилотных летательных аппаратов (БЛА), которые разбиваются на пары, стыкуются днищами друг к другу, образуя воздушно-космические аппараты (ВКА), и в таком виде устанавливаются на последней ступени космической ракеты для управления её движением до выхода на орбиту. Группировка из заданного числа ВКА находится на орбите до команды на выполнение полётного задания, после которой ВКА сходят с орбиты и по отдельности разделяются на два БЛА, каждый из которых после прохождения атмосферы решает собственную задачу попадания в цель. В случае отмены военного задания ВКА после схода с орбиты не разделяется на два БЛА, а продолжает тормозиться в атмосфере до выхода в отвесное падение, после которого ВКА совершает мягкое вертикальное приземление, сохраняя в целости оба БЛА, готовых к выполнению следующего полётного задания.

Annotation

We present a new type of unmanned flight vehicles (UFV) which are divided into pairs forming air-space vehicles (ASV) and in this form they are installed on the last stage of a space rocket to control its motion until injection into an orbit. A constellation made from a specified number of ASVs are into the orbit until a command to perform a flight mission after which ASV deorbits and divides into two UFVs, each from which after passing the atmosphere resolves an own problem to hit a target. In case of cancellation of the military mission after the deorbiting ASV does not divides into two UFVs but continues to brake in the atmosphere until coming out in the vertical fall after which the ASV makes the soft vertical touchdown saving the both UFVs intact and ready to perform the following flight mission.

Рассматривается новый тип беспилотных летательных аппаратов (БЛА), конструктивно-компоновочная схема (ККС) каждого из которых имеет вид удлинённого конуса вращения с наконечником малого радиуса притупления. К днищу пристыкован цилиндрический отсек с ракетными двигателями (РД), сопла которых выходят на поверхность корпуса, и баками с компонентами ракетного топлива (рис.1).

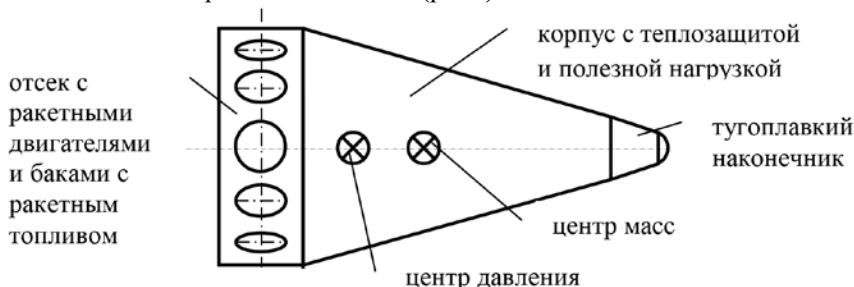


Рис.1. Беспилотный летательный аппарат

Вся группировка разбивается на пары БЛА, которые скрепляются днищами друг с другом, образуя веретёнообразную конфигурацию воздушно-космического аппарата (ВКА), который



представляет собой полезную нагрузку для некоторой многоступенчатой космической ракеты, которая выводит ВКА на орбиту. ВКА отделяется от последней ступени и вливается в космическую группировку ВКА, состоящих из таких же двух соединённых днищами БЛА, совершающих полёт по орбите в дежурном режиме (рис.2).

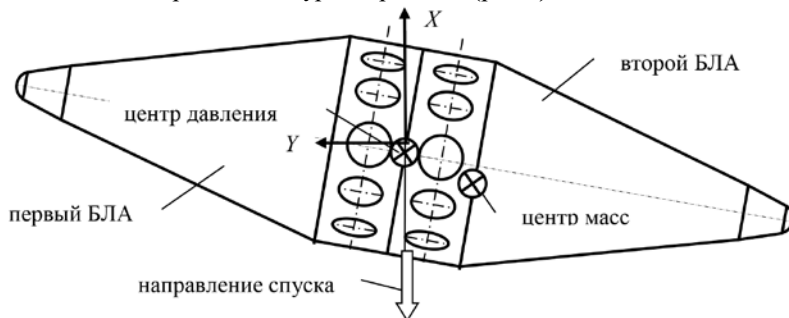


Рис.2. Воздушно-космический аппарат

При поступлении команды на выполнение задания военного назначения каждый ВКА сходит с орбиты за счёт импульса тяги РД и при входе в атмосферу разделяется на два отдельных БЛА с самостоятельными полётными заданиями после прохождения атмосферы, например, для достижения определённой цели.

В случае отмены военного задания каждый ВКА также сходит с орбиты с помощью импульса тяги РД, но после входа в атмосферу не разделяется на два БЛА, а продолжает спуск в атмосфере до момента начала отвесного падения. В определённый момент включаются РД обоих БЛА и ВКА совершает мягкое вертикальное приземление, сохраняя свою целостность для нового космического полёта.

Отличительная особенность спуска в атмосфере ВКА, состоящего из двух соединённых днищами БЛА, состоит в том, что ВКА, имеющий веретёнообразную конфигурацию, ориентируется продольной осью перпендикулярно вектору скорости [1] и приобретает максимально возможное аэродинамическое сопротивление без каких-либо дополнительных приспособлений (парашютов, щитков, экранов и др.), уменьшающих массу полезной нагрузки и энергоэффективность ВКА. Кроме того, вращение ВКА вокруг продольной оси с помощью РД, позволяет равномерно распределить тепловые потоки, образующиеся при переходе кинетической энергии в тепловую, по толщине и поверхности теплозащитного материала, покрывающего корпуса обоих БЛА. Такой подход не только исключает образование критических точек нагрева, приводящих к разрушению корпусов БЛА, но также позволяет обойтись применением обычного теплозащитного материала сравнительно малой толщины.

В случае если действительный центр масс ВКА отличается от геометрического центра, то симметричность обтекания ВКА нарушается и продольная ось ВКА отклоняется от перпендикуляра к вектору скорости на угол, пропорционально которому образуется подъёмная составляющая Y аэродинамической силы, которую предлагается использовать для выполнения достаточно продолжительного манёвра при выходе на удалённый участок приземления. При этом сила лобового сопротивления X незначительно уменьшается по сравнению с максимальной величиной и энергоэффективность торможения не снижается.

Управление полётом ВКА в атмосфере проводится на основе гироскопического эффекта, возникающего в результате воздействия на тяжёлый вращающийся волчок со смещённым центром масс, которым является ВКА, поперечного момента сил, создаваемых РД, в результате которого возникает прецессионное движение центра масс в определённом направлении.

При необходимости, например, когда время прохождения атмосферы не является критическим, разделение ВКА на два БЛА может проводиться не сразу при вхождении в атмосферу, а по прошествии определённого времени, когда скорость спуска в атмосфере уменьшится до заданной величины.



Достоинство конструктивно-компоновочной схемы ВКА, показанной на рис.2, состоит в том, что при установке на последней ступени один из корпусов ВКА выполняет роль обтекателя, а оба отсека с РД, находящиеся снаружи, выполняют роль рулевых органов при разгоне космической ракеты на всех ступенях, включая последнюю (рис.3).

На рис.3 показана последняя ступень космической ракеты с полезной нагрузкой в виде ВКА, состоящего из двух БЛА, один из которых играет роль обтекателя космической ракеты при разгоне первой ступенью. Ракетные двигатели обоих БЛА используются для управления полётом при разгоне ракеты на всех ступенях, начиная от первой и кончая последней. После отделения последней ступени ВКА выполняет автономный полёт в космосе в составе группировки ВКА, определённым образом расположенных на околоземных орбитах.

Каждый ВКА может оставаться на орбите достаточно продолжительное время, корректируя периодически свою орбиту с помощью ракетных двигателей, пока не будет выработан предназначенный для этого объём ракетного топлива. В дежурном режиме находящаяся на борту аппаратура может использоваться для выполнения заданий гражданского назначения, например, для телекоммуникаций или мониторинга поверхности Земли.

В любом случае ни сами ВКА, ни их останки не остаются на орбитах и не увеличивают космический мусор. При решении задач военного назначения оба БЛА каждого ВКА проходят атмосферу и поражают назначенную ему цель. При отмене заданий военного назначения группировка ВКА может продолжать выполнение заданий гражданского назначения до выработки ракетными двигателями определённого запаса ракетного топлива. После выработки ресурса каждый ВКА, состоящий из двух БЛА, сходит с орбиты, эффективно тормозится до выхода в отвесное падение и совершает мягкое приземление с помощью тех же ракетных двигателей, с помощью которых проходило управление движением на предыдущих участках траектории космического полёта. Как и в работе [2], предлагаемая группировка из ВКА, изначально образованных стыковкой двух БЛА днищами друг к другу, имеет целью повысить энергоресурсоэффективность и снизить затраты на эксплуатацию.

Авторы статьи накопили весьма значительный опыт разработки бортовых алгоритмов управления мягким вертикальным приземлением различных ЛА. В работах [3-6] таким ЛА является двухконусный спутник, подобный ВКА на рис.2. В статьях [4-6] были разработаны эффективные варианты многошагового терминального управления (МТУ), обеспечивающего заданную высокую терминальную точность при идентификации неопределённых возмущений с последующей компенсацией (и без выполнения известных условий инвариантности) благодаря быстрому вычислению новых значений ступенчатого управления на каждом новом малом шаге по аналитическому решению упрощённой модели объекта. Как показали результаты численного моделирования системы приземления и с другими известными управлениями, предлагаемые МТУ одновременно обеспечивают

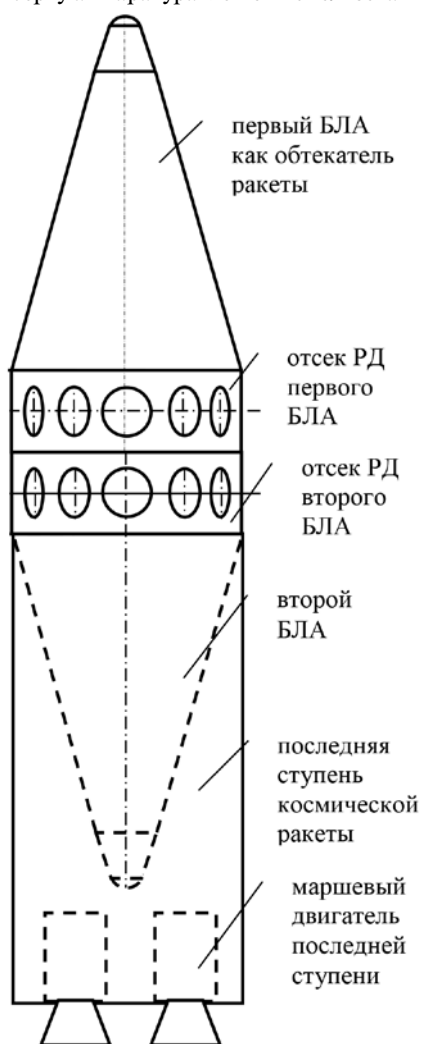


Рис.3. Применение ВКА для управления космической ракетой



и сравнительно малые энергетические затраты. В работах [7, 8] разработаны алгоритмы приземления специальных посадочных модулей и алгоритмы управления на основе решения обратной задачи динамики. В статьях [9, 10] для управляемых систем с нелинейными нестационарными объектами при номинальных (известных) и неопределенных ограниченных внешних и параметрических возмущениях получены методы анализа устойчивости невозмущенного движения и синтеза непрерывных векторных нелинейных управлений, обеспечивающих экспоненциальную устойчивость с нулевым перерегулированием и нулевым установившимся отклонением от программного движения по норме вектора состояния. Методы основаны на развитии следствия неравенства Важевского и критерия Сильвестра для определенно отрицательных квадратичных форм, а также на эффективном применении численного моделирования систем управления. Решены задачи компенсации перечисленных возмущений на основе идентификации неопределенных возмущений и применения методов для эффективного энергосберегающего управления мягкой вертикальной посадкой возвращаемого космического аппарата двухконусной компоновки.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 15-48-02040.

Литература

1. Патент № 2202500, МПК 7B64G 1/62, 1/14; F42B 15/10. Способ спасения ракет-носителей многоразового применения и устройство для его осуществления / В.А. Афанасьев, В.С. Борзов, В.А. Данилкин, Г.Л. Дегтярёв, В.Г. Дегтярь, А.Ф. Марусик, А.С. Мещанов, Т.К. Сиразетдинов, Г.Г. Сытый, Ю.С. Телицын // Б.И. 2003. № 11.
2. Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С. Энергосберегающая космическая транспортная система. Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение». Сборник докладов. г. Казань, 1-3 апреля 2015 г. С.345-348.
3. Афанасьев В.А., Дегтярев Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Т.К. К математическому описанию движения многоразовых спускаемых летательных аппаратов нетрадиционных аэродинамических компоновок // Изв. вузов. Авиационная техника. 2001. № 3. С.10-14.
4. Афанасьев В.А., Мещанов А.С., Мещеряков М.Г., Сиразетдинов Т.К. Многошаговое терминальное управление приземлением спускаемого летательного аппарата // Изв. вузов. Авиационная техника. 1993. № 1. С.13-17.
5. Афанасьев В.А., Мещанов А.С., Мещеряков М.Г., Сиразетдинов Т.К. Многошаговое терминальное управление мягким приземлением двухконусного спутника с учетом запаздывания бортовой ЦВМ. I // Изв. вузов. Авиационная техника. 1993. № 3. С.16-20.
6. Афанасьев В.А., Мещанов А.С., Мещеряков М.Г., Сиразетдинов Т.К. Многошаговое терминальное управление мягким приземлением двухконусного спутника с учетом запаздывания бортовой ЦВМ. II // Изв. вузов. Авиационная техника. 1993. № 4. С.16-21.
7. Афанасьев В.А., Дегтярёв Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Т.К. Разработка и исследование алгоритмов управления вертикальным приземлением посадочных модулей // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2007. № 3. С.56-59.
8. Афанасьев В.А., Дегтярев Г.Л., Мещанов А.С., Сиразетдинов Т.К. Обратная задача мягкого приземления многоразового спускаемого космического аппарата // Изв. вузов. Авиационная техника. 2003. № 4. С.20-23.
9. V.A. Afanasyev, G.L. Degtyarev, A.S. Meshchanov, T.K. Sirazetdinov. Stability and synthesis problems for nonlinear systems under uncertainty with application to spacecrafts. International IFNA-ANS scientific Journal «Problems of nonlinear analysis in engineering systems», № 2(34), v.16, 2010. P.47-66.
10. Мещанов А.С. Идентификация и компенсация возмущений в управлении нелинейными объектами. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2010. № 3. С.164-173.



ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

*Новиков В.Ф., Снигирева Ю.В., Ялалов И.Ф., Хабабутдинов Д.А., Гиниятова Л.М.,
Сайфиева А.Р.,*

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

STUDY OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF ORGANIC SOLVENTS

*Novikov V. F., Snigireva Y.V., Yalalov I.F., Hababutdinov D.A., Giniyatova L.M., Sayfieva A.R.,
The Kazan state power university, Kazan*

Аннотация

В работе изучены технологические характеристики органических растворителей методом восходящей жидкостной хроматографии. Исследованы различные по полярности органические растворители и определены их времена удерживания на природном цеолитсодержащем сорбенте. Установлено, что время удерживания органических растворителей зависит от их природы и характер межмолекулярного взаимодействия в системе сорбат-сорбент.

Annotation

We studied the technological characteristics of organic solvents by method of rising liquid chromatography. The organic solvents with different polarity were identified by their retention times into the natural zeolite sorbent. It was found that the retention time of the organic solvent depends on the nature and character of the intermolecular interactions in the sorbate-sorbent system.

Хроматографические методы анализа обладают рядом важных достоинств, основными из которых являются: универсальность, высокая эффективность разделения на индивидуальное компоненты, простота операций – пробоподготовки, отсутствие химических изменений в разделяемых веществах.

Как известно, жидкостная колоночная хроматография широко применяется в энергетической отрасли промышленности для экстракции и разделения компонентов топлив и масел на различные составляющие. Для проведения процесса хроматографирования колонка заполняется различными сорбентами, в которые сверху подается растворитель, от природы которого зависит селективность разделения анализируемых смесей.

Для изучения технологических характеристик органических растворителей нами использовался метод восходящей жидкостной хроматографии. С этой целью в качестве адсорбентов использовали цеолитсодержащие породы Татарско-Шатрашановского месторождения, которые предварительно были термически обработаны при температуре от 350 до 400°C. Цеолитсодержащие породы содержат две части: скрытокристаллические частицы размером менее 0,01 мм и мелкозернистые частицы размером более 0,01 мм. [1-2]. Основными минералами в ней выступают: кальций, опал, кварц, полевые шпаты, слюды, глауконит, а также сульфиды и гидроксиды железа, циркон, рутил, гранат турмалин, шпинель. Компоненты цеолитов в породах составляет от 15 до 35%.

Сорбционные трубки заполнялись цеолитсодержащей породой, в нижнюю часть которых подавались органические растворители различной полярности. Процесс разделения осуществлялся по механизму, который предусматривает подъем растворителя по сорбционному слою за счет капиллярных сил. При этом секундомером фиксировали время прохождения фронта растворителей через каждые 10 мм. На аналитических весах взвешивали сорбционные трубки до и после поглощения растворителя, и по разности определяли сорбционную емкость.

Химический состав цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения приведен в таблице 1.



Таблица 1

Химический состав цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения

№ п/п	Состав цеолитсодержащей породы	Концентрация, % масс		
		Мергели	Пески	Глины
1	SiO ₂	26,7	38,18	66,32
2	TiO ₂	0,30	0,26	0,49
3	Al ₂ O ₃	5,40	4,98	11,90
4	Fe ₂ O ₃	2,30	4,19	4,39
5	MnO	<0,01	0,04	0,04
6	CaO	14,90	23,80	2,36
7	MgO	1,26	3,07	1,51
8	Na ₂ O	0,14	0,36	0,50
9	K ₂ O	1,24	1,72	2,40
10	P ₂ O ₅	0,11	2,94	0,17
11	H ₂ O+CO ₂	17,72	19,60	9,76

Результаты эксперимента записывались в таблицу для дальнейшей статистической обработки с определением величин погрешностей времён удерживания, анализируемых органических растворителей. После проведения первого эксперимента проводилась десорбция сорбента путём нагревания до температуры от 200 до 300 °С, с последующей продувкой хроматографических колонок воздухом. Было замечено, что результаты первого эксперимента оказались завышенными по общему времени удерживания органических сорбатов, что очевидно определяется структурированием сорбента под влиянием растворителя.

Выводы

Проведено исследование сорбционной способности цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения по отношению к различным органическим растворителям, природа которых оказывает существенное влияние на времена удерживания.

Литература

1. Цеолитсодержащие породы Татарстана и их применение. Под ред. А.В. Якимова и А.И. Букова. - Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ; 2001.- 176с.
2. Новиков В.Ф., Каратаев О.Р, Карташова А.А., Каратаева Е.С., Танеева А.В. Способ получения адсорбента. Патент на изобретение №2566141. опубл. 20.10.2015, бюлл.№29.



ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИКИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Бурганов Р.А., Заляalieva С.Е.,

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

INSTITUTIONAL MODEL OF INTERACTION OF ECONOMICS AND ELECTRICITY

Burganov R.A., Zalyalieva С.Е.,

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Аннотация

В работе обращено внимание на необходимость изучения взаимодействия экономики и электроэнергетической сферы на базе институционализма. По мнению автора, ориентация только на технические и экономические науки, основанные только на извлечении прибыли из ресурсов, ущербны для развития экономики страны.

Также работе дана информация об анкетировании представителей энергобизнеса, в результате которого было определено их отношение к ситуации, сложившейся сегодня в институциональной среде электроэнергетики; предложена простая модель взаимодействия экономики и электроэнергетики на базе институтов.

Annotation

The paper drew attention to the need to study the interaction between the economy and the power industry on the basis of institutionalism. According to the author, focus only on the technical and economic sciences, based only on the profit from the resources, defective development of the national economy.

Also, given the information about the survey of representatives of energy business, in which it was determined their attitude to the situation today in the institutional environment of electric power, proposed a simple model of interaction between economy and power.

В настоящее время взаимодействие национальной экономики и электроэнергетической сферы в основном изучается техническими науками и экономическими науками. Однако, в целях поиска новых факторов их эффективного взаимодействия необходимо обратить внимание на расширение дополнительных и вспомогательных материалов, связанных с учетом нестабильного состояния институтов экономики. Известно, что такие институты, как обычаи и традиции, бережное отношение к энерго, теплоресурсам могут служить эффективными заменителями формально-правовых институтов, обеспечивая тем самым экономию ресурсов в электроэнергетике.

Активность государства в энергосбережении предопределяла создание институциональной базы электроэнергетики. Опыт развитых стран не может быть ориентиром для российского общества в связи с неразвитостью институциональной структуры отечественной энергетики. В частности, процесс формирования механизма институциональной политики в энергетике начался с подписания Постановления Правительства Российской Федерации «О неотложных мерах по энергосбережению в области добычи, производства, транспортировки и использования нефти, газа и нефтепродуктов» от 2005 г.

В условиях выполнения положений Энергетической стратегии России на период до 2030, должен быть раскрыт и использован весь институциональный потенциал электроэнергетики. При рассмотрении институциональной взаимосвязи экономики и электроэнергетики могут быть использованы учение о «коробке» Ф.Эджорта, концепция Парето-эффективности, теории контрактов, учение о множественности интересов, теория межотраслевого баланса, теория игр. В этих учениях имеет место учет поведенческих реакций различных экономических агентов (домашних хозяйств, энергокомпаний и т.д.) по поводу использования институтов в сфере энергоресурсов и оказания энергоуслуг.



В частности, институциональная структура электроэнергетики и национальной экономики в основном выражается в виде сети контрактов. Стоимость внедрения энергопаспортов, договоров в энергообслуживании составляет определённую долю в издержках в энергосберегающих мероприятиях.

Можно обратить внимание на роль институциональных организаций, обслуживающих интересы контрагентов в отрасли, таких как общественного объединения - «Всероссийский Электропрофсоюз» (ВЭП) и Общероссийского отраслевого объединения работодателей электроэнергетики (Объединение РаЭл) и т.д., которые способствуют укреплению институциональной среды национальной экономики.

Как известно, линейная модель межотраслевого баланса допускает любые пропорции между отраслями, которые определяются конечным спросом и коэффициентами прямых затрат. Однако изменение структуры межотраслевых пропорций зависит от институционально составляющих.

Первоосновой институциональных изменений является изменение формальных норм. Но оно может привести к изменению неформальных. Особенно это наглядно видно на примере нормативного влияния цены и тарифов энергоуслуг на поведение хозяйствующих субъектов и домашних хозяйств. В целом, именно тарифная политика в электроэнергетике способствует стабилизации или дестабилизации институтов национальной экономики.

Большое значение для исследования институциональной среды электроэнергетики и национальной экономики имеет теория игр. В игре участвуют две и более стороны энергорынка, имеющие свои интересы. К объектам интереса можно отнести тарифы на энергоресурсы, объем предоставления ресурсов, энергобезопасность и т.д. Каждая из сторон стремится к достижению определенных целей и при этом использует своеобразную стратегию (равновесие Нэша), которая может вести к выигрышу или наоборот, к проигрышу, в зависимости от реакции других игроков энергорынка. Теория игр помогает выбрать лучшие поведенческие реакции игроков на энергорынке с учетом мнений других участников. Поиск баланса между всеми участниками энергорынка напрямую влияет на создание эффективной институциональной среды национальной экономики.

В целях получения дополнительной информации по поводу использования институтов электроэнергетики был использован социологический опрос представителей энергобизнеса РФ. В опросе участвовали более представители ОАО «Казэнерго», ООО «Башкирская генерирующая компания», ООО «Башкирэнерго», ОАО «Генерирующая компания» и т.д.

В анкету, к видам основных экономических институтов, задействованных в механизме взаимодействия экономики и электроэнергетики России, были включены такие институты как «инвестиционный и предпринимательский климат и риски», «коррупционность, административные барьеры», «качество, результативность и открытость управления», «прозрачность и открытость экономической деятельности», «защита прав собственности, безопасность ведения бизнеса», «доступ к инфраструктуре». В частности, по результатам анализа данных было выявлено, что на вопрос «Как Вы определите ситуацию, сложившуюся сегодня в институциональной среде электроэнергетики?» 23 % ответили, «как хорошая», 37 - «в целом удовлетворительная», 25 % - «напряженная, ощущается несовершенство законодательства».

Отмечено, что пренебрежение институтами государственно-частного партнерства (ГЧП) негативно влияет на тренд устойчивого развития электроэнергетической отрасли и национальной экономики. Однако привлечение в энергетическую отрасль частного капитала само по себе требует создание новой институциональной среды, и как следствие – конфликт институциональных интересов. Решением этой проблемы является сбалансированное распределение институциональных рисков и ответственности при реализации института ГЧП.

В целом, успешность энергетической сферы зависит от правильно выстроенных институциональных и экономических отношений, для этого необходимо создать модель взаимодействия экономики и электроэнергетики (рис.1).

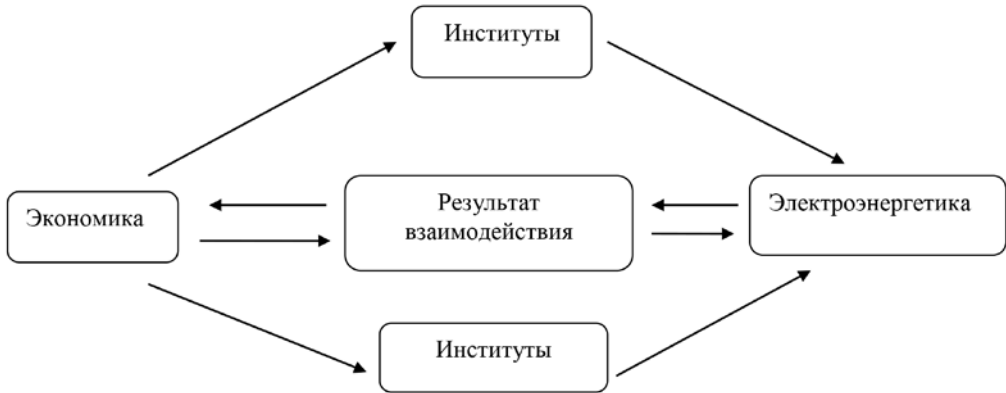


Рис. 1. Институциональная модель взаимодействия экономики и электроэнергетики

Данная простая модель констатирует системность и сложность взаимоотношений экономики и электроэнергетики, опосредованную через сеть институтов.

Примечание. Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-02-00041



СНИЖЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРОЙНИКОВ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Бадыкова Л.Н., Зиганшин А.М.,

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

REDUCING OF PRESSURE LOSSES ACROSS THE VENTILATION TEES

Badykova L.N., Ziganshin A.M.,

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Проводится численное определение сопротивления тройников вентиляционных систем усовершенствованной конструкции, позволяющей существенно снизить энергозатраты на перемещение воздуха.

Annotation

The article gives numerical determination of advanced constructioned tees of ventilation systems, which allows to reduce significantly energy consumption for air transporting.

В механических системах вентиляции и кондиционирования при перемещении воздуха по воздуховодам основное количество энергии затрачивается на преодоление сопротивления фасонных частей системы – отводов, диффузоров, тройников и других, так называемых местных сопротивлений. Потеря энергии в таких возмущающих элементах (ВЭ) складывается из потерь на деформацию потока и потерь в вихревых зонах, образующихся при срыве потока с острых кромок таких деталей. Наиболее перспективным является уменьшение или исключение отрывных зон. Многие авторы рекомендуют делать ВЭ более плавными – например скруглять острые кромки по некоторым радиусам [1], что приведет к существенному уменьшению вихревой зоны, но полностью ее не исключит. Некоторые предыдущие исследования авторов показали, что практически полное исчезновение отрывной зоны происходит при профилировании острой кромки не по радиусу окружности, а по «свободной линии тока» - линии (поверхности) разграничивающей область основного потока и отрывного течения [2, 3]. Очертания вихревых зон можно находить путем аналитических исследований, например методом конформных отображений, с использованием теории функции комплексного переменного [4], что возможно лишь для очень простых геометрий и вводит определенное количество допущений, или путем эксперимента. Проведение качественного натурного или лабораторного эксперимента зачастую недоступно из-за дороговизны как сооружения экспериментальной установки, так и используемого измерительного оборудования. Сейчас широко развит, так называемый, численный эксперимент - компьютерное моделирование с использованием методов вычислительной гидродинамики (ВГД или CFD – Computational Fluid Dynamics). Существенным плюсом такого метода исследований является отсутствие необходимости в существенной материальной базе, однако при этом важнейшим вопросом является верификация результатов моделирования. Одним из распространенных и универсальных вычислительных комплексов является Ansys Fluent.

В работе описываются результаты продолжения исследований течения в плоском вытяжном тройнике, острая кромка которого спрофилирована по очертаниям вихревой зоны, определенной из расчетов непрофилированного тройника [2]. Ранее была верифицирована численная модель течения, определены очертания вихревой зоны и создана компьютерная модель профилированного тройника, которая показала существенное снижение сопротивления (более чем в три раза [5]), по сравнению с непрофилированным.

Обычно считается, что фасонные детали вентиляционных систем без деления или смешения потоков, эксплуатируются при небольшом диапазоне изменения расходов протекающего через них воздуха, причем так что течение всегда развитое турбулентное. Это так для систем с постоянным расходом, которых в России, на сегодняшний день, большинство. Тем



не менее, нужно отметить все возрастающее количество современных, более экономичных систем с переменным расходом воздуха, в которых одна и та же фасонная деталь постоянно работает в условиях изменения расхода протекающего через нее воздуха, в том числе и очень небольшого, что приводит к возникновению, в элементах вентиляционной системы, любых режимов течения от турбулентного и переходного, до ламинарного. Это обстоятельство приводит к необходимости большого количества исследований сопротивления фасонных деталей при разных режимах течения.

В таких фасонных частях как тройник, где имеется деление или смешение потоков имеется необходимость исследовать сопротивление элемента при разных соотношениях воздуха, протекающего по его ветвям. Если для непрофилированного тройника здесь нет существенных особенностей и коэффициенты местных сопротивлений (КМС) на проход мимо ответвления $\zeta_{пр}$ и самого ответвления $\zeta_{отв}$ приводятся в специальной литературе (например [1, 6] в зависимости от, например, соотношения расходов воздуха протекающего по ответвлению $G_{отв}$ и после слияния G_c . Если речь идет о профилировании острых кромок детали по очертаниям вихревых зон, ясно, что эти очертания существенно зависят от указанного выше соотношения $G_{отв}/G_c$. При этом сопротивление тройника, спрофилированного при одном соотношении, будет минимальным именно при этом соотношении расходов, в остальных случаях сопротивление будет выше. Таким образом, возникает задача определения оптимального профиля, при котором будет наблюдаться наименьшее сопротивление на всем диапазоне изменения значений $G_{отв}/G_c$.

В работе приводятся результаты численного определения сопротивления вытяжного тройника на слиянии при профилировании внутренней острой кромки. Расчеты проводятся при помощи вычислительного комплекса AnsysFluent. На выходной границе устанавливается граничное условие постоянной скорости, на входных границах – постоянство полного избыточного давления. При помощи установки разной величины давлений на ветвях тройника моделировалось разное соотношение $G_{отв}/G_c$.

По результатам работы [2] построены очертания вихревых зон для разного соотношения $G_{отв}/G_c$ при течении воздуха через непрофилированный тройник (рис.1).

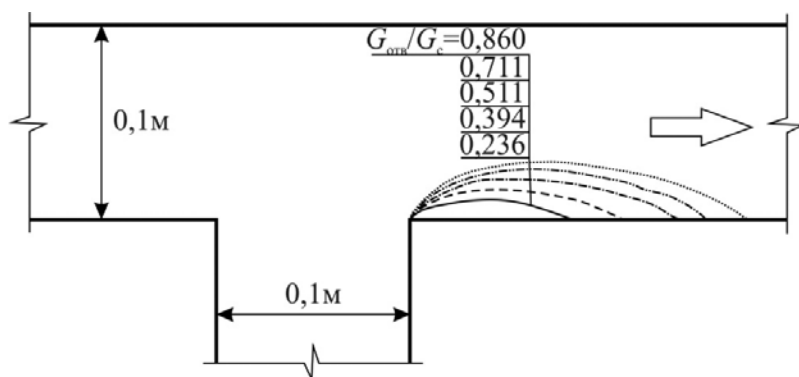


Рис. 1. Очертания вихревых зон в непрофилированном тройнике в зависимости от $G_{отв}/G_c$.

Для проведения исследований с профилированным тройником здесь выбраны наиболее характерные профили – при соотношениях $G_{отв}/G_c = 0,860; 0,511; 0,236$.

Далее для каждого профиля была построена соответствующая геометрия и решен ряд задач с разным соотношением $G_{отв}/G_c$, при этом, в каждом случае определялись значения $\zeta_{пр}$ и $\zeta_{отв}$.

На рис.2 приведены результаты расчетов в виде графика зависимости $\zeta_{пр}$ и $\zeta_{отв}$ от $G_{отв}/G_c$.

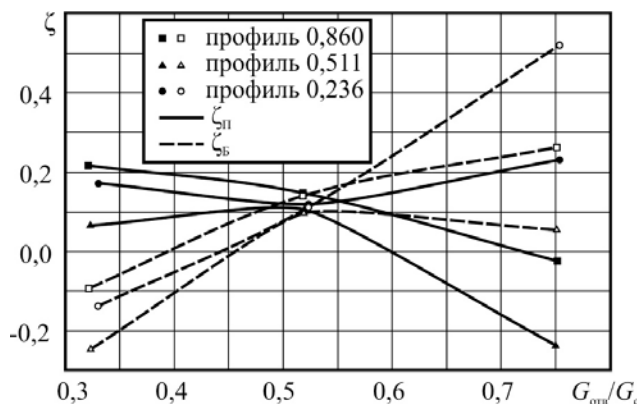


Рис. 2. Зависимости ζ при ζ от $G_{отв}/G_c$ для разного вида профилирования

Анализируя эти зависимости можно сделать несколько выводов. Во-первых – видно, что все профили имеют минимум сопротивления при $G_{отв}/G_c$ около 0,5. Более того значения $\zeta_{пр}$ и $\zeta_{отв}$ практически при этом совпадают. Это означает, что условия течения (сопротивление) для бокового ответвления и канала на проход – одинаковы. Также видно, что наименьшее сопротивление как при течении по боковому каналу, так и при течении на проход наблюдается для профиля 0,511 на всем исследованном диапазоне изменения соотношения $G_{отв}/G_c$. Вышеуказанный же тезис о минимальном сопротивлении профиля для соотношения, на котором он был определен подтверждения не получил. Тем не менее было бы интересно исследовать, как промежуточные варианты профилирования, так и промежуточные соотношения расходов для получения более полной картины.

Таким образом, на данном этапе исследования, наиболее оптимальным, с точки зрения энергозатрат, можно считать профиль, полученный по очертаниям вихревой зоны при соотношении $G_{отв}/G_c = 0,511$.

Литература

- Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
- Зиганшин А.М., Бадыкова Л.Н., Гимадиева Г.А. Сопротивление плоского приточного тройника на слиянии // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: материалы XIII Международной научной конференции, 15-28 апреля 2015 г., г. Сиань / сост. А. Н. Гвоздков; Волгогр. гос. архит.-строит.ун-т. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. – С.334-338.
- Зиганшин А.М. Снижение энергозатрат при движении потоков путем профилирования фасонных частей в коммуникациях энергоустановок // Надежность и безопасность энергетики. – 2015. – №1. – С. 63-68.
- Шулекина Е.И., Посохин В.Н., Зиганшин А.М. Расчет поля скорости в полости, из которой отсасывается воздух // Изв. ВУЗов. Строительство. – 2001. – №4. – С. 81-84.
- Зиганшин А.М., Бадыкова Л.Н., Шамсутдинов Т.Ф. Снижение сопротивления вытяжных тройников вентиляционных систем // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции с международным участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 15-18 декабря 2015 года / г. Екатеринбург: УрФУ, 2015. – С. 484-487.
- Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. В60 Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. 319 с.



ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ – РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

*Боровский М.Я., Богатов В.И., Филимонов В.Н.,
ООО «Геофизсервис», г. Казань,*

*Борисов А.С.,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань,*

*Шакуро С.В.,
ООО «ФРОНТГеология», г. Нижний Новгород*

ELECTRICAL TOMOGRAPHY – RESOURCE EFFICIENT METHOD OF STUDYING THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

*Borovsky M. Y., Bogatov V.I., Filimonov V.N.,
LLC «Geofizservis», Kazan,*

*Borisov A.S.,
Kazan (Volga region) Federal University, Kazan,*

*Shakuro S.V.,
LLC «FRONTGeology», N. Novgorod*

Аннотация

Предложено для оценки гидрогеоэкологической ситуации и поисков минерального строительного сырья использовать электротомографические исследования. Это позволяет получить информацию о естественной защищенности недр, что способствует рациональному размещению объектов обустройства нефтепромыслов. Получаемые при этом сведения о физических свойствах горных пород могут быть применены для поисков строительных материалов.

Annotation

Proposed for the assessment of hydro-geo-ecological situation and prospecting of mineral building materials use of electrical tomography study. This allows you to obtain information about natural protection of the subsoil, which contributes to the rational placement of objects of arrangement of oil fields. The obtained information about the physical properties of rocks can be used to search for construction materials.

Эффективное решение гидрогеоэкологических и поисковых вопросов требует [1-4] детальных сведений о строении геологического разреза.

Как известно, электроразведка методом сопротивлений остается одним из основных методов при малоглубинных геофизических исследованиях. До сих пор в геофизических предприятиях основной методикой проведения электроразведочных работ являются вертикальные электрические зондирования, нацеленные на изучение горизонтально-слоистых разрезов. Развитие компьютерной техники и программного обеспечения позволили перейти к двумерным и трехмерным измерительным схемам. Важная особенность электротомографии – увеличение производительности и качества работ, а также применение эффективных алгоритмов инверсии для изучения двумерных и трехмерных объектов [3,4].

Использование метода электротомографии рекомендовано Госстроем России (СП 11-105-97, часть VI, 2004) при любых детальных геофизических исследованиях, выполняемых в ходе инженерно-геологических изысканий. Особенно этот метод эффективен в зонах тектонических нарушений, в зонах городской застройки: в условиях, когда геологический разрез заметно выходит за рамки горизонтально-слоистого.

На одной из площадей Восточного Татарстана осуществлены электротомографические исследования. Полевые работы проведены комплектом аппаратуры ЭРП-148, включающим генератор ЭРП-1А, измеритель ЭРП-1А и 48-канальный коммутатор ЭРП-К48. 48-канальная



электроразведочная коса состоит из двух сегментов по 24 канала; расстояние между соседними электродами на профиле 4 метра, общая длина расстановки 48-4=192 метра.

При производстве работ после обработки всех 48 каналов ближние 24 канала остаются на месте, а дальние перекладываются вперёд по ходу профиля; таким образом, непрерывный профиль электротомографии обрабатывается с полуторным перекрытием.

Обработка данных электротомографии проведена в несколько этапов.

На первом этапе с помощью программы x2iri выполнен контроль качества полевых данных, выявлены бракованные замеры, объединены воедино отдельные сегменты профиля. Дальнейшая обработка подготовленных таким образом полевых данных – двумерная инверсия – проведена с использованием программного обеспечения Res2DInv. При максимальном разnose питающей линии АВ=192 м глубина изучения на данном типе разреза составляет 25-30 метров и более.

На рисунке 1 показана условная модель, где на фоне разреза с удельным сопротивлением 25 Ом-м имеется внедрение низкоомного (5 Ом-м) субстрата сложной конфигурации и расчётный разрез кажущегося сопротивления для предлагаемой дипольной установки зондирования (использована программа Res2DMod).

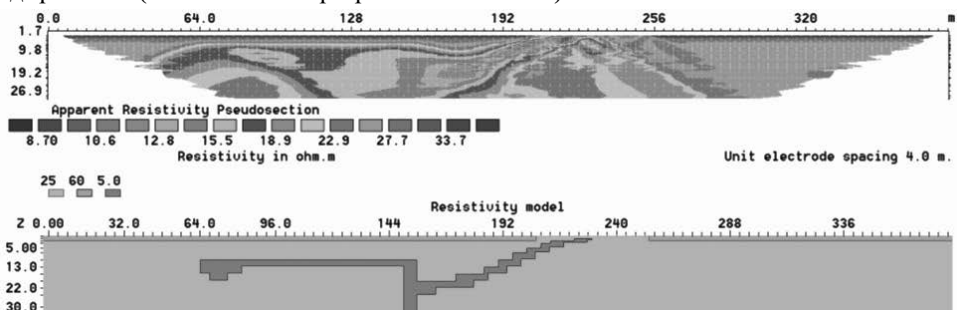


Рис. 1. Геоэлектрическая модель засоления (внизу) и расчётный разрез кажущегося сопротивления для дипольной установки зондирования (вверху)

На рисунке 2 показан результат решения обратной задачи: восстановленный в результате автоматической 2D-инверсии (Res2DInv) синтетических данных – геоэлектрический разрез. На полученном разрезе верно отрисована конфигурация низкоомных шлейфов, правильно определена глубина их залегания. Место внедрения низкоомного субстрата снизу локализовано, несмотря на то, что в поле кажущегося сопротивления эпицентр низкоомной аномалии заметно смещён в сторону от него.

Результаты моделирования позволяют утверждать, что в указанном интервале глубин электротомография позволяет детально закартировать низкоомные ореолы загрязнения (минерализованные воды, горячие воды) и локализовать их источники.

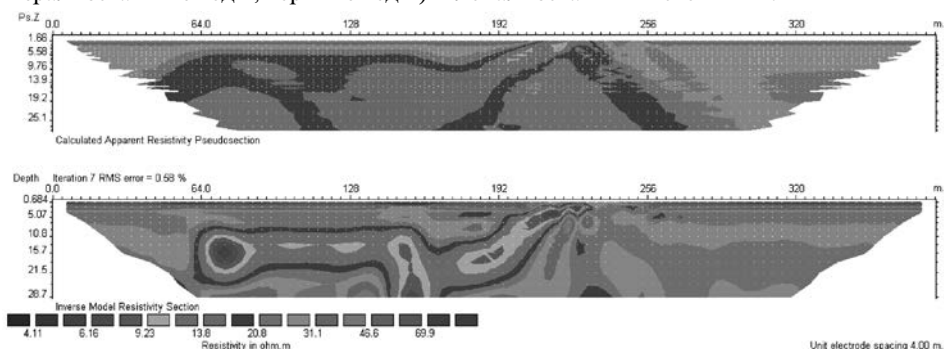


Рис. 2. Геоэлектрический разрез по результатам 2D-инверсии синтетических данных (внизу) и расчётный разрез кажущегося сопротивления (вверху)



По каждому профилю составлены разрезы кажущегося сопротивления, по которым выполнена 2D-инверсия и составлены разрезы удельных электрических сопротивлений. Полученные по результатам обработки материалов профильной электротомографии данные использованы для формирования карт площадного распределения электрических физических свойств (удельного электрического сопротивления) отложений верхней части геологического разреза. Построения выполнены по осредненным величинам геофизического параметра ($УЭС$) для всей изученной толщи (интервал глубин 0-40 м) и для отдельных гипсометрических интервалов («срезы»: 70-90 м, 60-70 м).

Привлекает внимание возможность использования карт площадного распределения электрических свойств для оценки защищенности геологической среды от негативного воздействия процессов разработки мелкозалегающих залежей тяжелых нефтей и природных битумов. Также существенно построение карт перспектив изучаемой площади на поиски минерального строительного сырья.

Как известно, одним из условий успешного применения разведочной геофизики, служит дифференцированность физических свойств горных пород. Важным физическим параметром является удельное электрическое сопротивление, которое изменяется в широких пределах и определяется рядом геолого-гидрогеологических факторов [1-4]. Наиболее низкими и, в то же время, мало меняющимися сопротивлениями отмечаются глинистые породы. Глины морского происхождения имеют удельное сопротивление от 1-2 до 10 Ом·м. Оно возрастает с увеличением доли песчаных фракций. Для континентальных глин характерны величины сопротивлений 5-20 Ом·м, для суглинков 15-40 и для супесей 25-60 Ом·м. Сопротивление песков определяется в основном их водонасыщенностью и минерализацией воды, заполняющей поры. Последний фактор, как отмечает Г.П. Новицкий [2], при картировании не имеет существенной роли, так как на небольших глубинах воды практически пресные. Однако не исключено, что в районах интенсивной добычи воды верхних горизонтов могут быть минерализованы. В целом, для рыхлых осадочных пород установлена следующая закономерность: сопротивление их тем больше, чем больше размер зерен. При переходе от глин к суглинкам, супесям, пескам и гравийным отложениям значение геофизического параметра увеличивается от первых единиц до сотен омметров [1, 2].

Данное положение [1] положено в основу составления карты оценки естественной защищенности верхней части геологического разреза неглубокозалегающей залежи «снизу» (Рис. 3). В качестве исходной использована, полученная по данным электротомографии, карта удельного электрического сопротивления в интервале глубин 0-40 м.

Принято [1] наихудшими условиями естественной защищенности недр обладают участки, сложенные преимущественно песчаными породами. Для них характерны величины параметра более 60 Ом·м. Наилучшие условия защищенности свойственны участкам, где развиты преимущественно глины и отложения с повышенным содержанием глинистых фракций (суглинки и др.). Удельное электрическое сопротивление горных пород в этом случае не превышает 40 Ом·м. Удовлетворительной защищенностью характеризуются участки, где распространены горные породы с удельным электрическим сопротивлением в пределах 40-60 Ом·м. Здесь вероятны различные соотношения плохо и хорошо проницаемых слоев. В целом, площадь участков с плохими условиями защищенности составляет 1,0 км² (40% территории участка исследований), с удовлетворительными – 0,76 км² (31%), хорошими – 0,74 км² (29%).

Карта оценки природной защищенности (Рис. 3) может использоваться [1] как для определения уязвимости окружающей среды (воздух, земельные и лесные угодья, поверхностные воды и др.) как «снизу», так и естественной защищенности зоны пресных подземных вод «сверху». Составление карты оценки природной защищенности приповерхностной части геологического разреза на нефтепромыслах, может способствовать оптимальному разещению различных техногенных источников загрязнения и засоления, таких как установки комплексной подготовки нефти (УКПН), кустовых насосных станций (КНС), товарных парков, узлов очистки стоков, пунктов для размещения котельной и др. (важна информация о защищенности «сверху»). Данная карта (Рис. 3) может быть использована для прогнози-



рования негативных последствий (прорыв пара, миграция загрязненных флюидов и др.) при разработке месторождений углеводородов (необходимы сведения о защищенности зоны активного водообмена «снизу»).

Полученное распределение физических свойств горных пород позволяет оценить перспективы изучаемой площади на минеральное строительное сырье.

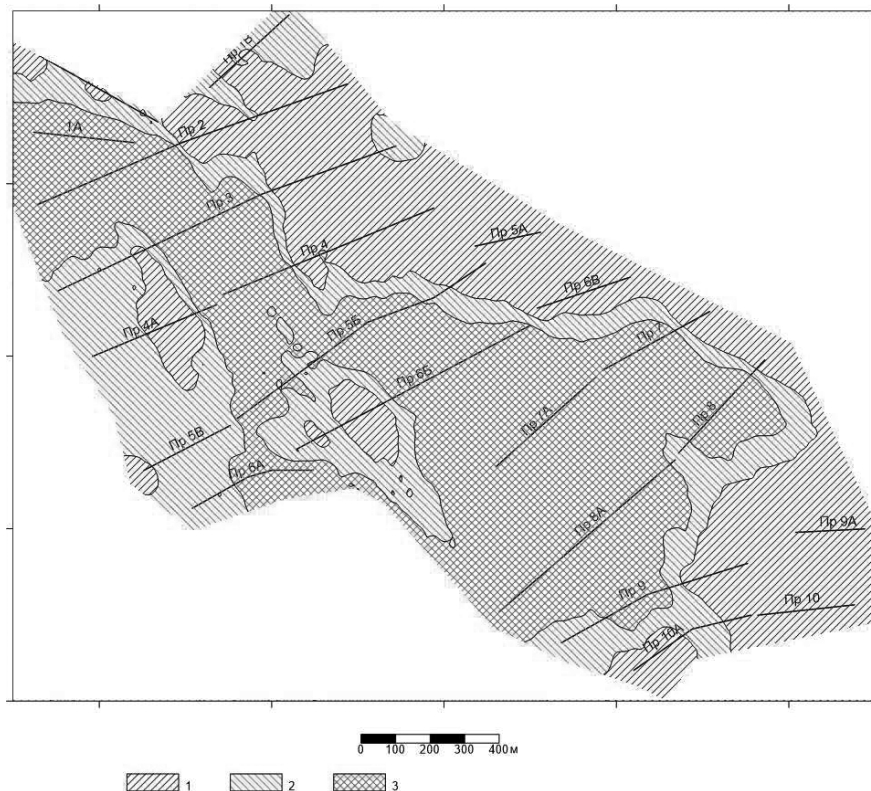


Рис. 3. Карта оценки природной защищенности приповерхностной части разреза мелкозалегающей залежи природных битумов
(по данным электротомографии)
Защищенность: 1 - хорошая, 2 - удовлетворительная, 3 - плохая

Литература

1. Боровский, М.Я. Геоэкология недр Республики Татарстан: геофизические аспекты / М.Я. Боровский, Н.Х. Газеев, Д.К. Нургалиев ; под ред. Д.К. Нургалиева. - Казань: Экоцентр, 1996. - 316 с.
2. Боровский М.Я. Геофизические поиски минерального строительного сырья / М.Я. Боровский, Г.Е. Кузнецов, Д.С. Хасанов - Казань: Изд-во «Плутон», 2003. - 176 с.
3. Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности / под ред. проф. В.А. Шевнина и доц. И.Н. Модина. - М.: РУССО, 1999. - 511 с.
4. Шакуро, С.В. Комплексные геофизические исследования техногенных линз лёгких нефтепродуктов / С.В. Шакуро // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Инженерная и рудная геофизика-2010». - EAGE : г. Геленджик, 2010.



МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ В ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВКАХ¹

*Садыков Р.А., Антропов Д.Н., Фаизов А.И.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань*

MICROPROCESSOR COMPLEX FOR RESEARCH OF THERMAL CONDITIONS GENERATING PLANT

*Sadykov R.A., Antropov D.N., Faizov A.I.,
Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan*

Аннотация

На основе материального и теплового балансов жидкости и газовых фракций разработана математическая модель и создан компьютерный симулятор теплогенерирующей установки. Предлагаемая математическая модель, компьютерный симулятор и автоматизированный микропроцессорный комплекс предназначены для оптимизации параметров управления теплогенерирующих установок, исследования поведения систем управления при критических и аварийных ситуациях.

Annotation

On the base of material and heat balances of liquid and gas fractions was developed a mathematical model of water-heating boiler. A computer-based simulator of water-heating boiler was created on the base of this mathematical model. The above-mentioned mathematical model and simulator will be applied in industry for optimization of operation factors of boiler control, investigations of control-systems' behavior in critical and emergency situations in industry.

Введение

На сегодняшний день имеется множество компьютерных тренажеров для обучения персонала котельных работе с оборудованием и правильному их поведению при аварийных ситуациях.

Применение современных микропроцессорных комплексов (МК) позволяет существенно оптимизировать параметры и режимы тепловых технологических процессов. К главным целям создания МК можно отнести: обеспечение безопасного технологического режима работы теплогенерирующих установок (котлов), снижение расходов топлива и электроэнергии, увеличение срока службы технологического оборудования, снижение вредных выбросов в атмосферу и улучшение условий труда эксплуатационного персонала.

К тому же, данные МК имеют высокую надежность, что дает возможность улучшить эксплуатационные и технико-экономические характеристики теплогенерирующего оборудования (водогрейного или парового котла). Основная цель МК – это обеспечение экономии энергетических ресурсов (топливо) и улучшение качества выпускаемой продукции (теплоноситель). Оптимизация алгоритмов, проектирование и разработка автоматизированных систем для управления теплоэнергетическими процессами являются сложными техническими задачами, для которых не всегда применимы универсальные методы решения.

Помимо разработки автоматизированного симулятора реального времени для котельных установок (КУ) с возможностью тестирования систем автоматизации также необходимо понимание технологических и тепломассообменных процессов, которые происходят в КУ.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке по проекту Министерства образования и науки РФ в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» (Соглашение №14.574.21.0013, уникальный идентификатор RFMEFI57414X0013).



При автоматизации КУ, для тестирования и наладки систем управления, проверки их в реальных условиях необходимо наличие объекта управления или непосредственное присутствие наладчиков на КУ. Объект управления зачастую невозможно доставить наладчикам, а их присутствие на КУ связано с дополнительными расходами. Намного проще и экономичнее, если группа наладчиков осуществляет все подготовительные и тестовые работы на своем рабочем месте, что возможно с помощью компьютерного моделирования объектов управления КУ. В нашем случае объектом управления является водогрейный (или паровой) котел.

Целью представленной работы является разработка компьютерного симулятора реального времени КУ для тестирования систем автоматизации. В связи с этим необходимо: формализовать математические модели (ММ) функционирования основных и циркуляционных контуров КУ, выбрать программные средства, осуществить компьютерное моделирование протекающих процессов в КУ, а для комплексного тестирования и апробации систем автоматизации на этапе их разработки и предэксплуатационной проверки необходимо осуществить сборку компьютерного симулятора.

Теоретическая часть

Рассмотрим устройство КУ. В качестве примера на рис. 1 представлена функциональная схема КУ с водогрейным котлом.

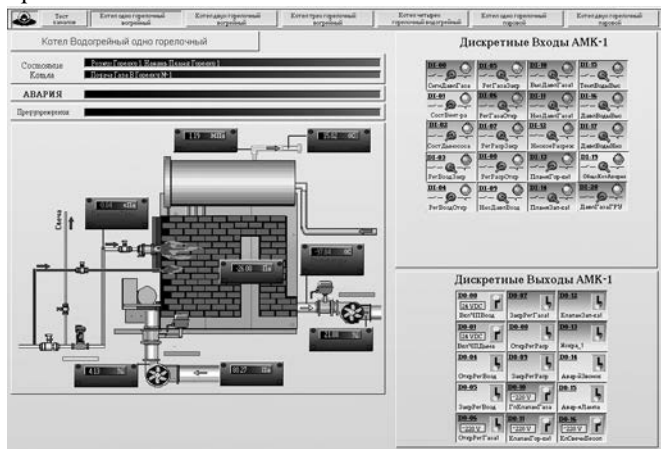


Рис.1. Функциональная схема водогрейного котла (АРМ оператора котельной)

Технологические процессы, протекаемые в КУ, сопровождаются затратами определенного количества тепла. Наиболее распространенным теплоносителем является вода или пар, который получают в водогрейных или паровых котлах. Котельный агрегат (или теплогенератор) - это конструктивно объединенный в одно целое комплекс устройств для получения пара или нагрева воды, при протекании технологического процесса за счет теплоты сжигаемого топлива или преобразования электрической энергии в тепловую [1, 2].

В состав КУ входят топливный, воздушный, газовый и водяной (или пароводяной) тракты.

Топливный тракт - комплекс элементов, осуществляющих транспортировку и подачу топлива к горелкам. Воздушный тракт - комплекс оборудования для забора, подогрева, транспортировки и подачи в топку атмосферного воздуха (короба холодного и горячего воздуха, горелочные устройства, дутьевые вентиляторы). Газовый тракт - комплекс элементов котельной установки, по которому происходит движение продуктов сгорания из топки до выхода в атмосферу (газоход и шахта с расположенными в них поверхностями нагрева, газовый короб, дымосос, дымовая труба). Воздушный и газовый тракт соединяются между собой последовательно с образованием газозвдушенного тракта. Водяной (пароводяной)



тракт – система последовательно включенных элементов, в которых движется питательная вода, паровая смесь и перегретый пар (экономайзер, топочные экраны, пароперегреватель, паросборник, соединяющие трубопроводы, питательные и циркуляционные насосы).

Количество теплоты, выделившееся в топке при сгорании топлива, усваивается парообразующей частью котлоагрегата и идёт на нагрев питательной воды, парообразование и перегрев пара [3, 4].

Для математического описания КУ разобьем тракты на функциональные блоки (рис. 2), которые можно будет формализовать отдельно, и каждый блок будет иметь отдельный набор входных и выходных параметров, содержать необходимые уравнения материального и теплового балансов. Такое деление существенно облегчает разработку ММ процессов, протекающих в КУ и дальнейшее их программирование.

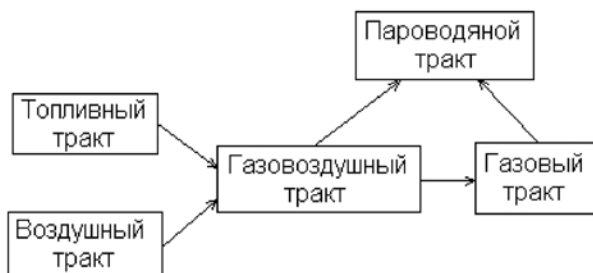


Рис. 2. Общая блок-схема котельной установки

Технологический процесс в котле представлен в виде упрощенной ММ, которая в первом приближении отражает протекание всего процесса.

В основу алгоритма ММ положены уравнения теплового и материального балансов, описывающие процесс нагрева воды в водогрейном (или паровом) котле [6].

Схема управления КУ следующая: информация с датчиков, расположенных в основных узлах КУ, поступает в шкаф системы управления. Далее, информация поступает на АРМ оператора, где отображается на мнемосхемах.

Схема управления моделью КУ такая же, за исключением того, что показания датчиков КУ моделируются в реальном времени симулятором КУ (рис. 3).



Рис. 3. Схема управления моделью котла

Системы управления не знают, чем они управляют – реальным объектом или его компьютерной моделью, и будут работать одинаково. Также, на моделях можно тестировать системы управления в различных критических режимах, проверять работу при аварийных ситуациях.

Выбор средств моделирования очень широк. В нашем случае моделирование производится в системе LabView, математический аппарат программируется в системе MATLAB. При помощи плат сбора данных фирмы ICP DAS: PIO-DA8 и PIO-D48, сигналы с цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) от компьютерной модели подаются на входы системы управления, которая воспринимает их как сигналы измерительных приборов в котельной установке. Управляющие сигналы подаются с выходов системы управления на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) плат сбора данных (рис. 4). На компьютере АРМ оператора происходит визуализация процесса.

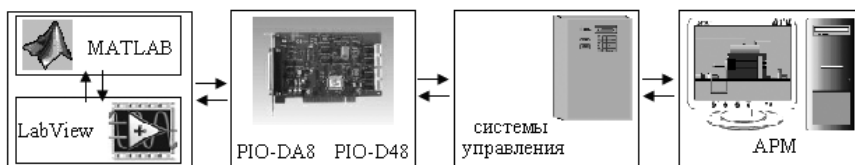


Рис. 4. Развернутая схема управления ММ котельной установки

Заключение

Результаты полученных исследований служат развитию общей теории компьютерного моделирования, полезны при постановке экспериментальных исследований по взаимосвязанному энерго- и массопереносу, предварительном расчете процессов тепло- и массопереноса на этапах при проектировании основного оборудования теплогенерирующих установок, что позволяет значительно сократить объем необходимых экспериментальных исследований или полностью заменить натурные эксперименты на численные.

Литература

1. Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А. Теплогенерирующие установки. – М.: Стройиздат; 1986. – 559 с.
2. Беспалый П.А. Моделирование процесса парообразования в технологическом котле // Труды Пермского государственного технического университета. 2005. С. 85-91.
3. Зыков А.К. Паровые и водогрейные котлы. Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 128 с.
4. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий. Изд. 3-е переработанное. М.: Энергоиздат, 1988. - 528 с.
5. Садыков Р.А., Антропов Д.Н., Даминов А.З., Соломин И.Н. Автоматизированный микропроцессорный комплекс для моделирования процессов в котельной установке // Вестник машиностроения. № 12, 2015г., с. 30-33.
6. Antropov D.N., Ivanova R.V., Sadykov R.A. et al. Heat-and power process optimization by means of model-based simulation // 3rd International Conference of Informatics in Control. Automation and Robotics – ICINCO. Setubal (Portugal). 2006. P. 236 – 241.



УСТАНОВКА ДЛЯ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ СЫПУЧИХ И ДИСПЕРСНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Садыков Р.А., Лозинов А.Н.,

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

INSTALLATION FOR CONVECTIVE DRYING LOOSE AND DISPERSED CONSTRUCTION MATERIALS WITH HEAT TRANSFER AGENT RECUPERATION

Sadykov R.A., Lozinov A.N.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Наиболее прогрессивным и дешевым в области обезвоживания сыпучих и дисперсных строительных материалов является конвективный способ удаления влаги в различных режимах псевдооживления материала в камере сушки. Однако, предлагаемый способ сушки из-за сложных протекающих тепломассообменных процессов и большого разнообразия объектов сушки базируется в основном на режимных параметрах, полученных экспериментальным или практическим путем для конкретной установки и заданного объекта сушки. Поэтому они не позволяют обобщить эти результаты на другие новые способы сушки. В связи с этим задача исследования предлагаемого способа конвективной сушки строительных материалов актуальна.

Литературный анализ теоретических и экспериментальных исследований [1-8] показал целесообразность применения конвективного способа сушки дисперсных и сыпучих строительных материалов с использованием рекуперации теплоты от подводимого теплоносителя.

Предлагаемая конвективная сушильная установка для обезвоживания дисперсных [8] и сыпучих строительных материалов, включающая в себя системы: нагрева воздуха, камеру сушки, снабженную теплоизоляцией. Рекуперация теплоты нагреваемого воздуха и автоматическое регулирование процесса сушки позволяет значительно повысить энергоэффективность процесса сушки таких продуктов и снизить их себестоимость.

Annotation

The most advanced and cheap in bulk dewatering and building materials is dispersed convective method of removing moisture in the different modes of fluidization of material in the drying chamber. However, the method of drying because of the complex processes of heat and mass transfer take place and a wide variety of drying facilities is based mainly on the regime parameters obtained by experiment or practical for a specific installation and specified drying facility. Therefore they do not allow to generalize these findings to other new drying methods. In this regard, the task of the study of the process of convective drying of building materials to date.

Literary analysis of theoretical and experimental studies [1-8] showed the feasibility of the method of convective drying of dispersed and bulk construction materials using heat recovery from the supplied coolant.

Offered convective drying plant for dewatering dispersed [8] loose and building materials, including a system: air heating, drying chamber equipped with thermal insulation. Heat recovery of heated air and automatic control of the drying process can significantly improve the energy efficiency of the drying process such products and reduce their cost.

Описание конвективной сушильной установки

Установка состоит из четырех систем (рис. 1): система нагрева воздуха для сушильной установки, собственно самой камеры сушки материала, системы рекуперации теплоты нагреваемого воздуха и системы автоматического регулирования процесса сушки. Экспериментальная установка подачи греющего агента для сушильной установки собрана в

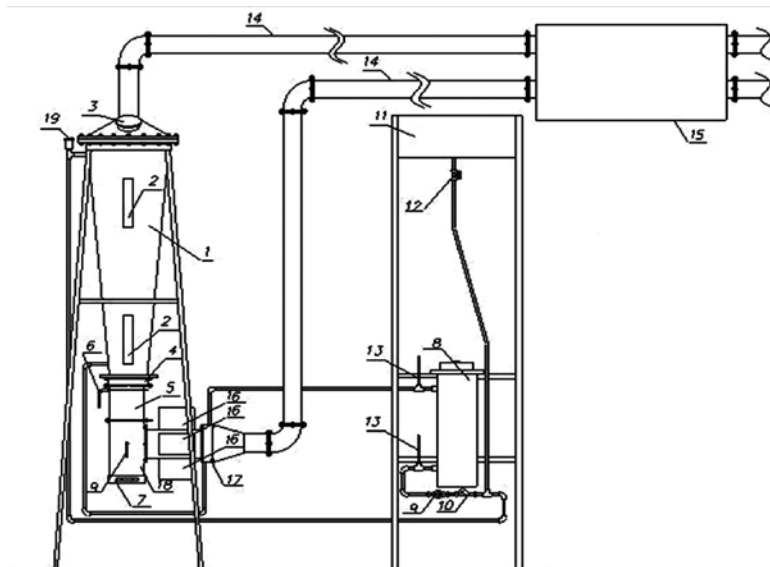


Рис. 1. Общий вид сушильной установки

- 1 - сушильная камера; 2 - смотровое окно; 3 - загрузочный люк; 4 - мелкодисперсная сетка;
5 - обратный клапан; 6 - отсекающая задвижка; 7 - люк выгрузки материала; 8 - электрогенератор;
9 - насос; 10 - водяной фильтр; 11 - расширительный бак; 12 - шаровый кран; 13 - термометр;
14 - воздуховод; 15 - рекуперационный теплообменник

единую конструкцию, элементы которой присоединены друг к другу и крепятся с помощью приваренных уголков и болтов на металлической раме, на которой размещаются также все необходимые для её работы узлы и агрегаты. Устройство включает сушильную камеру конической формы с водяной рубашкой, где происходит сушка сыпучих материалов в различных режимах псевдоожижения. Камера имеет смотровые окна для визуального наблюдения за процессом. В верхней части камеры располагается загрузочный люк, в нижней части находится металлическая мелкодисперсная сетка, которая удерживает сыпучий или дисперсный материал в процессе его сушки и обратный клапан регулируемый специальной отсекающей задвижкой. Сушильная камера имеет водяную рубашку, служащую для прогрева сушильной камеры и дополнительного подвода тепловой энергии к высушенному объекту. Рубашка теплоизолирована и исключает потерю теплоты через стенки сушильной камеры. Устройство для сушки имеет слой пенополиуретановой теплоизоляции снаружи, что дополнительно минимизирует кондуктивные потери теплоты. Тем самым достигается равномерное теплораспределение в сушильной камере - 1 и положительно отражается на качестве готового сухого продукта. Разгрузка осуществляется с помощью крышки люка выгрузки. Для подогрева водяной рубашки используется электрогенератор мощностью 2,5 кВт, который осуществляет нагрев теплоносителя в рубашке посредством циркуляции с помощью насоса, предварительно отчистившись при помощи водяного фильтра. Открытый расширительный бак предназначен для восполнения убыли объема воды в системе и при понижении ее температуры. Восполнение воды в устройстве регулируется с помощью шарового крана. Термометры необходимы для замера температуры теплоносителя. Устройство посредством воздуховодов соединено с рекуперационным теплообменником. Для сушки строительных материалов используется сухой нагретый теплоноситель (воздух), поступающий по воздуховодам. Воздух с помощью вентиляторов подается в рекуперационный теплообменник, где он предварительно подогревается за счет ранее утилизируемого из камеры сушки теплоносителя и далее поступает в водовоздушный теплообменник для его окончательного прогрева. Далее теплоноситель подают в блок распределения, где он проходит через слой высушиваемого



материала, насыщается влагой. Расход теплоносителя (избыток) регулируется с помощью воздушного клапана. Влажный теплоноситель, отработавший в камере сушки, направляют через устройство рекуперации. Отдавая большую часть своей теплоты «свежему» теплоносителю, отработанный теплоноситель далее идет на влажную или сухую отчистку, с последующим выбросом очищенного теплоносителя в окружающую среду. Таким образом, тепловые потери в предлагаемой сушильной установке сводятся к минимальным значениям [5].

Для увеличения эффективности процесса конвективной сушки строительных материалов контроль всех параметров работы сушильной установки выведен на персональный компьютер, с помощью которого осуществляется мониторинг изменения всех основных параметров режима работы сушильной установки (рис. 2).

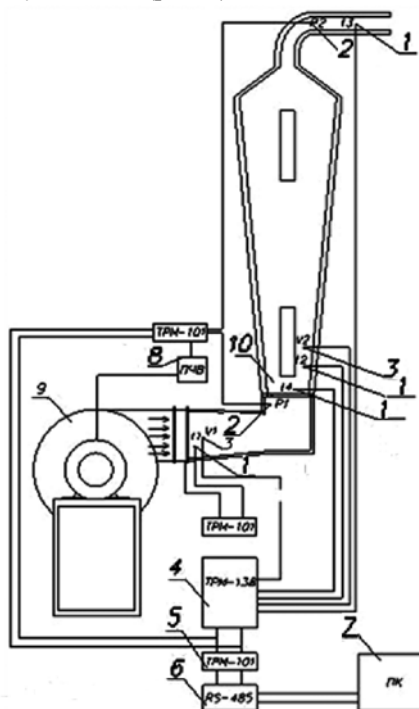


Рис. 2. Основные контрольно-измерительные приборы сушильной установки

- 1 - термопары; 2 - датчик давления ДДМ - 10ДИ; 3 - датчик относительной влажности ДВТ-02;
4 - регулятор ТРМ-138; 5 - регулятор ТРМ-101; 6 - преобразователь интерфейса RS-485;
7 - персональный компьютер; 8 - преобразователь частоты векторный ОВЕН ПЧВ; 9 - вентилятор; 10 - камера сушки

В процессе работы сушильной установки фиксируются температуры (рис. 2): воздуха с помощью термопар 1 на входе в камеру сушки - t_1 , в камере сушки - t_2 , на выходе из камеры сушки - t_3 , высушиваемого материала - t_4 . Производится замер давлений воздуха на входе - p_1 , на выходе - p_2 , с помощью электрических датчиков давления - 2 (ДДМ-10ДИ), относительных влажностей воздуха на входе - v_1 и выходе - v_2 сушильной установки, приборы замера относительных влажностей воздуха ДВТ-02. Все замеренные параметры фиксировались при помощи пропорционально-интегрально-дифференциальных (ПИД) регуляторов ТРМ-138 и ТРМ-101. Обработанный ими сигнал через преобразователь интерфейса RS-485 (рис. 3) отправлялся на персональный компьютер, где далее он обрабатывался с помощью программы «OWEN Process Manager». После обработки сигнал экспортировался в программу Microsoft Office Excel, где проходила окончательная обработка полученных данных и далее строились необходимые для дальнейших расчетов соответствующие графические зависимости.



В процессе сушки материала из-за снижения его влагосодержания [6], уменьшалось гидравлическое сопротивление высушиваемого слоя материала. Перепад давления Δp между слоями материала фиксировался датчиками давления. Процесс подачи воздуха в камеру сушки контролировался векторным преобразователем частоты ОВЕН ПЧВХХ, который в процессе работы изменял частоту переменного тока, подаваемого на вентилятор в зависимости от перепада давления воздуха, замеренного датчиками давления. Таким образом, количество подаваемого теплоносителя (воздуха) в камеру сушки при необходимом режиме псевдооживления, уменьшалось с уменьшением сопротивления высушиваемого слоя.

Энергоэффективность сушильной установки [6] достигается тем, что в устройстве для процесса сушки дисперсных и сыпучих строительных материалов, содержащем обогреваемую коническую камеру, с расположенной в ее нижней части газораспределительной решеткой и установленным в нижней части корпуса соплом Лаваля, измельчающие элементы, установленные по оси над газораспределительной решеткой, согласно полезной модели [7] установка дополнительно снабжена рекуперационным теплообменником, а внешняя поверхность конической камеры, а также подведенные и отведенные воздуховоды защищены слоем теплоизоляции. При этом на входе и на выходе устройства установлены датчики давления, относительной влажности воздуха и температуры, а в сушильной камере установлены датчики температуры воздуха и температуры высушиваемого материала. Все первичные контрольно-измерительные приборы (датчики) подключены к универсальному измерителю-регулятору и посредством преобразователя интерфейса подключены к ЭВМ.

Литература

1. Садыков Р.А., Антропов Д.Н. Энергосберегающая технология сушки биоактивных продуктов. – Казань: КГЭУ, 2005. – 172 с.
2. Садыков Р.А., Антропов Д.Н. Оптимальное управление и автоматизация технологии сушки биоактивных продуктов // Известия РАН, серия «Энергетика», 2005, № 6. – С. 85-92.
3. Садыков Р.А., Антропов Д.Н. Теплофизические свойства и кинетика сушки незаменимых аминокислот с учетом состава удаляемой влаги // Материалы XI Российской конференции по теплофизическим свойствам веществ. – СПб. – Т.1. – С. 97-98.
4. Садыков Р.А. Тепломассоперенос в процессах вакуумной сушки и аппаратурное оформление технологии сушки лабильных биопрепаратов. Дисс....докт.техн.наук.-Казань, 1990. – 517 с.
5. Чернобыльский И.И., Тананайко Ю.М. Сушильные установки химической промышленности. – Изд-во: Техника, 1969. – 280 с.
6. Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов. – М.: Химия, 1988. – 352 с.
7. Садыков Р.А., Лозинев А.Н., Кодылев А.В. Патент РФ на полезную модель № RU 149485 U1, от 16.06.14.
8. Сушильные аппараты и установки. Каталог НИИХИММАШ. 3-е изд. – М., 1975.



ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

*Афанасьев А.Ю., Макаров В.Г., Ханнанова В.Н., Бариев Р.Х.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань*

IDENTIFICATION OF PARAMETERS AND ROTOR SPEED OF THE INDUCTION MOTOR WITH THE SENSITIVITY FUNCTIONS

*Afanasyev A.J., Makarov V.G., Khannanova V.N., Bariev R.H.,
Kazan National Research Technological University, Kazan*

Аннотация

В асинхронном электроприводе без датчика скорости непосредственному измерению и наблюдению подлежат управляемые процессы – токи и напряжения фаз обмотки статора. В связи с этим возникает задача бездатчикового определения скорости, которую целесообразно решать параллельно с задачей идентификации параметров асинхронного двигателя. На основе функций чувствительности токов фаз обмотки статора к изменению параметров двигателя разработана функциональная схема устройства идентификации, предназначенного для работы в составе частотно-регулируемого электропривода. Компьютерное моделирование подтвердило эффективность, работоспособность и высокую точность предлагаемого метода идентификации и разработанного на его основе алгоритма.

Annotation

In the asynchronous electric drive without speed sensor direct measurement and monitoring be subject to controlled processes – current and voltage phases of the stator winding. In this regard, the problem arises of sensorless speed estimation which is feasible to solve in parallel the problem of parameters identification of the asynchronous motor. On the basis of sensitivity functions of phase currents of the stator winding to change the motor parameters developed functional diagram of the device identification, intended for operation in the variable frequency drive. Computer simulation confirmed the effectiveness, efficiency and high accuracy of the proposed method of identification and developed on the basis of the algorithm.

При идентификации параметров будем пользоваться математическим описанием обобщенной электрической машины, полагая, что в состав системы управления электропривода входит преобразователь координат, позволяющий преобразовывать величины трехфазного асинхронного двигателя (АД) в величины обобщенной электрической машины и наоборот.

Система уравнений обобщенной электрической машины на основе АД при истинных значениях параметров имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{1d} = R_{1o} i_{1do} + L_{1o} \frac{di_{1do}}{dt} + M_{mo} \frac{di_{2do}}{dt} - \omega_1 (L_{1o} i_{1qo} + M_{mo} i_{2qo}); \\ u_{1q} = R_{1o} i_{1qo} + L_{1o} \frac{di_{1qo}}{dt} + M_{mo} \frac{di_{2qo}}{dt} + \omega_1 (L_{1o} i_{1do} + M_{mo} i_{2do}); \\ 0 = R_{2o} i_{2do} + L_{2o} \frac{di_{2do}}{dt} + M_{mo} \frac{di_{1do}}{dt} - \omega_{2o} (L_{2o} i_{2qo} + M_{mo} i_{1qo}); \\ 0 = R_{2o} i_{2qo} + L_{2o} \frac{di_{2qo}}{dt} + M_{mo} \frac{di_{1qo}}{dt} + \omega_{2o} (L_{2o} i_{2do} + M_{mo} i_{1do}); \\ J_{\Sigma o} \frac{d\omega_o}{dt} = p_{\Pi} (p_{\Pi} M_{mo} (i_{1qo} i_{2do} - i_{1do} i_{2qo}) - M_{co}), \end{array} \right. \quad (1)$$



где u_{1d} , u_{1q} - напряжения фаз обмотки статора; i_{2d} , i_{2q} - токи фаз обмотки ротора; R_1 , R_2 - активные сопротивления фаз обмоток статора и ротора; L_1 , L_2 - индуктивности фаз обмоток статора и ротора; M_m - взаимная индуктивность; M_Σ - электромагнитный момент; M_c - статический момент; J_Σ - момент инерции подвижных частей; ω_1 - угловая скорость системы координат d, q; ω_2 - угловая скорость скольжения ($\omega_2 = \omega_1 - \omega$); ω - угловая скорость ротора, эл. рад/с; p_Π - число пар полюсов; индексами $\bar{}$ обозначены истинные значения параметров и процессов.

На интервале времени $t \in [t_0, t_f]$ предполагаются известными функции $u_{1d}(t)$, $u_{1q}(t)$, $i_{1d>}(t)$, $i_{1q>}(t)$ при движении реального электропривода с параметрами R_{10} , L_{10} , R_{20} , L_{20} , M_{m0} , $J_{\Sigma 0}$, M_{c0} . Требуется найти оценки этих параметров R_1 , L_1 , R_2 , L_2 , M_m , J_Σ , M_c , а также оценку частоты вращения ротора $\omega(t)$. В данном случае предлагается осуществлять приведение параметров ротора АД к статору так, чтобы обеспечить равенство индуктивностей фаз статора L_1 и ротора L_2 . При подобном подходе индуктивности фаз статора и ротора от потоков рассеяния будут различными. Задачу решаем методом, основанном на генерировании функций чувствительности токов фаз статора обобщенной машины по параметрам электропривода.

Многочисленные численные эксперименты по идентификации параметров и угловой скорости АД различных типов показали, что идентификация момента инерции с помощью функций чувствительности не всегда осуществима. Поэтому полагаем, что момент инерции является известным и входе идентификации его оценку не производим.

Рассмотрим методику определения функций чувствительности.

Если активное сопротивление R_1 получит единичное приращение, которое считается малым, то уравнения системы (1) примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{1d} = (R_1 + 1)(i_{1d} + \bar{i}_{1d}) + L_1 \frac{d(i_{1d} + \bar{i}_{1d})}{dt} + M_m \frac{d(i_{2d} + \bar{i}_{2d})}{dt} - \\ - \omega_1 (L_1(i_{1q} + \bar{i}_{1q}) + M_m(i_{2q} + \bar{i}_{2q})); \\ u_{1q} = (R_1 + 1)(i_{1q} + \bar{i}_{1q}) + L_1 \frac{d(i_{1q} + \bar{i}_{1q})}{dt} + M_m \frac{d(i_{2q} + \bar{i}_{2q})}{dt} + \\ + \omega_1 (L_1(i_{1d} + \bar{i}_{1d}) + M_m(i_{2d} + \bar{i}_{2d})); \\ 0 = R_2(i_{2d} + \bar{i}_{2d}) + L_2 \frac{d(i_{2d} + \bar{i}_{2d})}{dt} + M_m \frac{d(i_{1d} + \bar{i}_{1d})}{dt} - \\ - (\omega_2 + \varpi_2)(L_2(i_{2q} + \bar{i}_{2q}) + M_m(i_{1q} + \bar{i}_{1q})); \\ 0 = R_2(i_{2q} + \bar{i}_{2q}) + L_2 \frac{d(i_{2q} + \bar{i}_{2q})}{dt} + M_m \frac{d(i_{1q} + \bar{i}_{1q})}{dt} + \\ + (\omega_2 + \varpi_2)(L_2(i_{2d} + \bar{i}_{2d}) + M_m(i_{1d} + \bar{i}_{1d})); \\ J_\varepsilon \frac{d(\omega + \varpi)}{dt} = p_\Pi \left[p_\Pi M_m ((i_{1q} + \bar{i}_{1q})(i_{2d} + \bar{i}_{2d}) - \right. \\ \left. - (i_{1d} + \bar{i}_{1d})(i_{2q} + \bar{i}_{2q})) M_c \right], \end{array} \right. \quad (2)$$

где $\bar{i}_{1d}$, $\bar{i}_{1q}$, $\bar{i}_{2d}$, $\bar{i}_{2q}$, $\bar{\omega}$, $\bar{\omega}_2$ - малые приращения, полученные соответствующими переменными величинами из-за вариации параметра.



Малые приращения $\bar{i}_{1d}$, $\bar{i}_{1q}$, $\bar{i}_{2d}$, $\bar{i}_{2q}$, $\bar{\omega}$, $\bar{\omega}_2$ играют роль функций чувствительности переменных к изменению параметров, в данном случае к изменению активного сопротивления R_1 , то есть

$$\begin{cases} \bar{i}_{1d} = \frac{\partial i_{1d}(t)}{\partial R_1} = S(i_{1d}, R_1); \\ \bar{i}_{1q} = \frac{\partial i_{1q}(t)}{\partial R_1} = S(i_{1q}, R_1); \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \bar{i}_{2d} = \frac{\partial i_{2d}(t)}{\partial R_1} = S(i_{2d}, R_1) \\ \bar{i}_{2q} = \frac{\partial i_{2q}(t)}{\partial R_1} = S(i_{2q}, R_1) \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \bar{\omega} = \frac{\partial \omega(t)}{\partial R_1} = S(\omega, R_1); \\ \bar{\omega}_2 = \frac{\partial \omega_2(t)}{\partial R_1} = S(\omega_2, R_1). \end{cases} \quad (5)$$

Вычитая из уравнений системы (1) соответственно уравнения системы (2), получаем, пренебрегая произведениями малых величин

$$\begin{cases} -i_{1d} = R_1 \bar{i}_{1d} + L_1 \frac{d\bar{i}_{1d}}{dt} + M_m \frac{d\bar{i}_{2d}}{dt} - \omega_1 (L_1 \bar{i}_{1q} + M_m \bar{i}_{2q}); \\ -i_{1q} = R_1 \bar{i}_{1q} + L_1 \frac{d\bar{i}_{1q}}{dt} + M_m \frac{d\bar{i}_{2q}}{dt} + \omega_1 (L_1 \bar{i}_{1d} + M_m \bar{i}_{2d}); \\ 0 = R_2 \bar{i}_{2d} + L_2 \frac{d\bar{i}_{2d}}{dt} + M_m \frac{d\bar{i}_{1d}}{dt} - \bar{\omega}_2 (L_2 \bar{i}_{2q} + M_m \bar{i}_{1q}); \\ 0 = R_2 \bar{i}_{2q} + L_2 \frac{d\bar{i}_{2q}}{dt} + M_m \frac{d\bar{i}_{1q}}{dt} + \bar{\omega}_2 (L_2 \bar{i}_{2d} + M_m \bar{i}_{1d}); \\ J_\Sigma \frac{d\bar{\omega}}{dt} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Уравнения системы (6) позволяют генерировать функции чувствительности по активному сопротивлению R_1 .

Аналогичным образом осуществляется генерирование функций чувствительности по остальным параметрам.

Составим систему дифференциальных уравнений относительно оценок параметров или, иначе говоря, определим скорости изменения оценок параметров:

$$\begin{aligned} \frac{dR_1}{dt} &= -\mu_{R_1} \left[\frac{\partial i_{1d}(t)}{\partial R_1} \Delta i_{1d} + \frac{\partial i_{1q}(t)}{\partial R_1} \Delta i_{1q} \right] = \\ &= -\mu_{R_1} \left[S(i_{1d}, R_1) \Delta i_{1d} + S(i_{1q}, R_1) \Delta i_{1q} \right]; \end{aligned} \quad (7)$$



$$\begin{aligned} \frac{dR_1}{dt} &= -\mu_{R_1} \left[\frac{\partial i_d(t)}{\partial R_1} \Delta i_{1d} + \frac{\partial i_q(t)}{\partial R_1} \Delta i_{1q} \right] = \\ &= -\mu_{R_1} \left[S(i_d, R_1) \Delta i_{1d} + S(i_q, R_1) \Delta i_{1q} \right]; \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \frac{dR_2}{dt} &= -\mu_{R_2} \left[\frac{\partial i_d(t)}{\partial R_2} \Delta i_{1d} + \frac{\partial i_q(t)}{\partial R_2} \Delta i_{1q} \right] = \\ &= -\mu_{R_2} \left[S(i_d, R_2) \Delta i_{1d} + S(i_q, R_2) \Delta i_{1q} \right]; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \frac{dL_1}{dt} = \frac{dL_2}{dt} &= -\mu_L \left[\frac{\partial i_d(t)}{\partial L_1} \Delta i_{1d} + \frac{\partial i_q(t)}{\partial L_1} \Delta i_{1q} \right] = \\ &= -\mu_{R_1} \left[S(i_d, L_1) \Delta i_{1d} + S(i_q, L_1) \Delta i_{1q} \right]; \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \frac{dM_m}{dt} &= -\mu_{M_m} \left[\frac{\partial i_d(t)}{\partial M_m} \Delta i_{1d} + \frac{\partial i_q(t)}{\partial M_m} \Delta i_{1q} \right] = \\ &= -\mu_{M_m} \left[S(i_d, M_m) \Delta i_{1d} + S(i_q, M_m) \Delta i_{1q} \right]; \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \frac{dM_c}{dt} &= -\mu_M \left[\frac{\partial i_d(t)}{\partial M_c} \Delta i_{1d} + \frac{\partial i_q(t)}{\partial M_c} \Delta i_{1q} \right] = \\ &= -\mu_M \left[S(i_d, M_c) \Delta i_{1d} + S(i_q, M_c) \Delta i_{1q} \right], \end{aligned} \quad (12)$$

где μ_{R_1} , μ_L , μ_{R_2} , μ_{M_m} , μ_M – положительные коэффициенты, определяющие скорости изменения оценок параметров; Δi_{1d} , Δi_{1q} – погрешности по токам статора.

Погрешности по токам статора вычисляются в соответствии с выражениями

$$\begin{cases} \Delta i_{1d}(t) = i_{1d>}(t) - i_{1d}(t); \\ \Delta i_{1q}(t) = i_{1q>}(t) - i_{1q}(t). \end{cases} \quad (13)$$

Таким образом, систему уравнений обобщенной машины (1) можно рассматривать, как математическую модель объекта идентификации, а системы уравнений (6), (7) – (12) в совокупности с выражениями (13) – как математическую модель системы идентификации параметров асинхронного электропривода R_1 , L_1 (L_2), R_2 , M_m , и M_c .

На основании математического описания (1) – (13) разработана представленная на рисунке 1 функциональная схема устройства идентификации параметров, предназначенного для работы в составе асинхронного электропривода.

Совместно с устройством идентификации параметров (УИП) используется блок датчиков (БД) и преобразователь координат (ПК). БД, подключенный к АД, содержит в своем составе датчики фазных напряжений и токов статора. Выходными сигналами БД являются величины: $u_{1A}(t)$, $u_{1B}(t)$, $u_{1C}(t)$, $i_{1A}(t)$, $i_{1B}(t)$, $i_{1C}(t)$, которые подаются на ПК. Сигнал $\omega_1(t)$ поступает от системы управления электропривода.

Устройство оценивания параметров и процессов асинхронного электродвигателя защищено патентом РФ на изобретение №2543495.

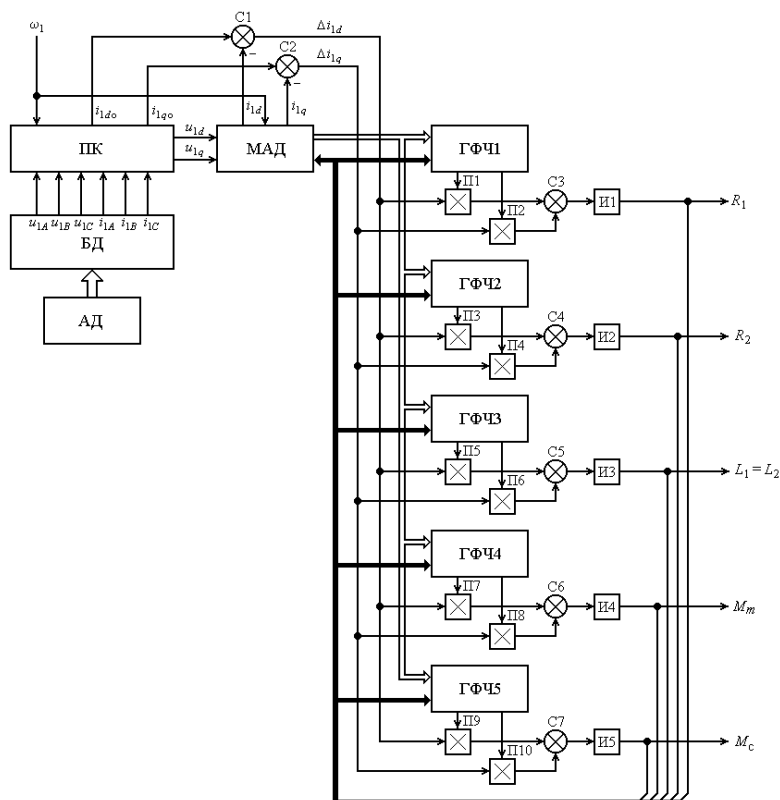


Рис. 1. Функциональная схема устройства идентификации параметров асинхронного электродвигателя
ПК - преобразователь координат, БД - блок датчиков, АД - асинхронный двигатель,
МАД - модель асинхронного двигателя, ГФЧ - генератор функций чувствительности

Компьютерное моделирование проводилось для двигателя типа АИР80А6У2 при начальных отклонениях оценок всех параметров от истинных значений на 50 % и 75 %. Длительность процессов идентификации параметров составила 40 с и 54 с соответственно при максимальной относительной погрешности 0,7555% и 0,7824%. Установлено, что относительная погрешность идентификации частоты вращения ротора составила 0,0005% и 0,0059% соответственно.

Таким образом, компьютерное моделирование подтвердило эффективность, работоспособность и высокую точность предлагаемого метода идентификации и разработанного на его основе алгоритма. Результаты компьютерного метода подтверждают возможность практического применения метода, алгоритма и устройства идентификации параметров при построении систем управления частотно-регулируемого электропривода с АД.



**АНАЛИЗ ГАБАРИТОВ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ
ПОДОГРЕВА НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ**

Фаизов А.И., Садыков Р.А.,

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

**ANALYSIS OF THE HEAT EXCHANGERS OF DESIGNS USING DIFFERENT HEAT
TRANSFER FLUIDS FOR HEATING OIL EMULSION**

Faizov A.I., Sadykov R.A.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Аннотация

Высокая вязкость большинства нефтяных эмульсий не позволяет непосредственно транспортировать её по трубопроводам. С целью увеличения скорости продвижения сырья по трубопроводам и снижению её обводненности необходим предварительный её подогрев, после которого вязкость нефтяной эмульсии снижается в несколько раз.

При проектировании мобильной теплогенерирующей установки для подогрева нефтяной эмульсии особое внимание уделяется на габариты оборудования, и их конструкционные особенности.

Важную роль в расчете и подборе подобного типа теплообменных аппаратов является выбор первичного теплоносителя, который влияет на площадь поверхности теплообмена, а следовательно на исходные его габариты.

Annotation

The high viscosity of most oil emulsions, does not allow itself to transport it through pipelines. In order to increase the rate of movement of raw materials through pipelines and reduce its water content it needs pre-heating, after which the viscosity of the oil emulsion is reduced by several times.

When designing a mobile heat generating installation for heating oil-emulsion focuses on equipment size, and their design features.

An important role in the calculation and selection of the type of heat exchangers is the selection of the primary heat transfer fluid, which affects the heat exchange surface area and hence their original dimensions.

Введение

Развитие народного хозяйства связано со значительным ростом потребления нефти и нефтепродуктов. Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) является одной из основ экономики России. Нет ни одной отрасли народного хозяйства, которая могла бы существовать и развиваться без продуктов переработки нефти. Поэтому бесперебойная работа всех отраслей народного хозяйства зависит от своевременной поставки нефтепродуктов.

Между добычей и переработкой нефти находится важное звено ТЭК — магистральные трубопроводы. Для рентабельной транспортировки нефти по трубопроводам необходим её предварительный подогрев, тем самым уменьшается вязкость нефти и ускоряется процесс расслоения эмульсии на воду и нефть. Такой способ транспортировки нефти еще называют горячей перекачкой. При этом способе нефть нагревается на головном пункте трубопровода и насосами закачивается в магистраль. Через каждые 25 – 100 км по длине трассы устанавливаются промежуточные тепловые станции, где остывшая нефть вновь подогревается [1,2].

Исходные данные для расчета теплообменного оборудования

Состав нефтяной эмульсии для расчетов принят следующим: нефть – 66%, вода – 34%. Расход нефтяной эмульсии составляет 40 т/ч (11,11 кг/с), начальная температура эмульсии



10°C, конечная – 60°C. Средняя температура нефтяной эмульсии в теплообменном аппарате равна 35°C.

Теплотехнические характеристики нефтяной эмульсии при $t=35^\circ\text{C}$ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Теплофизические свойства нефтяной эмульсии*

	G , $\text{кг} / \text{с}$	t_{cp} , $^\circ\text{C}$	ρ , $\text{кг} / \text{м}^3$	ν , $\text{м}^2 / \text{с}$	μ , $\text{Па} \cdot \text{с}$	λ , $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{K})$	c_p , $\text{Дж} / (\text{Кг} \cdot \text{K})$
Нефтяная эмульсия	11,11	37,7	938,6	$3 \cdot 10^{-5}$	0,028	0,31	2674,5

* G – расход, t_{cp} – средняя температура, ρ – плотность, ν – кинематическая вязкость, μ – динамическая вязкость, λ – коэффициент теплопроводности, c_p – удельная теплоёмкость.

Требуемую мощность теплообменного аппарата для нагрева нефтяной эмульсии без учета тепловых потерь определяли по формуле [3]:

$$Q = c_p G (T_2 - T_1) = 2674,5 \cdot 11,11 (60 - 10) = 1,564 \text{ МВт.}$$

В качестве первичных теплоносителей (т.н.) приняты: вода, пропиленгликоль 45%, насыщенный водяной пар, высокотемпературный органический теплоноситель (ВОТ) ТЛВ-330 (полиалкилбензол) [4]. Для воды и пропиленгликоля начальные и конечные температуры составляют 95 и 75°C соответственно. Теплота парообразования водяного пара при давлении 1,4 МПа составляет 1960 кДж/кг ($t=193,4^\circ\text{C}$). Для ТЛВ-330 начальные и конечные температуры составляют 300 и 270°C. Физические характеристики теплоносителей при средней температуре в теплообменном аппарате (ТА) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Теплофизические свойства теплоносителей

Теплоноситель	G , $\text{кг} / \text{с}$	t_{cp} , $^\circ\text{C}$	ρ , $\text{кг} / \text{м}^3$	ν , $\text{м}^2 / \text{с}$	μ , $\text{Па} \cdot \text{с}$	λ , $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{K})$	c_p , $\text{Дж} / (\text{Кг} \cdot \text{K})$
Вода	14,9	82,5	970	$3,55 \cdot 10^{-7}$	$345 \cdot 10^{-6}$	0,675	4199,4
Пропилен-гликоль 45%	16,4	82,5	999	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	0,391	3820
Водяной пар	0,79	193,4	7,13	$1,96 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	0,0348	2939,5
ТЛВ 330	18,3	286,6	703,8	$2,25 \cdot 10^{-7}$	$1,58 \cdot 10^{-4}$	0,0715	2842,5

Результаты расчетов и подбор теплообменных аппаратов по требуемой поверхности теплообмена [3,5] с различными теплоносителями и их сравнительный анализ представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнительный анализ

Теплоноситель	K , $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{K})$	F_{np} , м^2	F_d , м^2	Габариты ТА, мм
Вода	336	98	100,8	600x6000
Пропиленгликоль 45%	291,4	113	125,9	800x3000
Водяной пар	474,	19,95	20,9	400x2000
ТЛВ 330	392,4	12,38	12,8	273x3000

* K – коэффициент теплопередачи, F_{np} – требуемая поверхность теплообмена, F_d – действительная поверхность теплообмена.



Основные преимущества и недостатки анализируемых теплоносителей

Вода.

Преимущества: является самым распространенным и дешевым из выбранных теплоносителей.

Недостатки: низкий диапазон рабочих температур при атмосферном давлении, при аварийной остановке и низких температурах окружающей среды приходится сливать жидкость во избежание разрыва оборудования, довольно значительная требуемая площадь теплообмена и габариты ТА, коррозионно-активная среда.

Пропиленгликоль 45% водный раствор.

Преимущества: температура кристаллизации - 30°C, пропиленгликоль с присадками не обладает коррозионной активностью, пропиленгликоль считается не токсичным веществом.

Недостатки: высокая стоимость, самое большое значение площади теплообмена.

Насыщенный водяной пар.

Преимущества: высокая теплонесущая способность пара, в следствие чего небольшая площадь поверхности ТА, использование воды – дешевый и широко распространенный т.н.

Недостатки: коррозионно-активная среда, высокая стоимость процесса химподготовки и наличие соответствующего оборудования, высокое давление пара в системе.

Высокотемпературный органический теплоноситель ТЛВ-330.

Преимущества: высокая теплонесущая способность, наименьшая площадь поверхности ТА, температура в 300°C достигается при атмосферном давлении, среда не агрессивная к применяемым материалам, рабочий интервал температур от -45°C до +350°C, отсутствует необходимость в химподготовке теплоносителя, неограниченный срок службы при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Недостатки: относительно высокая стоимость т.н., более высокая стоимость оборудования, необходимость обеспечения подушки из инертного газа, с целью предотвращения окисления теплоносителя, высокая вязкость при низких температурах.

Заключение

В результате анализа использованных данных предлагается в качестве первичного теплоносителя использовать ТЛВ-330, который обладает высокой теплонесущей способностью, при атмосферном давлении. Давление в системе создается только циркуляционным насосом. Отсутствует стадия химподготовки, вследствие чего сокращаются габариты всего подогревателя. Подогреватель транспортабелен с заправленным теплоносителем без рисков разрыва оборудования при низких температурах, благодаря чему достигается высокая мобильность и оперативный запуск подогревателя нефтяной эмульсии.

Литература

1. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа: учеб. пособие для вузов – Ростов н/Д., Феникс, 2006. – 128 с.
2. Пичугин А.П. Переработка нефти. М., Гостоптехиздат, 1960 – 344 с.
3. П.Г. Романков и др. Методы расчетов процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): Учеб. пособие для вузов– 2-е изд., испр. – СПб: Химиздат, 2009. – 544 с.
4. Теплоноситель ТЛВ-330 (Полиакрилбензол ТУ 2422-022-29727929-2001) [Электронный ресурс]; // URL: <http://tlv-330.ru/tlv-330> (дата обращения: 10.03.2016).
5. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с температурным компенсатором на кожухе. ТУ 3612-024-00220302-02. ВНИИнефтемаш, 2002. – 124 с.



ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ НОВОГО МАТЕРИАЛА СОЛОМА - КАУЧУК И ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАУЧУКА СКЭПТ

*Ключников О.Р., Мартыанов Н. А.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань*

INVESTIGATION OF INSULATING PROPERTIES OF THE NEW MATERIAL THE STRAW IS RUBBER AND THE STUDY OF PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF EPDM RUBBER

*Klyuchnikov O.R., Martyanov N. A.,
Kazan state energy University, Kazan*

Аннотация

Был найден коэффициент теплопроводности образца солома-каучук (λ) и проведено исследование физико-механических свойств каучука холодной вулканизации СКЭПТ.

Сделан вывод о перспективе нового материала на основе соломы и каучука в качестве теплоизолирующего покрытия.

Annotation

Was found the thermal conductivity of the sample straw-rubber (λ) and the study of physical and mechanical properties of cold cured rubber is EPDM.

The conclusion is made about the prospect of a new material on the basis of straw and rubber as insulating coating.

Экспериментальная часть

Был найден коэффициент теплопроводности образца солома-каучук ГОСТ 7076-99. (метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме) размерами 150x150x9 мм., прибором ИТС - 1. Среднеарифметическое значение теплопроводности пластины солома-каучук составило $\lambda = 0,0404$ Вт/м К [1].

Коэффициенты теплопроводности теплоизоляционных материалов солома-каучук СКИ и солома-каучук СКЭПТ практически не отличаются. Разница данных материалов в сроке использования. Срок использования материала солома-каучук СКЭПТ гораздо больше чем с использованием каучука СКИ.

При исследовании физико-механических свойств каучука холодной вулканизации СКЭПТ. Были созданы шесть пластин из каучука для определения прочности и растяжения (рис. 1).

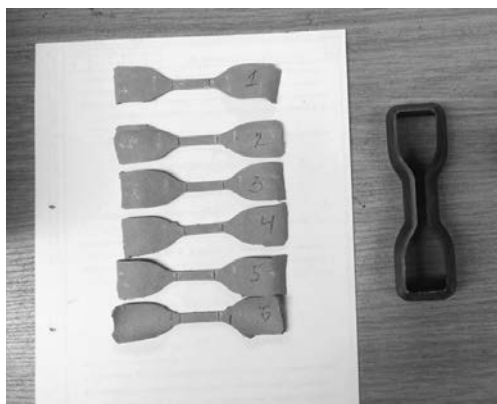


Рис. 1. Пластины из каучука холодной вулканизации СКЭПТ



С использованием разрывной машины РМИ - 250 образцы под № 1,2,3 были разорваны, а образцы по № 4,5,6 были разорваны после термической обработки.

С помощью индикаторного толщиномера была определена толщина каждого образца (рис.2). Результаты исследований определения прочности и растяжения представлены в таблице 1.



Рис.2. Индикаторный толщиномер

Таблица 1

Результаты исследований физико-механических свойств

№ образца	Толщина (мм)	Площадь S (мм ²)	Условная прочность (кгс)	Прочность на растяжение (кгс/см ²)	Относительное удлинение ε (%)
1	2	3	4	5	6
До термического старения					
1	1,78	10,68	0,9	8,42	170
1	2	3	4	5	6
2	1,65	9,9	0,9	9,09	170
3	1,68	10,08	0,85	8,43	170
После термического старения					
1	2	3	4	5	6
4	1,86	11,16	1,4	7,97	140
5	1,79	10,74	1,25	8,6	110
6	1,70	10,2	1,23	8,3	140

В результате термического старения образцов под № 4,5,6 физико - механические характеристики практически не изменились. Следовательно материал - термостабилен [2].

Также была определена степень разбухания образцов каучука СКЭПТ. От образцов № 1,2,3,4,5,6 были отрезаны куски площадью 3,6 мм², масса которых была измерена на аналитических весах, и помещены в пробирки с УАЙТ-СПИРИТОм на 4 дня. По истечению четырех дней масса выдержанных образцов была измерена. Результаты представлены в таблице 2.

В результате термостарения степень разбухания незначительно изменилась. Следовательно каучук СКЭПТ вулканизировался полностью и не требует дополнительных энергозатрат.

Работа была поддержана и финансирована фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, номер контракта 11881 р / 21596.



Таблица 2

Степень разбухания резины

№ образца	Масса до выдержки (г)	Масса после выдержки (г)	Разница масс после и до эксперимента
До термостарения			
1	0,0576	0,2224	0,1667
2	0,0557	0,2031	0,1474
3	0,0590	0,2146	0,1556
После термостарения			
4	0,0520	0,2330	0,1810
5	0,0634	0,2402	0,1768
6	0,0534	0,2230	0,1696

Вывод

Впервые экспериментально были измерены величины плотности теплового потока и коэффициент теплопроводности у образцов солома-каучук λ (Вт/м К). Проведено исследование физико-механических свойств каучука холодной вулканизации СКЭПТ, после термической обработке видно, что каучук СКЭПТ – термостабилен. Также были определены степени разбухания образцов каучука СКЭПТ. Что говорит о перспективе использования данного материала в качестве теплоизолирующего покрытия.

Литература

1. ГОСТ 25380-82. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции.
2. ГОСТ 7076-99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

*Афанасьев А.Ю., Макаров В.Г., Ханнанова В.Н., Бариев Р.Х.,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г.Казань*

EXPERIMENTAL STUDY OF THE PROCESSES IDENTIFICATION OF PARAMETERS OF THREE-PHASE ASYNCHRONOUS MOTOR

*Afanasyev A.J., Makarov V.G., Khannanova V.N., Bariev R.H.,
Kazan National Research Technological University, Kazan*

Аннотация

Проведено экспериментальное исследование процессов идентификации параметров трехфазного асинхронного двигателя непрерывным градиентным методом поиска минимума определенно-положительной функции от невязок уравнений двигателя. Сравнительный анализ результатов компьютерного моделирования и экспериментального исследования. Проведен анализ причин, вследствие которых экспериментальные значения относительных погрешностей идентификации параметров трехфазного асинхронного двигателя превышают теоретические значения.

Annotation

An experimental study of the processes identification of parameters of three-phase asynchronous motor continuous gradient method to search the minimum of definitely positive function from the residuals of the equations of the motor was conducted. Comparative analysis of the results of computer simulation and experimental studies. An analysis of reasons, resulting in experimental values of the relative errors of the parameters identification of three-phase asynchronous motor exceeds the theoretical value.

Теоретическое исследование процессов идентификации параметров асинхронного двигателя (АД) непрерывным градиентным методом поиска минимума определенно-положительной функции от невязок уравнений электропривода проводилось с помощью компьютерного моделирования. При этом использовалось математическое описание обобщенной электрической машины (ОЭМ) на основе АД, а напряжения фаз обмотки статора $u_{1d}(t)$, $u_{1q}(t)$ и угловая скорость $\omega_1(t)$ системы координат d, q изменялись во времени по законам, которые получили название тестовых.

Анализ точности процессов идентификации параметров асинхронного электропривода проводился с помощью экспериментальной установки, схема которой приведена на рисунке 1. В качестве экспериментального используется асинхронный двигатель АИР80А6У2, питание которого осуществляется от преобразователя частоты (ПЧ). В состав экспериментальной установки входит нагрузочное устройство с моментом, датчики фазных напряжений (ДН1, ДН2, ДН3) и токов (ДТ1, ДТ2, ДТ3) обмотки статора, датчики Холла (ДХ1, ДХ2, ДХ3) установленные по расточке статора, оптический датчик частоты вращения (ОДЧВ), аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и персональный компьютер (ПК).

Для реализации алгоритма управления силовыми транзисторами ПЧ при тестовых напряжениях $u_{1d}(t)$, $u_{1q}(t)$ и угловой скорости $\omega_1(t)$ разработана программа, которая занесена в память ПЧ. Запись результатов эксперимента производилась в виде мгновенных значений фазных токов, напряжений, магнитных потоков статора и угловой скорости ротора с помощью АЦП с частотой 400кГц и пакета Power Graph 3.3. В ходе экспериментального исследования установлено, что теоретические и экспериментальные кривые имеют подобный характер при начальном отклонении оценок параметров на 50 % максимальная относительная погрешность идентификации не превышает 6,8%, а при начальном отклонении на 75% – не превышает 6,1%. При этом после завершения процессов идентификации



оценки всех параметров достигают значений, близких к истинным. Сравнительный анализ результатов компьютерного моделирования и экспериментального исследования процессов идентификации параметров двигателя содержится в таблице 1.

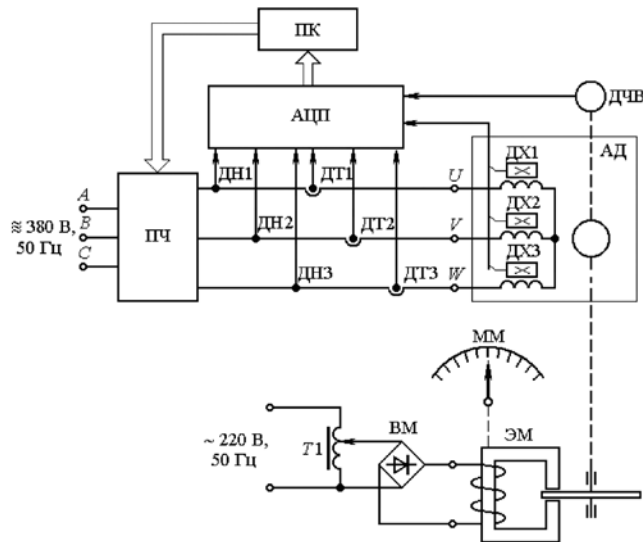


Рис. 1. Функциональная схема экспериментальной установки
ДН - датчики фазных напряжений, ДТ - датчики фазных токов, ДХ - датчики Холла,
ДЧВ - датчик частоты вращения, АД- асинхронный двигатель, АЦП - аналого-цифровой преобразователь, ПЧ - преобразователь частоты, ММ - моментомер, ВМ - выпрямительный мост, ЭМ - электромагнит

Таблица 1

Оценка точности результатов идентификации

Наименование параметров, единицы измерения	Обозначение	Компьютерное моделирование		Экспериментальное исследование	
		Относительная погрешность идентификации при начальном отклонении параметров от истинных значений			
		на 50 %	на 75 %	на 50 %	на 75 %
Активное сопротивление фазы обмотки статора, Ом	R_l	0,2848 %	0,2042 %	3,3854 %	3,5076 %
Индуктивность фазы обмотки статора, Гн	L_l	0,2266 %	0,1657 %	6,1407 %	5,1144 %
Активное сопротивление фазы обмотки ротора, Ом	R^2	0,3158 %	0,2352 %	3,3854 %	3,5076 %
Индуктивность фазы обмотки ротора, Гн	L_2	0,2599 %	0,1990 %	6,6531 %	6,0825 %
Взаимная индуктивность, Гн	M_M	0,2467 %	0,1870 %	6,7181 %	5,7462 %
Момент инерции подвижных частей,	J_Σ	0,2522 %	0,1831 %	5,7507 %	4,6382 %
Статический момент,	M_C	0,2526 %	0,1900 %	5,6277 %	4,9252 %



Относительные погрешности идентификации параметров, полученные в ходе экспериментального исследования, оказались выше погрешностей, полученных при компьютерном моделировании. Увеличение экспериментальных значений относительных погрешностей идентификации параметров АД происходит по следующим причинам:

1. при компьютерном моделировании используется идеализированная модель АД на основе ОЭМ;
2. математическая модель процессов идентификации построена без учета специфики работы двухзвенного ПЧ и его влияния на информационный канал;
3. в математической модели не учитывалось влияние фильтров Баттерворта третьего порядка, которые используются в экспериментальной установке для выделения основных гармоник фазных напряжений;
4. частота АЦП 400 кГц позволяет осуществлять запись данных по десяти каналам с интервалом 25 мс.



ИННОВАЦИОННОЕ ПАРТНЕРСТВО И ИНТРАПРЕНЕРСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Газеев Н.Х.

Республиканский совет общественной организации «Общество изобретателей и рационализаторов Республики Татарстан» (Рессовет ОИР РТ), г. Казань

INNOVATIVE PARTNERSHIP AND INTRAPRENERSTVO AS INSTRUMENT OF MANAGEMENT OF INVENTIVE ACTIVITY

Gazeev N. Kh.

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

Аннотация

Основа интрапренерства - создание условий для инновационной деятельности, стимулирование и реализация предпринимательских способностей сотрудников с использованием ресурсов и организационно-производственных возможностей предприятия. Инновационное партнерство и интрапренерство представлено как инструмент повышения изобретательской активности предприятия, позволяющий обеспечить рост конкурентоспособности, внедрение и эффективное использование современных технологий в организации и управлении предприятием.

Annotation

Intrapreneurship basis - creation of conditions for innovative activity, stimulation and realization of enterprise abilities of employees with use of resources and organizational production capabilities of the enterprise. The innovative partnership and an intrapreneurship is presented as the instrument of increase of inventive activity of the enterprise allowing to provide competitiveness growth, introduction and effective use of modern technologies in the organization and business management.

В современных условиях одним из основных факторов экономического роста является инновационное партнерство и интрапренерство, которые обеспечивают внедрение научно-технического результата и интеллектуального потенциала для эффективного использования современных технологий в организации и управлении предприятием.

Для Республики Татарстан (РТ) актуальность развития инновационного партнерства и интрапренерства обусловлена необходимостью научно-технологического обновления и модернизации приоритетных сфер экономики. Однако прежде чем проанализировать основные проблемы и перспективы развития инновационного партнерства и интрапренерства рассмотрим понятийный аппарат, связанный с этим сложным социально-экономическим явлением.

Среди российских экономистов значение термина «интрапренерство» понимается неоднозначно.

С социально-психологических позиций базовым, основополагающим элементом предпринимательства является инициативный творческий труд человека-новатора, его свобода в выборе направлений и методов деятельности [1,2].

С позиций управления предпринимательской может быть любое предприятие, организация, учреждение, ориентированные на реализацию опережающих конкурентных действий, создание и внедрение инноваций, вовлечение сотрудников организации в процесс инновационного интрапренерства с наделением их соответствующими полномочиями [1,2].

Таким образом, в рамках расширенной трактовки инновационного интрапренерства субъектом новаторской, творческой технико-экономической деятельности (изобретателем, рационализатором), может быть как индивидуальный предприниматель, так и группа людей, действующих в рамках производственно-хозяйственной структуры (предприятия, организации, учреждения).



В энциклопедическом словаре «Управление персоналом» инновационная структура определяется как совокупность устойчивых связей объектов или его частей, целью деятельности которых является создание или участие в создании новшеств (нововведений), доведенных до первой промышленной серии и/или первой коммерчески эффективной реализации на рынке [3]. Инновационный же потенциал работника – «способность к восприятию новой информации, приращению своих профессиональных знаний, выдвижению новых конкурентоспособных идей, нахождению решений нестандартных задач и новых способов решения стандартных задач» [3]. Данные определения приемлемы для определения сути инновационной структуры, формирования интрапренерства в ней за счет изобретательского потенциала работников. Обобщив данные категории и определив особенность деятельности инновационной структуры, можно утверждать, что изобретательская активность инновационной структуры формируется на основе внедрения культуры интрапренерства и это основное условие конкурентоспособности бизнеса и инновационной структуры.

С нашей точки зрения, инновационное интрапренерство представляет собой метод управления развитием изобретательства, рационализаторства и новаторства на предприятиях, в организациях и учреждениях, основанный на инициативах исполнителей, а не на администрировании, который позволяет превратить существующую организацию в открытую систему, постоянно генерирующую новые идеи, толерантную к риску, нацеленную на развитие и рост. То есть, инновационное интрапренерство – деятельность работника предприятия, аналогичная предпринимательской, но осуществляемая с использованием главным образом ресурсов предприятия и главным образом в интересах предприятия, – это деятельность творческого работника-новатора по внедрению своей идеи, научно-технической разработки, изобретения до практических результатов [4].

Правомерно рассматривать инновационное интрапренерство как качественно иной уровень свободы менеджеров и специалистов, структурных подразделений внутри компании, позволяющий раскрыться мотивации личного и профессионального успеха большему числу работников и членов команды. Экономически данный тезис следует понимать в контексте ограниченной рациональности хозяйственных субъектов, когда по мере усложнения хозяйственных, экономических процессов для уменьшения риска принятия неэффективных решений, выделяются в виде самостоятельных «поисковые функции», позволяющие привлечь новых людей к выработке инновационных решений. Таким образом, инновационное интрапренерство подразумевает использование творческого потенциала сотрудников. Следует отметить его характерные черты такие, как наличие особого духа творчества (изобретательства, рационализаторства, новаторства), способность генерировать идеи и реализовывать их для получения определенной выгоды и прибыли предприятия.

Управление инновационной активностью, повышение инновационной активности обеспечивается усилиями руководства, прилагаемыми в двух направлениях: первое – стимулирование возникновения новых идей, что требует мобилизации творческих способностей сотрудников предприятия, второе направление – практическое внедрение новаций (изобретений, рационализаторских предложений, программ для ЭВМ и др.), основанное на использовании предпринимательских способностей. Инструментом, объединяющим в себе оба указанных направления, является инновационное партнерство и интрапренерство.

Таким образом, инновационное партнерство и интрапренерство следует рассматривать как метод управления внутри действующей организации, позволяющий сочетать интересы предприятия и сотрудников, стимулировать их инициативу и творчество для внедрения и эффективного использования современных технологий в организации и управлении предприятием, повышения ее результативности и конкурентоспособности. При этом внутрифирменное (корпоративное) изобретательство и рационализаторство являются фактором роста и развития фирмы [4].

Ярким примером интрапренерской организации, имеющей богатый опыт управления инновационной деятельностью, является компания «Татнефть» – динамично развивающаяся многопрофильная корпорация с более чем полувековой историей и многолетними традици-



ями. Большие успехи компании - результат непрерывной череды технологических прорывов, в которых огромную роль сыграли сотрудники интрапренерских подразделений: ученые и инженеры ПАО «Татнефть» создали тысячи запатентованных технологий. Работники компании традиционно активно работают в области технического творчества. На протяжении всей истории деятельности акционерного общества эта активность подтверждалась большим количеством объектов интеллектуальной собственности. Тысячный охранный документ был получен в 1987г., 2000-й - в 2002г., 3000-й - в 2006 г., 4000-й - в 2008 г. и 5000-й - в 2012 г. Передовые технологии компании патентуются и в зарубежных патентных ведомствах. В будущем руководство компании видит себя быстрорастущей организацией с дальнейшим укреплением ее позиций на российском рынке за счет инновационных решений. Данная компания более 65 лет следует стратегии повышения прибыльности и увеличения своих размеров посредством создания новых видов бизнеса через систему корпоративного инновационного партнерства и интрапренерства.

В современных условиях актуальным и чрезвычайно важным является вопрос о повышении изобретательской активности [5,6,7]. Рыночные преобразования сами по себе не обеспечивают восприимчивость промышленных предприятий к техническим или технологическим новшествам. Накопленный в Группе компаний «Татнефть» огромный научно-технический потенциал, включая изобретательский, остается востребованным и представляет безусловный интерес для предприятий, организаций и учреждений РТ.

Лучшим предприятием РТ по изобретательству и рационализации за 2015 год по результатам подведения итогов ежегодного Смотра на лучшую постановку изобретательской, рационализаторской и патентно-лицензионной работы среди предприятий и организаций РТ, организуемого Рессоветом ОИР РТ, признано ПАО «Татнефть». Каждый второй работающий компании является рационализатором. Сумма экономического эффекта от внедрения ОПС в 2015 году в сравнении с 2014 годом возросла на 1,7 млрд. рублей, количество использованных рацпредложений увеличилось на 20%, 30% полученных патентов республики и каждая четвертая заявка на изобретение принадлежит ПАО «Татнефть».

В 2015 году 7272 авторов внедрили в ПАО «Татнефть» 27268 идей по улучшению, рационализаторских предложений, изобретений, полезных моделей и программ для ЭВМ, в т.ч. 18007 рационализаторских предложений и 9261 идея по улучшению (кайдзен). Количество использованных изобретений составило - 508, полезных моделей - 166, программ для ЭВМ - 102.

Сумма экономии от использования объектов промышленной собственности и рационализаторских предложений составила: всего - 10842,5 млн. рублей (в т.ч. от изобретений и полезных моделей - 9880,9 млн. рублей). На 100 работающих сумма экономии составила - 61732,6 тыс. рублей.

В Федеральный институт промышленной собственности направлено 270 заявок на предполагаемые изобретения, полезные модели и программы для ЭВМ (в т.ч. 191 заявки на изобретения, 55 - на полезные модели, 24 - на государственную регистрацию программ для ЭВМ), получено 299 охранных документов (в т.ч. 214 патентов на изобретения, 57 - на полезные модели, 28 - на государственную регистрацию программ для ЭВМ).

Специалисты института «ТатНИПИнефть», являющегося структурным подразделением ПАО «Татнефть», продолжают планомерную работу по наращиванию интеллектуальной собственности компании. В 2015г. в ФИПС направлена 81 заявка на выдачу патентов на изобретения, 15 заявок на государственную регистрацию программ для ЭВМ. За отчетный период получено 95 патентов РФ на изобретения, 2 патента США и 2 патента Канады на изобретения, а также 12 свидетельств РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В 2015г. Рессовет ОИР РТ отмечает повышение активности использования республиканскими предприятиями, организациями и физическими лицами электронных сервисов и представления электронной подачи заявок на изобретения и полезные модели.

Среди заявителей, подавших больше всех заявок на изобретения и полезные модели в электронном виде в 2015 году, лидером является ПАО «Татнефть», подавшее 160 заявок. По



этому показателю в РФ ПАО «Татнефть» располагается на втором месте после Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (203 заявки).

Сегодня корпоративная инновационная политика Группы компаний «Татнефть» оперирует достаточно широким спектром мер — от «простого» финансирования и софинансирования проектов до организации коммуникационных площадок для всех заинтересованных сторон. Примером тому служат регулярно организуемые при поддержке Президента РТ, Правительства РТ и ПАО «Татнефть» научно-технические и выставочно-экспозиционные мероприятия:

- Международные специализированные выставки «Нефть. Газ. Энерго. Химия. Экология. Промышленная безопасность» (20-22 октября 2015 года состоялась XIV-я по счету выставка);

- научно-технические ярмарки идей и предложений (10.12.2014г. состоялась X-я по счету ярмарка, проводимая раз в два года).

Проведение подобных масштабных мероприятий вызвано необходимостью:

- постоянного внедрения инновационных решений в процесс производства, добычи, переработки и транспортировки энергоресурсов на предприятиях Группы компаний «Татнефть» в современных условиях;

- повышения творческой активности инженерно-технических работников, специалистов и рабочих-новаторов по решению актуальных технических, технологических, геологических, экологических и организационно-экономических вопросов, стоящих перед Группой компаний «Татнефть».

Рационализаторская и изобретательская деятельность позволяет предприятиям, организациям и учреждениям Группы компаний «Татнефть» экономить материальные средства за счет использования рацпредложений, поданных работниками, патентов на изобретения и полезные модели. Это придает постоянный импульс развитию инженерно-технической мысли работников и их творческому подходу к производственному процессу, что в итоге самым положительным образом способствует выполнению производственных заданий и динамичному развитию корпоративной инновационной политики ПАО «Татнефть» в области интеллектуальной собственности в целом. Таким образом, инновационное партнерство и интрапренерство — это не только использование высоких технологий, но и инновации в сфере управленческих решений. Для этого необходима организация системы управления предприятием на основе новых управленческих технологий, выработанных передовой мировой практикой («Лин-технологии», «Стратегия кайдзен», методика «Бережливого производства» и др.).

Предприятия, намеревающиеся работать гибко, неизбежно приходят к необходимости использования инновационных подходов. Суть их состоит в создании такой структуры управления предприятием, в которой в повседневную работу по постоянному, непрерывному совершенствованию вовлекается весь персонал компании от рабочих до менеджеров, и что крайне важно — эффективное вовлечение сотрудников производится путём изменения собственных установок высшего руководства (топ-менеджмента) и только через полное принятие философии кайдзен.

Современный инновационный процесс имеет сложный многоаспектный характер. Применение той или иной модели инновационного процесса в большой степени зависит от системы макро- и микроэкономических условий деловой активности конкретных экономических агентов — участников современного инновационного процесса.

Система непрерывных улучшений, - это долгосрочный проект где реализуется концепция менеджмента с фокусом на непрерывном совершенствовании всех производственных процессов в компании. Это постоянное стремление к совершенствованию всего, что производит компания, воплощенное в конкретные формы, методы и технологии.

Внедрение модели инновационного партнерства и интрапренерства в системный потенциал цикла управления идеями по непрерывному улучшению в Группе компаний «Татнефть» способствует созданию новой экономики.



Основой адаптивности внедрения культуры инновационного партнерства и интрапренерства в корпоративной структуре является эффективная система мотивации и стимулирования наемных работников. Стимулировать высокомотивированных специалистов на изобретательскую активность – это основополагающее условие конкурентоспособности бизнеса.

Таким образом, патентная активность зависит от того, насколько корпоративная структура является инновационной структурой с развитой системой инновационного партнерства и интрапренерства и от изобретательского потенциала работников данной структуры. Инновационное партнерство и интрапренерство может быть использовано для достижения устойчивости и повышения эффективности функционирования предприятия в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Инновационное партнерство и интрапренерство предполагает наличие эффективного механизма трудовой мотивации персонала, которая обеспечивается следующими факторами: вовлечением в систему мотивации максимального числа работников; участием в управлении; созданием условий для изобретательской, рационализаторской и новаторской деятельности; децентрализацией управления; дифференцированной оценкой трудового вклада и оценкой результатов деятельности отдельных подразделений. Система трудовой мотивации изобретательства, рационализаторства и новаторства должна способствовать устойчивости развития предприятия в целом, его подразделений и работников.

Формирование инновационного партнерства и интрапренерства может быть использовано для роста изобретательской активности, достижения устойчивости и повышения эффективности функционирования предприятия в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Литература

1. Словарь инновационных терминов [Электронный ресурс]. URL: <http://iii04.pfo-perm.ru/Data2003/GOLOS/Golos1.htm#i80>.
2. Формирование и развитие инновационной инфраструктуры предпринимательства на мезоуровне / О.В. Чистякова, В.И. Самаруха – Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2014. – 320 с.
3. Управление персоналом: Энциклопедический словарь / под. ред. А.Я. Кибанова. – М.: ИНФРА-М, 1998. – Т. VIII. – 453 с. – (Библиотека словарей «ИНФРА-М»).
4. Газеев Н.Х., Мингазетдинов И.Х., Гайсин Л.Г. Формирование эффективной корпоративной инновационной стратегии ОАО «Татнефть». – В сб.: Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан: тр.// XIII Междунар. симп., Казань, 5-7 декабря 2012г. / - Казань: Изд-во ООО «Скрипта», 2012. – С. 336-342.
5. Гайсин Л.Г., Газеев Н.Х. Развитие изобретательства в Республике Татарстан как основа конкурентоспособности в экономике. В ж.: «Энергетика Татарстана» № 1 (33), 2014. – Казань: Изд-во «ООО «Печатный двор», 2014. – С. 62-68.
6. Гайсин Л.Г., Газеев Н.Х. Формирование системы управления интеллектуальной собственностью в Группе компаний «Татнефть». В ж.: Вестник ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности»: № 1 (23), 2015. – Казань: Изд-во «ГБУ «НЦБЖД», 2015. – С. 104-112.
7. Гайсин Л.Г., Газеев Н.Х. Региональные аспекты изобретательской активности в Республике Татарстан. В ж.: Вестник ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности»: № 3 (25), 2015. – Казань: Изд-во «ГБУ «НЦБЖД», 2015. – С. 27-31.



Аброковнов А.П.	332
Агафонов А.И.	292
Айкина К.Д.	300, 363
Акчурина Д.Р.	69
Аль барри Самоал Хасан.....	82
Альмиева Д.С.	409
Антипина О.В.	356
Антропов Д.Н.	468
Аржанкина Е.С.	326
Арсланов М.Р.	441
Астраханов М.В.	150, 154
Афанасьев А.Ю.	300, 363, 386, 403, 445, 476, 487
Афанасьев В.А.	359, 433, 452
Ахмедзянова В.Н.	400
Ахмерова Г.М.	213
Ахметвалиева Г.Р.	94
Ахметзянова Л. А.	190
Ахметов М.Г.	47
Ахметов Р.Ф.	109
Ахметов Т.Р.	121
Ахметова И.Г.	198
Ахметова Р.Т.	146
Ахметшина А.И.	435
Ачилов И.Ш.	292
Бадыева Л.Н.	461
Балоев А.А.	452
Балымова Е.С.	344
Бальзамов Д.С.	89, 205
Бариев Р.Х.	476, 487
Барышева О.Б.	230, 238, 257
Белоус Б.П.	167
Беляева Е.Э.	350
Богатов В.И.	464
Борисов А.С.	464
Боровский М.Я.	464
Бородай Е.Н.	187
Бородина С.М.	375
Бростилова Т.Ю.	253
Бурганов Р.А.	458
Валидов Ш.З.	322
Ваньков Ю.В.	202, 209, 441
Волков Е.Г.	156
Волошина А.Д.	322
Газеев Н.Х.	490
Галеева Р.У.	409
Галимзянов Р.Х.	102
Галимзянова Д.Р.	353
Галимов А.И.	107



Галиханова О.В.	281
Гареев Р.А.	277
Гарифуллина Р.Р.	428
Гаркушенко В.И.	82
Гатауллин Р.Н.	393
Гиззатуллин Р.Ш.	116
Гильмутдинов И.И.	413
Гильмутдинов И.М.	413
Гиниятов А.М.	230, 238
Гиниятова Л. М.	456
Гирфанов А.А.	289
Голобоков С.В.	234, 253, 292
Горбачук Е.В.	322
Горячев В.Я.	234
Грачева Е.И.	420
Грибков А.М.	66
Гумиров И.С.	308
Гусев А. С.	274
Гусячкин А.М.	216
Дегтярёв Г.Л.	359, 433
Долгова А.Н.	377
Драницина Е.А.	329
Дуванов В.С.	340, 390
Дудков Д.А.	242
Дыганова Р.Я.	270
Дыранов А.Б.	292
Емекеев А.В.	50
Есбергенова А.С.	407
Закиров Д. Г.	193
Закиров Р.К.	266
Закирова И.А.	139
Залялиева С.Е.	458
Зверева Э.Р.	94
Звонарева Ю.Н.	202, 209, 441
Зиганшин А.М.	350, 461
Зиганшин М.Г.	285
Зиннатуллин Р.Р.	329
Злобин А.В.	277
Зуева О.С.	94
Иванова М.А.	367
Иванцов А.И.	224
Игнарина Л.М.	69
Игнатьева С.Б.	420
Ильдарханов Р.Г.	111
Ильичева А.Д.	329
Инюцын А.Ю.	22
Казанков А.А.	377
Калугин Н.Н.	177



Камалетдинова Д.И.	318
Кантюков Р.Р.	56, 277
Каримов А.А.	20
Кафиатуллин Р.Х.	371
Кашаев Р.С.	132
Кашапов Р.Р.	114
Кашапова Л.М.	314, 400
Кирилина Т.В.	266
Ключников О.Р.	484
Козелков О.В.	132
Косулин В.В.	397
Крамина Т.А.	227, 246
Кузнецов Б.В.	107
Кузнецова И.В.	413
Кузнецова М.А.	73
Кулик Н.В.	322
Кунгурцев А.А.	445
Курир В.И.	340, 390
Лебедев А.Н.	205
Лозинов А.Н.	472
Локтев Н.Ф.	142
Мазитов И.Р.	118
Макаров А.Ф.	98
Макаров В.А.	86
Макаров В.Г.	386, 403, 476, 487
Макарова А.О.	94
Максимова К.С.	340, 390
Мартынов Е.В.	181
Мартьянов Н. А.	484
Медведева Г.А.	146
Мелещиков К.А.	73
Мещанов А.С.	359, 424, 433, 452
Миндубаев А.З.	322
Минзанова С.Т.	322
Мирзошарифзода Н.Д.Д.	216
Миронова Л.Г.	322
Моряшов А.А.	73, 156
Мухаметшин Р.З.	318
Назарычев С.А.	209
Найман М.О.	336
Найман С.М.	336
Напалков И.М.	234
Низамеева Р.А.	69
Никонова А.О.	437
Новиков В.Ф.	437, 456
Носков С.Л.	45
Нургалиева Э.И.	163
Осипов А.Л.	437



Павлов Г.И.	331, 430
Парамонов М.А.	109, 114, 116, 118
Петров А.А.	220, 242
Петров С.И.	310
Петрова В.В.	428
Подгорный С.В.	174
Радайкин Д.В.	60
Рикардо Перес Джил	270
Розен В.П.	417
Рубцова Е.Ю.	253
Рюмкин А. А.	193
Сабирзянов А.Н.	413
Сабиров Э.Ф.	397
Сабитов Л.С.	381
Садыков М.Ф.	125
Садыков Р.А.	468, 472, 481
Сайфиева А.Р.	456
Сайфуллина А.Х.	160
Салихзянова Д.Р.	94
Саляхов Р.Х.	56
Сандугей Н.С.	413
Сапармырадов К.А.	322
Сафин И.Ш.	249
Сивков А.Л.	270, 285
Сидоров А.Е.	98
Сиразиева Р.Р.	332, 430
Сироткин А.С.	2666
Снигирева Ю.В.	437, 456
Сорвачев А.В.	56
Сотников А.В.	344
Софьина А.А.	375
Спирина О.В.	449
Султанова А.Ф.	424
Сунгатуллин Р.Г.	150, 154, 428
Сухова Е.А.	332
Танеева А.В.	437
Теляшов Д.А.	329, 332
Тимершин Б.Ф.	89, 205
Титов В.А.	60, 86
Трачук А.Р.	417
Тукеев Д.В.	202
Тытагин А.М.	150, 154
Фаизов А.И.	468, 481
Файзуллин И.Э.	41
Файзутдинов Р.Н.	160
Фахреев Н.Н.	304
Филимонов В.Н.	464
Футин В.А.	56



Хабабутдинов Д. А.	456
Хабибрахманов В.З.	296
Хабибрахманова А.И.	296
Хабибуллин Ю.Х.	238, 257
Хабибуллина Р.В.	94
Хайбуллин Р.Р.	58
Хайруллина Г.Н.	289
Хакимов Э.М.	318
Халиулин Р.Р.	79, 332
Халиуллин А.Ф.	75
Халиуллин М.И.	261
Ханнанова В.Н.	386, 403, 476, 487
Хатмуллина З.Ф.	94
Хафизов Р.Р.	150, 154
Хорошева Л.Р.	437
Чичирова Н.Д.	66
Шакуро С.В.	464
Шакурова Л.М.	314
Шамсиева Г.Ш.	336
Шаповалов Д.Г.	109
Шарафетдинов Ф.Ф.	156
Шафигуллин Р.Г.	171
Шепелев С.В.	45
Шириев Р.Р.	125, 163
Шулаев М.В.	296
Югина Н.А.	296
Ягофаров О.Х.	329
Яковлев Ю.А.	386, 403
Ялалов И.Ф.	456
Яхваров Д.Г.	322

**ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

**Сборник докладов
XVI Международного симпозиума
«Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»**

15–17 марта 2016 г.

С о с т а в и т е л и:

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

Компьютерная верстка:

Е.А. Потанин

Подписано в печать 04.07.2016.

Формат 70х100 / 16. Усл. печ. л. 16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Тираж 250 экз. Заказ № 139305.

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