

# КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ

**jeremias®**  
ДЫМОХОДНЫЕ СИСТЕМЫ

[www.jeremias.ru](http://www.jeremias.ru)



НЕМЕЦКИЕ ДЫМОХОДЫ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ JEREMIAS –  
КАЧЕСТВО, СЕРВИС И ИННОВАЦИИ

Котельные

Обзор рынка

Круглый стол

Глубокая утилизация  
тепла продуктов  
сгорания котлов

Газопоршневые  
электростанции,  
установки,  
компоненты

Перспективы  
возобновляемых  
источников энергии  
в России

М П Н У



ОАО «МПНУ ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ»

СТРОИТЕЛЬСТВО КОТЕЛЬНЫХ «ПОД КЛЮЧ»  
БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЕ И КРЫШНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ  
МИНИ-ТЭЦ  
ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ  
ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ТЭО  
СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ  
СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ  
ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТА  
ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



Реклама

М П Н У



115054, г. Москва, ул. Валовая, д. 29  
Коммерческий отдел тел.(495)411-44-55  
Тел./факс (495)959-27-38  
[www.mpnu.ru](http://www.mpnu.ru) [sale@mpnu.ru](mailto:sale@mpnu.ru)

# Содержание

## НОВОСТИ

2

## КОТЕЛЬНЫЕ

- 8 Опыт эксплуатации котельных на щепе  
9 Натурлигнин – новое слово в переработке биомассы  
10 Глубокая утилизация тепла продуктов сгорания котлов

## 16 Какой должна быть современная система теплоснабжения

- 18 Модернизация автоматики и внедрение комплексного мониторинга систем теплоснабжения г. Сочи

## ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

- 21 Bosch MEC Remote: управление котельными установками на кончиках пальцев  
22 Котлы наружного размещения в терминах и определениях  
24 Непревзойденный уровень удобства работы с анализаторами дымовых газов нового поколения при настройке промышленных пеллетных котлов  
27 Стальные котлы CABK и CABK Plus компании De Dietrich  
28 Энергетики всего мира доверяют опыту, профессионализму и качеству KSB

## КРУГЛЫЙ СТОЛ

- 30 Перспективы возобновляемых источников энергии в тепло-, энергоснабжении России

## ОБЗОР РЫНКА

### 36 Газопоршневые электростанции, установки, компоненты

- 44 Пеллетные котлы – популярные марки на российском рынке

## ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

- 48 Внедрение малой генерации на объектах энергетики на примере районной котельной «Азино» в Казани

## РЕПОРТАЖ С ОБЪЕКТА

- 52 Энергоцентр «Парка легенд» – комплексное решение для Москвы

## ВОДОПОДГОТОВКА

- 56 Производственные стоки котельных и способы их очистки

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

- 60 Накопители энергии, солнечная, ветровая, биоэнергетика – сегодня и завтра

- 63 Новости возобновляемой и альтернативной энергетики



ООО «Издательский Центр «Аква-Терм»  
Директор  
Лариса Шкарабо  
magazine@aqua-therm.ru

Главный редактор  
Юлия Ледяева  
romt@aqua-therm.ru

Служба рекламы и маркетинга:  
Елена Нефедова  
sales@aqua-therm.ru  
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66

Служба подписки  
Лариса Журавлева  
market@aqua-therm.ru

Члены редакционного совета:  
Р.Я. Ширяев, генеральный директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,  
президент клуба теплознегретиков  
«Флогистон»  
Н.Н. Турбанов, технический  
директор ГК «Импульс-техно»  
В.Р. Котлер, к. т. н.,  
заслуженный энергетик РФ,

ведущий научный  
сотрудник ВТИ  
В.В. Чернышев, зам.начальника  
Управления государственного  
строительного надзора  
Федеральной службы по надзору  
по экологическому,  
технологическому  
и атомному надзору  
Я.Е. Резник,  
научный консультант

Учредитель журнала  
ООО «Издательский Центр  
«Аква-Терм»  
Издание зарегистрировано  
Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)  
13 августа 2010 г.  
Per. № ПИ № ФС77-41685

Тираж: 7000 экз.  
Отпечатано в типографии  
«Печатных Дел Мастер»

Полное или частичное воспроизведение или размножение каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.

За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

## Низкопрофильные приточно-вытяжные установки



Компания «Арктика» сообщает, что в линейке энергоэффективных приточно-вытяжных вентиляционных установок с роторным регенератором HERU (фирмы Ostberg) появились новые низкопрофильные модели – HERU 100 LP EC и HERU 100 LP EC VAV2.

HERU 100 LP EC – самые компактные установки в линейке HERU, высота их корпуса всего 23 см. Применение вентиляторов с электронно-коммутируемыми электродвигателями (EC-вентиляторов), высокоэффективный роторный регенератор, продуманные алгоритмы управления обеспечивают соответствие установки классу энергоэффективности А, а значит, значительно сокращают общие эксплуатационные расходы на систему вентиляции. Установка оснащена высокоеффективными фильтрами класса F7 и электрокалорифером, собрана в компактном изолированном корпусе, обеспечивает низкий уровень шума. Встроенная система автоматического управления поддерживает заданные параметры и контролирует работу установки.

В VAV-исполнении (модель HERU 100 LP EC VAV2) установка работает в режиме «вентиляция по потребности»: изменение скорости вращения вентиляторов в зависимости от текущей потребности в количестве воздуха, подаваемого в обслуживаемые помещения или в зависимости от уровня относительной влажности или концентрации углекислого газа в помещениях. Так же во всех моделях предусмотрена возможность управления внешним канальным водяным охладителем или водяным нагревателем.

Настройка рабочих параметров и управление осуществляются с помощью беспроводного пульта. Опционально HERU 100 LP EC могут быть подключены к системе диспетчеризации по протоколу Modbus.

## Геотермальные тепловые насосы фирмы De Dietrich



Геотермальные тепловые насосы GSHP используют энергию, присущую в недрах земли, для отопления и горячего водоснабжения. Представлены в широком модельном ряду 9 моделей мощностью от 5,7 до 27,9 кВт.

### Особенности:

- готовый и изолированный контур хладагента. Не требуется работы с хладагентом при монтаже и запуске;
- до 5,6 кВт тепла на 1 кВт затраченного электричества;
- температура отопления до 80 °C;
- работа в автономном режиме вместе с котлом или солнечной установкой;
- очень низкий уровень шума;
- для работы на воде или антифризе.

Тепловой насос обеспечивает чистый вид энергии, он не потребляет природных ресурсов, не создает выбросов. GSHP отвечают самым высоким требованиям европейских директив по энергоэффективности и эко-дизайну.

## Новый скоростной парогенератор

Компания «КОДО», официальный представитель ведущего южнокорейского производителя промышленного котельного оборудования Daeyeol Boiler Co., Ltd, представляет новую модель скоростного парогенератора вертикального исполнения серии DRS. Модельный ряд состоит из 9-ти модификаций паропроизводительностью от 500 до 4000 кг/ч, со стандартным давлением до 10 бар. КПД парогенераторов высокий – более 90 %.

Парогенераторы оснащены модулируемыми горелками собственного производства последнего поколения, могут работать на газе или дизельном топливе. В оборудовании данной серии использованы два новых решения: устройство автоматической продувки, обеспечивающей удаление накипи, и система деаэрации, предотвращающая образование точечной коррозии. Агрегаты также оснащены реле давления газа, датчиком уровня воды, предохранительными клапанами, контролем пламени. Благодаря этому невозможен перегрев агрегата и тепло можно использовать рационально.



Для удобства эксплуатации все парогенераторы данной серии оснащены контроллером Neotech с русифицированной сенсорной панелью. Конструкция парогенераторов серии DRS позволяет устанавливать и вводить их в эксплуатацию в минимальные короткие сроки. Два парогенератора уже смонтированы и введены в эксплуатацию на молочном предприятии в России.

# Завод Viessmann в России



## Открытие в 2017 году

- система менеджмента качества ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008)
- в соответствии с нормами DIN и ГОСТ
- производство водогрейных котлов Vitamax 100-LW и Vitamax 200-LW до 6 МВт
- немецкое качество высшего уровня и надежность при использовании в различных климатических условиях\*
- возможно производство по индивидуальным заказам
- сокращение сроков поставок в России
- промышленный сервис от производителя во всех регионах России
- трудоустройство 200 сотрудников
- новый завод в России – новые возможности качественного импортозамещения!**

\* Vitamax 200-LW в эксплуатации ООО "Технологии Севера", г. Якутск (T- 60 °C)  
Vitamax 300-LT в эксплуатации на олимпийских объектах г. Сочи "Горная карусель", 960 и 540 м над уровнем моря

[www.viessmann.ru](http://www.viessmann.ru)

## Робот-сварщик на «Старте»

Компания по производству отопительных котлов «СТАРТ» (г. Челябинск) перешла на новый уровень качества своей продукции. Завершен монтаж сварочного робота японской компании KUKA. Теперь качество продукции будет на самом высоком мировом уровне – все сварные швы четкие, ровные и очень качественные. В первую очередь роботу доверили сварку самых больших пеллетных котлов и котлов длительного горения на дровах и угле мощностью 100 кВт. Эти котлы достаточно тяжелы для ручной сварки, в то время как для робота эта работа не представляет сложностей. В компании работают профессионалы-сварщики, которые передали свой 15-летний опыт роботу: как держать горелку, каким сварочным током варить и в какой последовательности.

Котлы «СТАРТ» продаются во многих регионах России и завоевали популярность. Ежегодно появляются новые модели котлов, проводится модернизация существующих.



## Новый энергоцентр в Курской области



Компания ETW Energietechnik сдала в эксплуатацию новый энергоцентр для нужд созданного с нуля современного предприятия пищевой перерабатывающей промышленности в Курской области.

Энергоцентр обеспечивает предприятию выработку 6000 кВт·ч электрической, 3027 кВт·ч тепловой энергии и 15000 кг/ч пара давлением 10 бар.

В состав энергоцентра входят три газопоршневые электростанции с когенерационным циклом – тип ETW 2000 EG,

РУ 10 кВ и три парогенераторные станции. Все оборудование контейнерного исполнения.

Газопоршневая электростанция ETW 2000 EG построена на базе газового двигателя MWM TCG 2020 V20 и имеет напряжение 10,5 кВ. Для подключения трех мини-ТЭЦ в сеть предприятия применяется РУ ГПУ 10 кВ на пять ячеек с элегазовой изоляцией.

Для поддержания постоянной загрузки газопоршневых электростанций используется модуль интеллектуальной нагрузки. Включение или отключение нагревательных элементов происходит автоматически, одна из ГПУ всегда в работе.

Для выработки пара применяются парогенераторные установки на основе паровых котлов комбинированного цикла. Дымогарно-жаротрубные паровые котлы используют тепло выхлопных газов от двигателей газопоршневых электростанций и одновременно могут работать на газовой горелке, вырабатывая каждый до 5000 кг пара в час. Комбинированный цикл позволяет добиться оптимального расхода энергоносителя и гарантированно обеспечить предприятие паром. Подача выхлопных газов в котел также регулируется автоматически за счет клапана байпаса выхлопных газов.

## Новый угольный котел «Буржуй-К»

Конструкторами завода «Теплогарант» разработан уникальный угольный котел «Буржуй-К», экологичный и экономичный в использовании. Его первый образец был представлен на выставке Aquatherm Almaty в Казахстане с 5 по 8 сентября 2016 г. В настоящее время ведется совершенствование котла, и с октября новинка поступит в продажу.

В котле использована современная технология дожига газов, которая повышает время горения топлива, что гарантирует его рациональное использование. Минимальный срок эксплуатации агрегата – 10 лет, окупается котел через 2–3 сезона использования. Оборудование полностью безопасно и работает эффективно без остановок в течение всего отопительного сезона, имеет оптимальное соотношение габаритов и прост в монтаже.



## **KSB строит в России собственный завод**

В рамках реализации программы локализации производства KSB и в целях расширения имеющихся производственных мощностей осенью текущего года началось строительство собственного производственного комплекса ООО «КСБ» на территории индустриального парка «Индиго» (Новомосковский административный округ Москвы). Комплекс общей площадью 15 тыс. м<sup>2</sup> будет включать сборочно-производственную площадку с испытательным стендом, логистический, сервисный и учебный центры, складские помещения и административно-офисное здание. В настоящее время в производственном подразделении на базе сервисного центра ООО «КСБ» в г. Химки (Московская обл.) осуществляется сборка и агрегатирование насосного оборудования, в том числе электродвигателями российского производства, обточка рабочего колеса под рабочую точку, производство установок повышения давления для систем водоснабжения и пожаротушения. Открытие собственного производственного комплекса, запланированное на III квартал 2017 г., позволит расширить ассортимент производимого в России оборудования KSB и удовлетворить растущий спрос.



Продукция и услуги ООО «КСБ» полностью соответствуют действующим нормам РФ и имеют документы, подтверждающие производство в России.

## **Блочно-модульные автоматизированные котельные на Смоленщине**



Компания ООО «Газтеплосервис» установила три блочно-модульные автоматизированные газовые котельные: для теплоснабжения систем отопления зданий краснооктябрьской школы и маньковского сельского Дома культуры в Краснинском районе Смоленской области (обе – на базе стальных водогрейных котлов ROSSEN RS-A 100), для теплоснабжения систем отопления и ГВС зданий гостиницы в Смоленске (на базе стальных водогрейных котлов VIESSMANN Vitoplex 100 PV1). Котельные спроектированы, разработаны, укомплектованы и смонтированы на собственных площадках ООО «Газтеплосервис».

После проведения пусконаладочных работ и режимно-наладочных испытаний оборудования аттестованными специалистами ООО «Газтеплосервис» будут подобраны оптимальные режимы работы, и котельные обеспечат объекты необходимым теплом. Дальнейшую их эксплуатацию и техническое обслуживание выполнит также «Газтеплосервис».

## **Новые режимы управления котельными**

Новые режимы управления котельными реализованы в новом контроллере систем котельного оборудования RAZ 2-150. В дополнение к стандартным режимам, новые режимы «РАЦИОНАЛ» обеспечивают качественно-количественное регулирование параметров отпуска тепла потребителям.

Основные режимы управления «РАЦИОНАЛ»: погодозависимое регулирование температуры подающего и обратного теплоносителя; ручное регулирование температуры подающего теплоносителя (резервное).

Регулируемые параметры: температура теплоносителя, перепад давления в сетевом контуре, расход теплоносителя. Экономия от применения режимов управления «РАЦИОНАЛ»: топлива – до 30 %, электроэнергии – до 50 % (в зависимости от исполнения).



Шкаф управления R-1 Online с новым контроллером

## Система электропитания от «Кослайт»



К современным системам электропитания предъявляются все более высокие требования по надежности, сроку службы, функциональности, энергоэффективности, весу, габаритам, эффективной эксплуатации как при низких, так и при высоких температурах. Сегодня развитие систем электропитания возможно только с использованием литий-ионных технологий. Компания «Кослайт» совместно с российским производителем разработала систему электропитания со следующими эксплуатационными характеристиками: срок службы в нормальных условиях

– более 20-ти лет, среднее время наработки на отказ – не менее 200 тыс. ч, оптимальная температура эксплуатации – от 0 до 45 °C, предельный температурный диапазон – от -40 до 65 °C (без образования конденсата).

Блочно-модульная конструкция с возможностью увеличения мощности установки и емкости аккумуляторной батареи. В системе предусмотрены технология PnP – автоматическое определение конфигурации батареи и настройка системы; технология Hot Swap – горячая замена модулей ЭПУ и батареи; автоматическая защита от недопустимых режимов эксплуатации; мониторинг состояния и режимов работы ЭПУ и батареи; автоматическая диагностика системы с формированием аварийных и предаварийных сигналов.

Система обладает высокой интеграционной способностью, предусмотрена «динамическая» нагрузка. Питание нагрузки – от батареи по временному графику. Возможно подключение возобновляемых источников энергии. Типовая гарантия – три года.

## Обновление контроллера Albatros RVS43



Линейка контроллеров Albatros компании «Сименс» специально разрабатывалась как гибкая система для применения в отоплении и охлаждении частных и малых коммерческих сооружений. Сегодня в новой версии RVS43.345 Series В данные устройства получили возможность более согласованной работы с тепловыми насосами, использующими шину

LPB (Local Process Bus), поддержку генерирующих тепловых устройств, применяющих шлюз LPB-OpenTherm. Свободно конфигурируемый подход построения системы позволяет использовать огромный набор приложений.

Однаково эффективное и согласованное применение различных по своей природе источников тепла дает возможность создавать индивидуальные системы. Появилась возможность модулировать скорость насоса посредством широтно-импульсной модуляции. Специально для этого реализованы дополнительные пункты в меню контроля и диагностики: добавлена функция Delta-T сравнения и контроля температуры, полностью переработан интерфейс, дополнен функционал подключений датчиков и выходов для периферийных устройств. Теперь устройства, не поддерживающие специализированные протоколы обмена данными, могут быть подключены к такой системе с помощью стандартных релейных и аналоговых сигналов. Новый контроллер уже доступен и готов к реализации.

## Энергоблок на базе двигателя MTU

Производственно-инжиниринговое предприятие ROLT расширяет свою линейку серии ROLT PSG и выводит на российский рынок серию станций ROLT PSG 2500 на базе двигателя MTU 20V4000L64 электрической мощностью 2535 кВт. Энергоблок характеризуется высокой мощностью, при этом помещается в заводской контейнер ГПУ, габаритные размеры которого 14x3,4x3,4 м. Производство ГПУ будет осуществляться на собственном заводе компании ROLT в Коломне.

Двигатель MTU 20V4000L64 является самым современным и мощным в линейке газопоршневых двигателей производителя MTU (Германия). Значительное повышение электрического КПД – 44,1 % газопоршневого двигателя MTU 20V4000L64 было достигнуто благодаря изменению геометрии поршня, что позволило создать оптимальную конфигурацию камеры сгорания, системе зажигания (использование катушек и свечей нового поколения) и оптимизированной системе турбонаддува. За счет увеличения эффективности двигателя до 130 кВт на цилиндр уменьшились сервисные затраты на обслуживание. Длительный срок службы и доступность приобретения запасных частей также являются преимуществами.

Первая станция серии ROLT PSG 2500 будет базовым энергоисточником для тепличного комплекса в Ставропольском крае. Ее запуск запланирован на сентябрь текущего года.



## Новинки оборудования АО «Воздухотехника»

Благодаря расширению производственных мощностей, АО «Воздухотехника» представляет новинки в линейке оборудования. Шкафы управления воздушно-тепловыми завесами предназначены для ручного пуска и остановки из ШУ-ВЗТ; внешнего пуска и остановки с помощью концевого выключателя или иного контактного устройства (напряжение коммутации 220 VAC, ток 2A); управления и защиты приточного вентилятора с термоконтактами; управления и защиты циркуляционного насоса отопительной воды (тип ШУ-ВТЗ-В); управления и защиты электрических обогревателей (тип ШУ-ВТЗ-Э); регулируемой задержки отключения приточного вентилятора (тип ШУ-ВТЗ-Э). Регулируемые радиальные канальные прямоугольные вентиляторы серии КПВ предназначены для внутреннего и наружного применения, перемещения воздуха без твердых, волокнистых и абразивных материалов в условиях умеренного климата, используются в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Вентиляторы применяются для непосредственной установки в прямоугольный канал систем вентиляции промышленных и общественных зданий. Крышные

радиальные вентиляторы дымоудаления ВКРс ДУ изготавливаются 13-ти типоразмеров в зависимости от диаметра рабочего колеса, производительностью по воздуху – в диапазоне от 2500 до 110 000 м<sup>3</sup>/ч. Каждый типоразмер вентилятора имеет несколько вариантов изготовления, отличающихся параметрами электродвигателя, рабочего колеса и как следствие аэродинамическими характеристиками. Постоянный входной контроль материалов обеспечивает надежность работы оборудования.



## Новая высота Viessmann – Vitomax D единичной мощностью 36 МВт

Сенсационное событие в жизни российского сбытового подразделения Viessmann произошло 14 сентября 2016 г.: на площадку расширяющейся котельной ЖК «Микрорайон в лесу», находящейся в 1,5 км от Москвы, неподалеку от района Митино, привезли огромных размеров котел Vitomax D с двумя жаровыми трубами для работы на газовом и жидким топливе мощностью 36 МВт, произведенный на заводе HKB Ketelbouw BV в г. Венло, Голландия, принадлежащем Viessmann Group.

Котел укомплектован горелками Weishaupt. Проектирование, монтаж и сервис осуществляют один из старейших сбытовых и сервисных партнеров ООО «Виссманн» – ЗАО «Промэнергоналадка», за плечами которого промышленные котельные на таких объектах, как картонная фабрика «СОЮЗ», завод «КиН», «Сандуны».



В настоящее время в котельной «Микрорайон в лесу» работают три котла Vitomax 200-LW M241 (2 x 7,8 + 9,3 МВт). Проектом было предусмотрено ее расширение с установкой четвертого котла мощностью 36 МВт, т. е. суммарная мощность котельной составит 60,9 МВт.

Монтаж нового котла и ввод в эксплуатацию займет не менее трех–пяти месяцев. Его поставка создает широкие возможности для использования котлов такого типа в промышленных и коммунальных котельных мощностью сотни мегаватт/тонн пара в час. Широкий диапазон регулирования (1 к 10) и высокий КПД установки (94 %) в комбинации с другими техническими преимуществами позволяют котлам серии D успешно конкурировать не только с зарубежными аналогами, но и с водотрубными котлами отечественного производства.

## Инновационная электростанция на сырой нефти

В арктическом пос. Хатанга в Красноярском крае начнет работу новая электростанция на сырой нефти. Модульная установка изготовлена в Санкт-Петербурге на производственных мощностях компании «Звезда-Энергетика». Новая станция даст возможность ощутимо снизить затраты на топливо. В Хатанге установлены три дизель-генератора — два мощностью в 1,5 МВт и один – 1 МВт. Дизель-генераторы финского производителя Wärtsilä, все остальное оборудование и механизмы отечественного производства.

Также в Красноярске в настоящее время на завершающей ста-

дии комплектации находится еще одна модульная энергетическая установка. Ее местные власти собираются направить в один из поселков на севере региона, где ощущается острый дефицит электроэнергии.

В России аналогов получения электричества на сырой нефти в северных поселках еще нет. Данный проект будет первым в этом направлении. Перерабатывается весь объем топлива — остается только вода.

# Опыт эксплуатации котельных на щепе

Д. Дадыкин, генеральный директор ООО «Энерготехника»

В статье, опубликованной в №4 2016 г., мы рассмотрели необходимые качества котлов на щепе для отопления промышленных и гражданских зданий, при которых эксплуатация не вызовет трудностей и будет экономически выгодна. Теперь подведем некоторые итоги эксплуатации котлов на щепе.



Дмитрий Дадыкин, генеральный директор  
ООО «Энерготехника», г. Ярославль

Порядка двух десятков котельных на щепе эксплуатируются в Псковской, Ярославской, Ленинградской, Новгородской областях. Мы непосредственно наблюдаем за работой нескольких котельных, проводим ежегодное техобслуживание, поэтому можем подвести первые итоги, исходя из реального опыта.

Какие вопросы возникали в процессе эксплуатации? В течение нескольких лет поломок, остановов оборудования не происходило. Котлы показали себя как надежное оборудование.

Механическое, электрическое оборудование и системы автоматики котлов работают без нареканий. Котлы полностью автоматизированы, работают без постоянного обслуживающего персонала. В автоматическом режиме происходит очистка теплообменника, удаление золы, пепла. Топливом для котлов служит щепа влажностью до 40 % и размерами: длина – до 12 см, поперечное сечение – 5 см<sup>2</sup>. КПД – более 90 %. Котел имеет систему диспетчеризации работы.

По прошествии нескольких лет эксплуатации подтвердились заявленные качества котлов. КПД остался в соответ-

ствии с техническим паспортом – порядка 92%. Параметры котла оставались постоянными в течение всего времени работы котла и не ухудшались в период между техническими обслуживаниями.

Наши выводы о параметрах котла основываются на данных измерительных средств. Главным здесь является газоанализатор, с помощью которого мы получаем достоверную информацию о фактических параметрах работы котла.

По использованию газоанализаторов мы можем дать такой практический совет. В случае, если во время газового анализа в топке сжигается очень влажное топливо и вы видите, что в фильтре образуется много воды, то вероятнее всего газоанализатор необходимо будет чистить в специализированной организации, так как на его клапанах образуется налет дегтя, который в дальнейшем станет причиной отказа в работе прибора. Лучше всего использовать газоанализатор, непосредственно предназначенный для использования с котлами на твердом топливе. Такие газоанализаторы имеют специальные фильтры.

Итак, рассмотрим основные сложности при эксплуатации котлов на щепе. Беспокойство вызывало только качество щепы, а именно, ее размеры и влажность.

Что касается размеров щепы, то на практике был случай неправильно выбранной щеподробилки. При закупке или самостоятельном приготовлении сырья необходимо обратить внимание на фракцию щепы, которую нарубит дробилка. На представленном фото показана система топливоподачи и ресорная мешалка, на которой набралась большая куча очень длинных щепок. Их длина более 20 см. Эти щепки и послужили причиной частой остановки котла.

Есть системы топливоподачи, которые предполагают, что при попадании длинной щепки она будет сломана, но на практике этого не происходит, так как при большом количестве некондиционной щепы система топливоподачи начинает постоянно останавливаться и требуется вмешательство техника для устранения причины останова (удаления застрявших щепок из системы топливоподачи).

Теперь об основной причине, встречающейся чаще всего, – о влажности щепы. В периоды межсезонья, когда температура воздуха колеблется около нуля, в сырую погоду, оттепели, щепа, приготовленная почти из свежесрубленного дерева, набирала еще влаги при нахождении в хранилище, во время дождя при транспортировке. Поскольку влажность щепы превышала влажность свежесрубленного дерева, возникали проблемы с горением.



Дымовая труба, по которой течет деготь



Внутренняя часть дымососа, покрытая отложениями дегтя



Скопление щепы большего, чем допустимо, размера в топливохранилище и рессорной мешалке

На практике это сразу можно понять по температуре отходящих газов: они становятся менее 100 °C, а температура горения в топке находится в пределах 400–500 °C. В этот момент в топке идет процесс горения практически без пламени, которое сопровождается выделением дыма и других продуктов. Топливо тлеет в своем большинстве, и редко где видны языки пламени.

В итоге топка забивается до отказа несгоревшей щепой. В свою очередь, несгоревшая щепа забивает бункеры

для пепла и золы. Однако это не самое опасное. Поскольку температура горения в топке порядка 400–500 °C и отходящих газов – менее 100 °C, начинает образовываться деготь – жидкий продукт сухой перегонки (пиролиза) древесины. В результате все поверхности теплообменника, газового тракта, шнеки золоудаления и т.д. забиваются дегтем. Деготь впоследствии затвердевает на поверхностях, что приводит к снижению теплопередачи в теплообменники, уменьшению КПД и в худшем случае к

выходу котла из строя. Поэтому необходимо уделять внимание влажности щепы и не допускать ее превышения.

Как показала практика, котлы могут работать на щепе из свежесрубленных деревьев, но если превысить этот предел влажности, то ждать чуда не приходится – котел перестанет работать. При этом надо помнить, что котлы по паспорту требуют щепу влажностью до 40 %, а экономически выгодно сжигать щепу естественной сушки влажностью до 25 %.

## Натурлигнин – новое слово в переработке биомассы

ТОО «TXT Company» (группа компаний «Юнилюкс», Казахстан, г. Алматы) разработало инновационный способ переработки биомассы в экологически чистый лигнинсодержащий материал ускоренным способом. Весь процесс длится 30 мин: 15 мин занимает переработка сырья (растительной биомассы) и 15 мин – процесс ускоренного гидролиза.

Натурлигнин – это не общеизвестный сульфатный и сульфитный лигнин, а высокотехнологичный продукт, ранее не известный науке. Его можно применять не только как топливный материал, его можно использовать в качестве пластификатора при производстве ДСП бесклеевым способом и как энергетическую и связующую добавку при производстве угольных брикетов. Разработаны сам способ получения лигнинсодержащего материала и технологическая линия, соединившая две технологии – гидролиз и производство пеллет. Существенное

отличие от гидролизного производства состоит в том, что натурлигнин производится в устройстве гранулирования, но с изменениями, которым пока еще нет аналогов. В технологической линии отсутствует система предварительной сушки сырья. Разработчик сообщает, что установка производственной линии минимальной мощностью 220 т в месяц сможет обеспечить доход 10 тыс. долл. США ежемесячно. Многопрофильная линия по производству натурлигнина, продуктов гидролиза древесно-волокнистого вещества, гранул из травяных смесей, комбикормов производительностью 1,4 т/ч выдает за год 2500 т готовой продукции. Линия полностью автоматизированная, изменяемой конфигурации, окупаемость – полтора года.

В 2016 г. предприятие завершило все необходимые стартовые этапы и приступило к запуску производственного цикла и непосредственно к реализации техноло-



гических линий заинтересованным агропроизводителям. Агропроизводитель, использующий технологическую линию, становится более независимым от внешних экономических факторов и основательно (более чем на 75 %, в зависимости от вложенных средств) может повысить свои показатели дохода с одной тонны производимой агропродукции. Произведя несложные математические расчеты, был сделан вывод: Казахстан производит в год около 15–16 млн т бесплатного сырья для переработки.



Одно из решений проблемы экономии топлива и повышения энергоэффективности котельных установок – разработка систем глубокой утилизации теплоты уходящих газов. Статья является продолжением публикаций в нашем журнале № 2 (23) и 5 (26) 2014 г. на эту тему: конкретизируются схемные решения и работа узла утилизации для водогрейных и паровых котлов, приводится расчет эффективности системы, рассматриваются перспективы импортозамещения.

## Глубокая утилизация тепла продуктов сгорания котлов

Е. Шадек, независимый эксперт; Д. Догадин; Е. Варнаева, ОАО «Лукойл»; А. Блинов, СПЭК

### Оценка ресурса тепла продуктов сгорания

При глубокой утилизации (ГУ) утилизируются как физическая теплота («сухой» режим, около 40–45 % теплосодержания продуктов сгорания (ПС), так и теплота конденсации водяных паров (конденсационный режим). При учете в балансе только потери с уходящими газами  $q_2$  приблизительное значение КПД котла в «сухом» режиме можно определить по формуле

$$\eta_{K1} = (2000 - T_{yx1})/T_{MAX}, \quad (1)$$

где  $T_{yx1}$  – температура уходящих газов (за котлом);  $T_{MAX}$  – жаропроизводительность топлива, для природного газа  $T_{MAX} = 2000$  °С.

$$q_2 = C \cdot W \cdot T_{yx1}, \text{ ккал/ч}, \quad (2)$$

где  $C$  – теплоемкость ПС, ккал/м<sup>3</sup>гр;  $W$  – объем ПС, м<sup>3</sup>/ч.

КПД в этом случае

$$\eta_{K2} = (Q_K - q_2)/Q_K, \quad (3)$$

где  $Q_K$  – тепловая мощность (теплопроизводительность) котла, Гкал/ч.

Величины  $W$  (по расходу газа, при известном коэффициенте расхода воздуха  $\alpha$ ) и  $T_{yx1}$  доступны (известны, контролируются при эксплуатации и пр.). Анализ на большом массиве опытных данных показал, что значения  $\eta_{K2}$  (формула (3)) на 1–1,5 % ниже, чем  $\eta_{K1}$  (формула (1)) за счет неучтенных в формуле (1) других, кроме  $q_2$ , потерь в балансе котла.

Температуру ПС на выходе из котлов в России поддерживают на уровне 110 ( $\eta_{K2} = 0,93$ –130 ( $\eta_{K2} = 0,92$ ) °С для

увеличения естественной тяги и снижения напора (расхода энергии) дымососа, а также предотвращения конденсации водяных паров в газоходах и дымовых трубах.

Для ПС природного газа температура точки росы  $T_p = 50$ –55 °С. Процесс конденсации в конденсационных теплообменниках – экономайзере (КЭ) или утилизаторе (КТУ) начинается с температуры ПС, равной  $T_{yr1} = 51$ –55 °С, и завершается при температуре на выходе из узла  $T_{yx2} = 40$  °С. Перепад температур (дымовые газы в межтрубном пространстве – вода в трубах) принимаем для оценочных расчетов  $\Delta T = 5$  °С. Тогда требуемая для полной конденсации температура обратной воды  $T_{OB} = 35$ –40 °С.

КПД котла при ГУ  $\eta_K$  достигает 105 % по низшей теплоте сгорания  $Q_p^H$ . Удельный расход условного топлива (УРУТ) при  $\eta_K = 100$  % по определению равен:  $q_{уд} = 1 \times 10^6$  ккал/7000 (ккал/кг) = 142,86 кг.у.т./Гкал, а для конденсационного режима при  $\eta_K = 105$  % (пересчетом) 136,06 кг.у.т./Гкал. Таким образом можно подсчитать указанные величины для любого случая.

Паспортный (максимальный) КПД обычного газового котла – 92–94 %, на практике не более 90 %. По сравнению с ним экономия топлива, т. е. количество утилизируемого тепла  $Q_{ГУТ}$  при ГУ в конденсационном котле составит, очевидно, 11–13 %  $Q_K$ .

В целях анализа и расчета процесса ГУ обработан большой массив опытных данных для 13-ти котлов различных марок в диапазоне  $Q_K$  – от 8 до 58 МВт,  $T_{ух}$  – от 98 до 194 °C. Коэффициент теплопередачи «продукты сгорания – конденсат» в конденсационном теплообменнике определяли по эмпирической методике завода-изготовителя (ОАО «Калориферный завод», г. Кострома).

Получены следующие соотношения (пределы):

1.  $Q_{ГУТ}/q_2 = 1,22–1,52$ ;
2.  $q_2/Q_K = 0,08–0,106$ ;
3.  $Q_{ГУТ}/Q_K = 0,108–0,143$ . (4)

Это значит, что при ГУ утилизируется в 1,22–1,52 раза больше тепла, чем при обычной «сухой» утилизации; потенциал сухой утилизации – от 8 до 10,6 %, а глубокой – от 10,8 до 14,3 % тепла мощности котла.

Существенный разброс результатов связан в основном с неопределенностью значений температуры  $T_{ух}$ , меняющейся резко и непрерывно. При всем этом полученные соотношения позволяют оценить возможности, потенциал и конкретные показатели исследуемого процесса. Так, по литературным данным 55–60 % теплосодержания ПС природного газа составляет тепло парообразования, остальное – физическое тепло. Этой пропорции, 60/40, соответствует соотношение  $Q_{ГУТ}/q_2 = 1,47$ , что хорошо вписывается в полученный диапазон (см. формулу (4)). При оценке эффективности ГУ можно принимать количество сэкономленного тепла  $Q_{ГУТ} = 10–12$  %

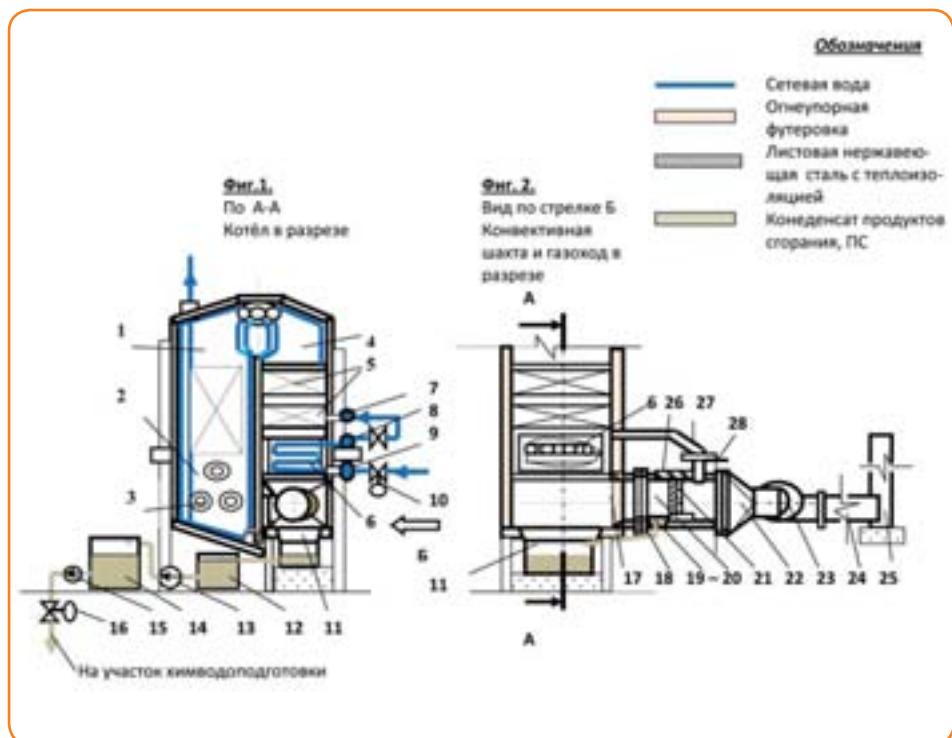


Рис. 1. Проект: глубокая утилизация тепла продуктов сгорания котлов. Вариант А: котел с конденсационным экономайзером:

1 – котел водогрейный (типа ПТВМ); 2 – топочная камера; 3 – горелки; 4 – конвективная шахта; 5 – конвективные хвостовые поверхности нагрева; 6 – конденсационный экономайзер (КЭ), теплообменник-утилизатор (КТУ); 7, 8, 9 – коллекторы: питательный, выходной и входной КЭ, соответственно; 10 – запорно-регулирующие органы с приводом, интегрированные в САР объекта; 11 – поддон и резервуар для слива конденсата; 12 – бак загрязненного конденсата; 13 – дренажный насос; 14 – бак запаса конденсата; 15 – конденсационный насос; 16 – регулятор расхода конденсата; 17 – газоход; 18 – фланцевые соединения; 19 – поддон; 20 – камера размещения каплеуловителя; 21 – каплеуловитель (сетки, жалюзи, фильтры); 22 – конфузор; 23 – дымосос; 24 – газовый тракт; 25 – дымовая труба; 26 – съемная крышка камеры; 27 – байпас; 28 – регулировочный дроссель-клапан байпаса

мощности котла и УРУТ порядка  $q_{уд} = 136$  кг.у.т./Гкал.

Важнейшие факторы, определяющие эффективность систем ГУ, – тарифы на топливо (тепло) и режим работы объекта, конкретно, коэффициент использования установленной мощности (КИМ). Для отопительных котлов КИМ находится в пределах 0,3–0,5, для станционных – 0,6–0,8. Круглогодичная тепловая нагрузка ГВС принимается обычно около 15 % отопительной. Сезонность работы отопительных котлов – главное ограничение в практическом использовании технологии ГУ.

## Состояние проблемы

Для исключения выпадения конденсата в газовом тракте и особенно в дымовой трубе (наледи, перекрытие ствола) и снижения нагрузки на дымосос предусматриваются различные способы повышения температуры за узлом ГУ. Наиболее простой и экономичный – байпасирование, т. е. перепуск части продуктов сгорания по байпасу помимо узла ГУ так, чтобы температура смеси газов за ним была в пределах 70/90 °C (летом/зимой). Байпасирование ухудшает все показатели процесса. Так, для расчетных режимов с  $T_{ух} = 130$  °C

величина  $Q_{\text{ГУТ}}$  снизилась в 1,4 раза, а отношение  $Q_{\text{ГУТ}}/Q_{\text{К}}$  – в 1,37.

Обычно степень байпасирования  $Y$  в аналогичных условиях находится в пределах 0,2–0,25, в наших расчетах для исследованных котлов – 0,113–0,3. Оптимальный режим – работа с байпасом в холодное время года, а летом, если опасности конденсации нет, – без него. В «сухом» режиме байпасирования отсутствует.

Дополнительное аэродинамическое сопротивление, создаваемое системой ГУ (байпас, теплообменник, каплеуловитель и др.), компенсируется снижением выхода ПС в результате экономии топлива и удаления (конденсации) водяных паров. Установка каплеуловителя не обязательна.

В газовых котлах, работающих под наддувом, тракт работает под избыточным давлением, тяги трубы оказывается достаточно, дымосос отсутствует.

Значение pH конденсата ПС природного газа находится в диапазоне 2,5–4,9, жидкого топлива с низким содержанием серы – 1,8–3,7. Температура конденсата – в пределах 20–55 °C. Полученный конденсат нуждается в обработке – в общем случае дегазации и декарбонизации.

Каплеуловитель в зарубежных конденсационных котлах не предусматривается.

ГУ относится к природоохранным мероприятиям, так как снижает выбросы токсичных газов NOx пропорционально уменьшению расхода топлива, а также вследствие промывки ПС конденсатом при его выделении в теплообменниках.

## Состояние проблемы за рубежом

Конденсационные отопительные котлы получили в развитых странах массовое применение. Низкая, как правило, температура обратной воды  $T_{\text{обр}}$  (30–40 °C) при типичном температурном графике, например, 60–70/40 °C в системах отопления в странах Запада позволяет получить глубокое охлаждение ПС в конденсационном теплообменнике – встроенном в котел или автономном, в газоходе, и обеспечить конденсационный режим без искусственного хладо-

носителя (от теплонасосной установки – ТНУ).

Зарубежные отопительные водогрейные конденсационные котлы оборудуются водогазовыми теплообменниками из нержавеющей стали, как интегрированными (встроенным в котлы), так и отдельно стоящими (автономными) с байпасом по продуктам сгорания. Последние (автономные) используются для модернизации (дооснащения) существующих котельных установок. В принятой у нас терминологии это, соответственно, КЭ и КТУ. Они-то и служат системой (узлом) глубокой утилизации тепла ПС.

В котле UNIMAT фирмы Bosch к верхней части цилиндрического корпуса, на выходе ПС, пристыкован «интегрированный теплообменник отработанных газов». Он соединяется газоходом с дымовой трубой. Узел оснащается емкостью для слива конденсата ПС и штуцерами для его отвода (дренаж).

При подаче в КЭ обратной сетевой воды температурой ниже  $T_p$  реализуется процесс ГУ.

Коррозионно-устойчивые материалы (нержавеющие стали и пр.) котлов (теплообменников, газоходов, дымовых труб) позволяют использовать эту технологию без ущерба для сроков службы.

Что касается очистки конденсата, то фирма ООО «Бош Термотехника» (б. LOOS) рекомендует для нейтрализации (так называется химобработка конденсата) небольших объемов применять сменные доломитовые наполнители (блоки с гранулятом), а больших – контейнеры с дозирующими устройствами для каустической соды (устройства жидкой нейтрализации).

Основные статьи инвестиций при реализации системы ГУ: КЭ или КТУ, сооружение байпаса; отвод и обработка конденсата, дренажные системы и дымовая труба.

Назовем двух производителей конденсационных водогрейных котлов:

- компания «Бош Термотехника», котлы марки Bosch UT-L мощностью от 2,5 до 6,5 МВт, производство в России, г. Энгельс Саратовской области на собственном заводе фирмы;
- компания VIESSMANN, котлы марки

VITOCROSSAL мощностью от 87 до 978 кВт.

Рабочие поверхности котлов изготавлены из качественной нержавеющей стали.

По данным фирмы, затраты на котел Bosch UT 2,5 МВт окупятся примерно после 4200 ч работы при средней нагрузке КИМ = 60 % и усредненной стоимости газа 49 евроцентов за м<sup>3</sup>. При этом повышение КПД составит 7,5 %.

Наряду с выпуском водогрейных конденсационных котлов разрабатываются технологии перевода паровых котлов в конденсационный режим. В США начаты освоение и выпуск поверхностных конденсационных экономайзеров для паровых котлов. В котельной фирмы «Тимкен» испытан поверхностный экономайзер, установленный за котлом паропроизводительностью 20 т/ч. Температура газов на входе в экономайзер – 200 °C, на выходе – 45 °C. Вода в нем (22 т/ч) нагревается с 17 до 46 °C. Теплопроизводительность – более 1,1 Гкал/ч, срок окупаемости – 1,5 года (ресурсы Интернета).

Средний КПД котлов с теплообменниками по высшей теплотворности  $Q_B$  составляет 96,4–99,3 %, экономия топлива – 15 %. Установлено, что для систем низкотемпературного отопления оптимальная температура горячей воды равна 50–70 °C. В холодное время года конденсация водяных паров из ПС не происходила, выпадение конденсата имело место в начале и в конце работы системы отопления, т. е. в октябре и марте (межсезонье), когда температура обратной воды в системе отопления была ниже точки росы.

Решается вопрос использования конденсата ПС (например, для подпитки котла или тепловой сети).

## Состояние проблемы в России

Импортные конденсационные котлы в большом количестве приобретаются и эксплуатируются в России. Производство таких котлов отсутствует.

Имеются единичные примеры перевода котлов в конденсационный режим путем установки в газоходе КТУ. Все они свидетельствуют о высокой эффективности ГУ.

ЗАРЕГИСТРИРОВАН  
2014 Г.  
Регион: САРАТОВСКАЯ ОБЛ.  
Пункт: ТОР. ЭНГЕЛЬС  
Улица: ПРОСПЕКТ Ф. ЭНГЕЛЬСА  
Дом: 139

[www.bosch-engels.ru](http://www.bosch-engels.ru)

**Технологии Bosch с российской пропиской.**  
Водогрейный котел Bosch UNIMAT UT-L.  
Сделано в России.



- мощность от 2,5 до 12,6 МВт
- устойчивая работа при перепадах нагрузки
- эффективная трехходовая конструкция
- простота технического обслуживания

 **BOSCH**  
Разработано для жизни

# UNIMAT UT-L

## Водогрейные котлы



- ▶ Для средней и большой тепловой нагрузки: диапазон мощностей от 650 до 19200 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя 110 °C, давление корпуса 6 бар.

- ▶ Эффективная трехходовая конструкция
- ▶ Эффективная теплоизоляция, высокий КПД
- ▶ Допускается использование при низких температурах обратного потока (от 50 °C)
- ▶ Максимально допустимая разница между температурой обратного и прямого потока котла 50 °C
- ▶ Допустимая минимальная нагрузка котла – 10% от номинальной мощности
- ▶ Хорошо сочетаются с горелочными устройствами ведущих мировых производителей
- ▶ Уменьшение выбросов вредных веществ за счет применения современных горелочных устройств и тщательного подбора сочетания котла и горелки
- ▶ Простота проведения технического обслуживания благодаря полностью открываемой фронтальной дверце котла
- ▶ Дымогарные трубы без турбулизаторов
- ▶ Подходит для сжиженного газа и легкого жидкого топлива
- ▶ Конструкция, проверенная опытом многолетней эксплуатации

Реклама

### Технические характеристики котлов производства г. Энгельс

|                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| Отопительные котлы                 | UNIMAT UT-L                |
| Теплоноситель                      | Вода                       |
| Конструкция                        | Трехходовая технология     |
| Мощность (производство Энгельс)    | от 2500 до 12600 кВт       |
| Проектное избыточное давление, бар | 6                          |
| Максимальная температура           | до 110 °C                  |
| Топливо                            | Легкое жидкое топливо, газ |

Самый простой и экономичный вариант реализации системы ГУ – ее применение для ГВС, т. е. подогрева холодной водопроводной воды (в схеме с баком-аккумулятором). В этом варианте обеспечивается круглогодичный конденсационный режим.

Главная причина отставания России в данном направлении – низкая цена природного газа (в разы меньше, чем на Западе), отсутствие организации работ, финансовой поддержки со стороны государства.

В отличие от стран Запада, в России в системах централизованного теплоснабжения в холодное время года температура воды в обратной магистрали  $T_{OB}$  обычно выше  $T_p$ , и ГУ возможна только с помощью теплонасосных установок (ТНУ), например абсорбционных бромисто-литиевых трансформаторов тепла (АБТТ), тепловых насосов (АБТН) или холодильных машин (АБХМ) как наиболее эффективной технологии. По нашим данным, такие системы теоретически могут быть рентабельны (срок окупаемости порядка 4–5 лет) при количестве утилизируемого тепла  $Q_{ut}$  порядка 4 МВт и выше, что соответствует тепловой мощности котла 35 Гкал/ч и более.

Реализация систем ГУ на базе АБТТ, АБХМ или АБТН сталкивается с рядом серьезных трудностей:

- высокая стоимость оборудования;
- текущие (эксплуатационные) затраты;
- большие расходы циркулирующей воды;
- большие габариты;
- необходимость градирни или охладителя-конденсатора другого типа.

В обозримом будущем перспективе реализации таких проектов ГУ в России нет.

Таким образом, эффективность, рентабельность конденсационных котлов (с КЭ) в доказательствах не нуждаются, они подтверждены многолетней эксплуатацией за рубежом. Имеющийся ограниченный отечественный опыт экспериментальных испытаний и эксплуатации в производственных условиях ряда котельных установок с КТУ в газоходе (как правило, на холодной проточной

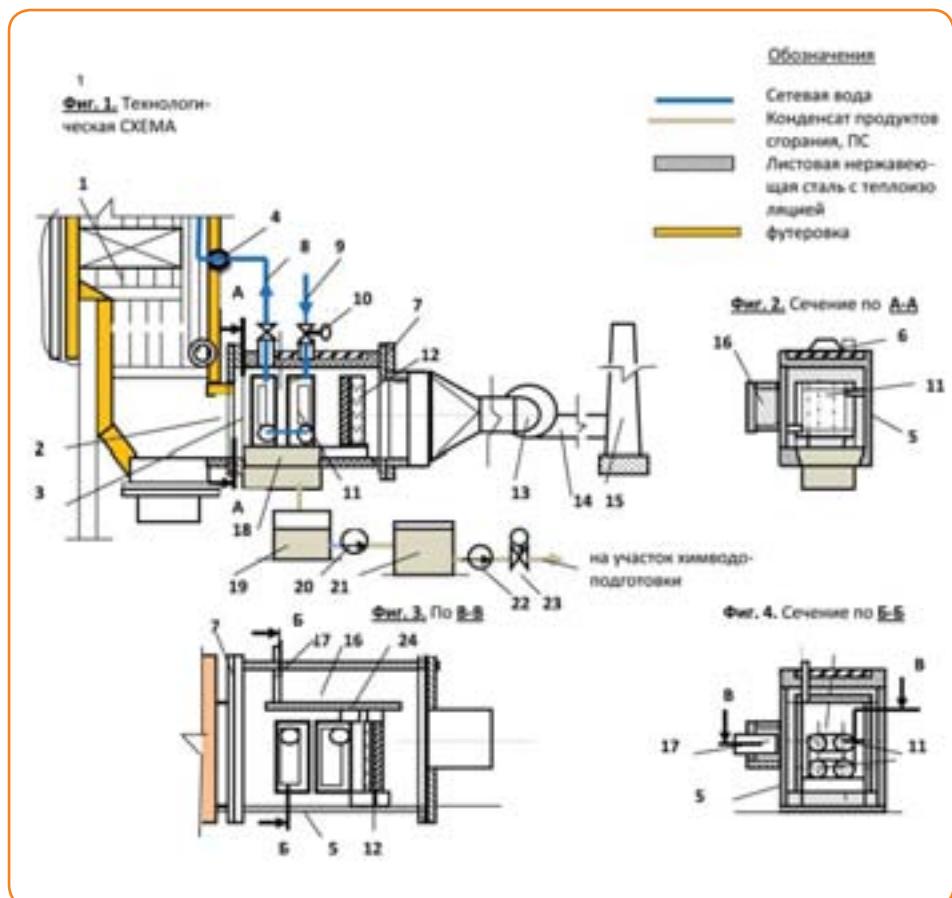


Рис. 2. Проект: глубокая утилизация тепла продуктов сгорания котлов. Вариант Б: конденсационный теплообменник-utiлизатор (КТУ) в газоходе котла:

1 – хвостовая часть котла (фрагмент); 2 – газоход; 3 – камера конденсационного теплообменника; 4 – питательный коллектор; 5 – корпус теплообменника; 6 – съемная крышка; 7 – фланцевые соединения; 8, 9 – прямой и обратный трубопроводы сетевой воды; 10 – запорно-регулирующие органы с приводом, интегрированные в САР объекта; 11 – конденсационный теплообменник-utiлизатор (КТУ) (секционно-блочный, секции); 12 – каплеуловитель; 13 – дымосос; 14 – газовый тракт; 15 – дымовая труба; 16 – байпасный канал; 17 – регулировочный дроссель-клапан (шибер, заслонка); 18 – поддон и резервуар для слива конденсата продуктов сгорания (ПС); 19 – бак загрязненного конденсата; 20 – дренажный насос; 21 – бак запаса конденсата; 22 – конденсатный насос; 23 – регулятор расхода конденсата; 24 – стенка камеры, разделительная перегородка

воде) также показывает безусловную эффективность глубокой утилизации – повышение КПД (на 6–10 %), мощности котла на 11 % (без увеличения расхода топлива), экологический эффект.

### Постановка задачи. Анализ процесса утилизации

Использование импортных водогрейных конденсационных котлов ограничено их мощностью (максимальная 6,5 МВт) и высокой стоимостью. Цель же

работы – во-первых, импортозамещение, и, во-вторых, создание отечественного конденсационного котла, а также перевод существующих котлов любой мощности в конденсационный режим (на уровне схемных решений).

В условиях России, особенно средней полосы и юга, наиболее эффективным является простейшее решение: утилизация за счет охлаждения ПС в утилизационных водогазовых теплообменниках на обратной сетевой воде, т. е.

котельные установки с КЭ или КТУ без использования искусственного охладителя, ТНУ. Это относится, прежде всего, к котлам, работающим в температурном графике 115/70 °C, что характерно для местных систем отопления, в частности, коммунального теплоснабжения на базе домовых, квартальных, районных, городских котельных, ТС, ТЭС, РТС и прочих с тепловыми пунктами – ТП, ЦТП.

Таким образом, задача сводится на уровне схемного решения с оценкой эффективности к разработке технологической схемы:

– конденсационного котла (с встроенным КЭ), водогрейного или парового (рис. 1);

– конденсационной приставки, т.е. КТУ в газоходе котла – для модернизации (реконструкции) действующих отопительных водогрейных и паровых котлов с переводом их в конденсационный режим (рис. 2).

Анализ выполнен для условий Казани с использованием метеоданных о температурах наружного воздуха  $T_H$  за 2012 г., опытных данных (статистики, отчетов и пр.) котельных в городах Зеленодольск (Зеленодольское предприятие тепловых сетей, ЗПТС) и Елабуга (ЕПТС). По данным ЕПТС за 2008–2012 гг., даты начала отопительного сезона были в пределах с 17 по 25 сентября, окончания – с 24 марта по 12 мая, средняя продолжительность сезона за 5 лет – 5496 ч, 229 дней.

Для графиков отопления 115/70 °C температуре  $T_{\text{OBR}}$  около 35–40 °C примерно соответствует температура воздуха  $t_H = -+8$  °C и выше. В действительности, учитывая верхний предел температуры  $T_p$  (55 °C) и ее повышение с уменьшением  $\alpha$ , конденсация охватит более широкий диапазон значений  $t_H$ , начиная с температуры  $t_H = -2$  и даже -3 °C. Отсюда следует рекомендация, соответствующая штатной инструкции, поддерживать возможно меньший коэффициент  $\alpha$ , порядка 1,2. В реальных условиях в пределах температур  $T_{\text{OBR}}$ , начиная с 45–46 °C и ниже, и  $t_H$ , начиная с -3, -2 °C и выше, будет происходить неполная (частичная) конденсация.

Заведомо занижая эффект утилизации, учитываем только режим глубокой утилизации, начинающийся с температуры  $t_H = -+8$  °C и выше.

Для количественной оценки продолжительности отопительного сезона с температурами  $t_H = -3, -2$  °C и выше рассматриваются погодные условия Казани – сводки среднемесячной температуры  $t_H$  за 2012 г.

Так как, согласно температурным графикам, котельные ЕПТС и ЗПТС отключают отопление при  $t_H = +10$  °C, то, судя по данным за 2012 г., отопительный сезон всегда захватывает полностью октябрь и апрель; причем в апреле среднемесячная температура  $t_H$  была выше +8 °C, а в октябре практически равна этой величине. Кроме того, такие условия соблюдаются и в отдельные дни марта и ноября. В целом же, как показал анализ большого массива данных, можно считать, что в нашем случае для Казани при температурном графике 70/115 °C в течение более чем четверти отопительного сезона, с октября по апрель, в конденсационном теплообменнике будет иметь место глубокое охлаждение с температурным напором «вода–газы»  $\Delta T = 5$  °C, обеспечивающее конденсационный режим работы котла с  $\eta_K = 105\%$  (по  $Q_p^H$ ).

## Технологические схемы

В качестве примера в схеме варианта А системы ГУ с встроенным КЭ 6 принят газовый котел ПТВМ-30М мощностью до 40 Гкал (см. рис. 1). В конвективной шахте котла установлен КЭ – последняя по ходу газов секция хвостовых поверхностей. Показан теплообменник змеевикового типа.

Во втором варианте Б (см. рис. 2) узел ГУ представляет КТУ 11, установленный в газоходе сразу за котлом, в камере 3 с байпасом 16 и регулировочным дроссель-клапаном (шибер, заслонка) 17. Принят теплообменник секционно-блочного типа, состоящий из двух размещенных последовательно секций. Перегородка 24 отделяет байпасный канал 16 от рабочего пространства камеры 3, конструкция максимально компактна.

Каплеуловитель (в общем случае) 21

с поддоном 19 на схеме А и весь узел ГУ на схеме Б размещены в камерах 20 и 3 со съемными крышками 26 и 6 для очистки и замены фильтров на схеме А и обслуживания узла ГУ на схеме Б. Камеры установлены в газоходе на фланцевых соединениях 18 и 7, соответственно. Установка каплеуловителя – по необходимости.

Работа схем ясна из рисунков.

На вход в теплообменник подается обратная сетевая вода из теплосети (ТП, потребитель), вход 9 (см. рис. 1 и 2), оттуда вода поступает в котел, в хвостовые поверхности нагрева (выход 8).

При  $T_{\text{OBR}}$  выше  $T_p$  узел ГУ (КЭ или КТУ) работает в «сухом» режиме, а если  $T_{\text{OBR}}$  ниже  $T_p$ , в пределах 35–40 °C – в конденсационном. Температура ПС сразу за КЭ и КТУ  $T_{\text{ГУ2}} = 40$  °C, после байпаса  $T_{\text{ГУ2}} = 70$ –90 °C. Поэтому ограждения узла ГУ и газохода не требуют огнеупорной футеровки и выполняются из листовой нержавеющей стали с покрытием теплошумоизоляцией.

В узел ГУ в обоих вариантах входят система сбора, удаления и очистки конденсата и каплеуловитель. Известны многослойные сетчатые и жалюзийные фильтры (жалюзийные решетки) с автоматической очисткой.

КЭ и КТУ включены в конденсатную линию тепловой схемы ТЭС.

Применимы различные типы теплообменников: кожухотрубные, прямотрубные, с накатанными ребрами, пластинчатые; эффективная конструкция с новой формой теплообменной поверхности с малым радиусом гиба (регенератор РГ-10, НПЦ «Анод»).

Рассматриваются и другие теплообменники: теплообменные блоки-секции на базе биметаллического калорифера марки ВНВ123-412-50АТЗ (ОАО «Калориферный завод», г. Кострома); разборные теплообменники компании «ГЕА Машимпэкс» или цельносварные пластинчатые теплообменники из нержавеющей стали типа GEABloc, отличающиеся высокой эффективностью и компактностью.

Схемы позволяют реализовать различные режимы теплоснабжения.

Если температура нагрева воды в теплообменнике  $t_1$  ниже, чем требуемая по графику температура в подающем трубопроводе  $t_n$ , то нагретая вода направляется для додрева в котел. Если же значение  $t_1$  удовлетворяет требованиям графика, вода из теплообменника подается непосредственно потребителю, например, через прямой коллектор, как показано на схеме. В зависимости от количества обратной воды, часть ее может подаваться помимо КТУ в котел. Автоматическое управление (САР, САУ) работой схемы позволит обеспечить гибкое погодозависимое регулирование, поддержать оптимальный режим работы котла в сети.

Предлагаемые решения применимы в принципе для любых марок, типов котлов и на любом топливе, в том числе на местных видах топлива, например, биотопливе (древесные отходы (ДО) и пр.). В случае термомасляных котлов требуется создание нового – надежного простого и недорогого КТУ. Теплообменник конструируется по типу хвостовых поверхностей термомасляного котла с использованием технологии их изготовления, элементов устройства и материалов.

ДО в качестве топлива обладают многими преимуществами: возобновляемый источник энергии и  $\text{CO}_2$  – нейтральны (ДО не считаются в общем балансе выбросов парниковых газов); низкая коррозионная агрессивность продуктов сгорания, ПС; возможность конденсировать влагу ПС и утилизировать скрытую теплоту парообразования.

В последние годы наблюдается быстрый прогресс в развитии технологий энергетического использования древесных отходов – сжигания в топках котлов.

## Эффективность

Принимаем базу для сравнения: котел со штатным (паспортным) КПД 92 %, для которого  $q_{уд} = 155,3 \text{ кг у.т./Гкал}$ .

Задаем температуру газов после смешения за КТУ –  $T_{ух2} = 80^\circ\text{C}$ . Для  $T_{ух2} = 80^\circ\text{C}$  КПД составит 0,96,  $q_{уд} = 148,8 \text{ кг у.т./Гкал}$ . Итак, четверть отопительного сезона котельная установка работает

полностью в конденсационном режиме с  $\eta_K = 105\%$ , остальные три четверти в «сухом» режиме с  $\eta_K = 96\%$ . Значение КПД за весь отопительный сезон –  $\eta_{К,ср} = 0,98$ ,  $q_{уд} = 146 \text{ кг у.т./Гкал}$ .

Удельная экономия топлива составит  $q_{уд,эк} = 155,3 - 146 = 9,3 \text{ кг у.т./Гкал}$ , т. е. 6 %, что, согласно нашей расчетной схеме, автоматически совпадает с увеличением КПД на те же 98–92 = 6 %. Цифры соответствуют приведенным выше. Как уже отмечено, ожидаемый расчетный экономический эффект занижен, в действительности он будет больше.

Если принять КПД котла 0,92, КИМ = 0,35, цену газа 5 руб./м<sup>3</sup> (тариф ЕПТС), то снижение  $q_{уд}$  на  $q_{уд,эк} = 9,3 \text{ кг у.т./Гкал}$  для котла на природном газе мощностью  $Q_K = 10 \text{ Гкал/ч}$  даст общую экономию около 1,4 млн руб. в год. Экономия прямо пропорциональна мощности котла.

Примерно с такими, а не паспортными фирменными показателями будут работать в России импортные конденсационные котлы.

Из области прогнозов, потепление климата стало в последние годы реальностью, а теплые зимы не эпизодическими, а регулярными (2013–2015 гг.). Это обстоятельство увеличивает продолжительность работы котла в конденсационном режиме, эффективность утилизации.

Кроме повышения тепловой экономичности системы, ГУ обеспечивает:

- снижение эмиссии оксидов NOx с уменьшением температуры ПС и в результате подавления водяными парами (орошения ПС капельной влагой) вплоть до достижения экологически чистого процесса;

- выработку избыточной воды за счет конденсации, исключается потребность в подпиточной воде и надобность в рециркуляционной насосной установке (экономия электроэнергии).

Еще один эффект ГУ – улучшение условий и продолжительности службы газового тракта, так как конденсация локализуется в узле ГУ независимо от температуры наружного воздуха. Отпадает необходимость в подключении

рециркуляционной насосной установки для подмешивания горячей прямой воды к обратной в целях недопущения конденсации в газоходе, экономится электроэнергия.

## Подведем итоги

1. Показана эффективность предлагаемых систем утилизации тепла ПС котлов: достигается экономия топлива 10–12 %, увеличение КПД котла до 105 % по  $Q_{Р^H}$ .

2. Реконструкция котла для перевода его в конденсационный режим сводится в первом варианте к замене существующего водяного экономайзера на конденсационный или, если такового нет, установке нового КЭ; во втором варианте – к переделке главного газохода на участке узла ГУ с установкой КТУ, системы слива, удаления и обработки конденсата ПС.

3. Наибольшую коммерческую эффективность предлагаемые системы обеспечат в регионах с высокой стоимостью топлива, а следовательно, и электроэнергии. Это обширные территории РФ (Западная Сибирь, Дальний Восток, Чукотка, Архангельская, Вологодская области и др.), не имеющие прямой связи с единой энергосистемой России, находящиеся в труднодоступной местности, доставка топлива туда возможна лишь в рамках северного завоза.

4. Перспективны технологии ГУ в случае использования местных видов топлива, в частности, ДО – практически экологически чистого топлива.

5. Первый и обязательный этап работы – проведение энергоаудита и выбор объекта (или объектов).

Реализация пилотного проекта создаст перспективы перевода котлов в конденсационный режим: реконструкция существующих или создание отечественных конденсационных котлов, тиражирование и масштабная модернизация котельных при проектировании новых и реконструкции действующих. Сфера применения: домовые, квартальные, районные, городские котельные, РТС, ТЭС, станционные паровые котлы и др.



Сегодня с помощью самых современных решений автоматизации появилась возможность объединения различных устройств различных систем в единую масштабируемую сеть.

## Какой должна быть современная система теплоснабжения

Д. Шиповаленко, компания «Сименс»

Тепло и горячая вода в доме сегодня являются обязательными атрибутами в жизни обычного человека, определяющими качество его жизни. Поэтому к системе отопления предъявляются достаточно высокие требования по всем параметрам, как то: удобство, безопасность, надежность, экономичность и экологичность. Однако с учетом индивидуальности каждого заказчика его требования к системе отопления и энергосбережения могут быть принципиально разными. Это зависит от площади отопления, функциональных различий планируемых помещений, разных по своему назначению источников и потребителей тепла. Таким образом, система становится сложной в реализации и в большинстве случаев не подлежит расширению по причине различных производителей котельного и вентиляционного оборудования. И, кроме того, она трудно согласовывается и балансируется.

Сейчас немаловажным становится вопрос экономической целесообразности капиталовложений на этапе строительства и инвестиций частных и малых коммерческих сооружений, эксплуатационных затрат и последующей окупаемости. Отработка и усовершенствование индивидуального алгоритма для поддержания комфорtnого пребывания человека в каждом конкретном здании должна в таком случае реализовываться посредством компании-интегратора. Создание так называемого «умного дома» с функциями управления светом и системой безопасности доступа решается отдельным техническим заданием и дополнительными затратами. Иными словами, стоимость такого объекта должна быть соизмерима с затратами на его создание и окупаемостью.

Решения на рынке предлагают, как правило, производители отдельных установок, не имеющие комплексных реше-

ний. Они реализуют управление установкой, не всегда давая рекомендации по проектированию в части рекуперации и сбережения тепла. Но в конечном итоге гонка за получением максимума от альтернативных источников тепла приводит к температурным колебаниям и снижению ресурса системы. А это в свою очередь обуславливает сложность, а подчас и невозможность сведения баланса генерирующих источников и потребителей в гармоничную, сбалансированную систему.

Однако есть решения вышеописанных проблем. В современных системах теплоснабжения уже используются низкотемпературные конденсационные или поливалентные (гибридные) системы теплоснабжения с использованием накопительного бака с несколькими внутренними змеевиками для подключения солнечного коллектора, теплового насоса, электрического котла или камина с водяной рубашкой. Сверху того, возникает вынужденная

необходимость создания буферной зоны большого объема, которая позволит сгладить температурные пики.

Комплексное решение в теплоснабжении бытового и коммерческого секторов жилищного строительства получило развитие в Европе (рис. 1). Быстрый рост энергопотребления, ограниченность и удорожание ресурсов невозобновляемого топлива, обострение экологических проблем заставляют экономику широко использовать альтернативные источники энергии. Технологии получения тепла путем сгорания, основанного на одном ископаемом топливе, ограничиваются со стороны государства энергетическим классом, что служит необходимостью все большего и большего объединения с технологиями, включающими возобновляемые источники энергии. Популярность систем, использующих только ископаемые виды топлива, будет в будущем только падать. Так, уровень энергопотребления в расчете на единицу сопоставимого ВВП России в 4 раза выше, чем в США, в 3,6 раза выше, чем в Японии, в 2,5 раза выше, чем в Германии (Бюллетень о текущих тенденциях мировой экономики. Вып. № 9, июнь 2016 г. – М., Аналитический центр при правительстве Российской Федерации).

Повышение из года в год цены на газ диктует рынку осваивать и развивать далее альтернативную энергетику. При использовании возобновляемых источников энергии появляется возможность, во-первых, быть независимым от фактора рыночной стоимости топлива, а, во-вторых, оказывать благоприятное воздействие на окружающую среду в регионе.

Объединяя конденсационную технологию в современных газовых котлах с альтернативными источниками тепла, такими как тепловой насос, солнечный коллектор, и используя ее эффективно в низкотемпературных системах отопления, мы получаем самое современное и экономически выгодное решение (рис. 2). Таким образом, сочетаются различные источники выработки тепла с последующим качественным использованием. Это стало возможным посредством передовых тенденций в автоматизации. Появляется возможность создать распределенную систему и объединять различные устройства в единую масштабируемую сеть. По данному принципу устроен информационный протокол обмена данными, такой как LPB (Local Process Bus). Он позволяет:

- объединять источники в каскад;
- реализовывать промежуточный

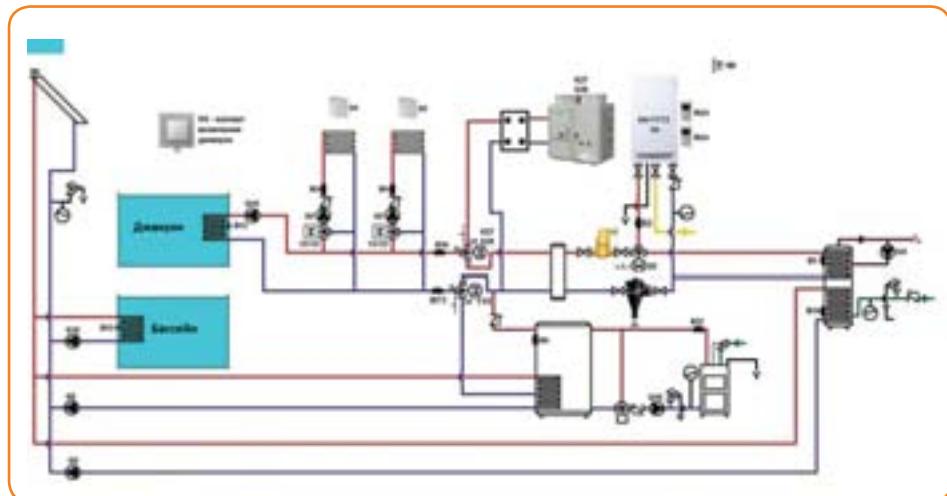


Рис. 1. Схема с древесным котлом, буферным баком, солнечным коллектором, баком ГВС с возможностью поддержания температуры в обратном трубопроводе нагрева джакузи

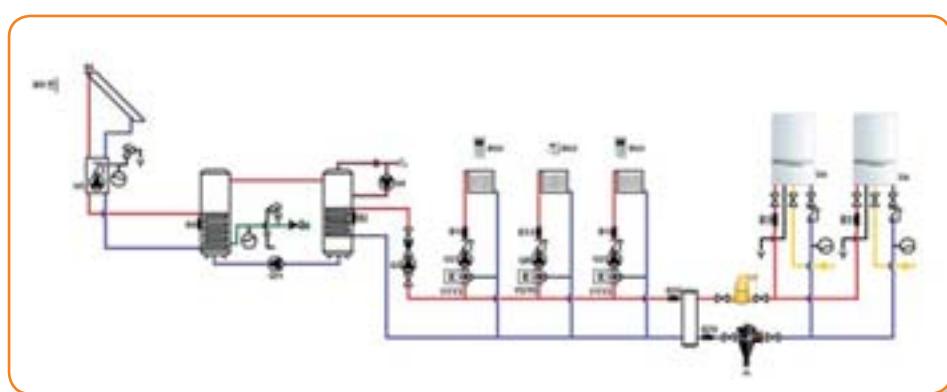


Рис. 2. Тепловая схема с двумя котлами в каскаде, солнечным коллектором, тремя смесительными отопительными контурами и ГВС

уровень сбора запросов на тепло от потребителей с перспективой прогнозирования требуемой мощности и резервирования тепла;

– автономно расставлять приоритеты в текущий момент времени наиболее дешевому источнику энергии.

Адресный принцип построения таких систем представляет понятную структуру сложного объекта. Помимо этого, стало легче проектировать такую систему. Монтаж в результате ввода в эксплуатацию может быть ступенчатым по мере завершения строительства крупного объекта без привлечения сторонних интеграторов. И наконец, благодаря электронному протоколу, имеется возможность реализовать систему визуализации объекта. Используя обычный браузер компьютера или мобильного телефона, оператор объекта или обычный жилец может удаленно следить за всеми предоставленными функциями и управлять ими.

Дигитализация в XXI в. дает явное преимущество в перспективной экономии средств и в освоении скрытых в недрах земли и солнца источников тепла. То, что считалось фантастикой и могли

реализовать единицы, уже сейчас уверенно вошло в нашу жизнь. Это повышает качество жизненного пространства и отдыха, производительность труда. Умные системы обращают внимание на слабые места, помогают анализировать их и принимать меры к их устранению, мотивировать к разумному использованию и экономии.

Таким образом, основная выгода создания такой системы — это начальное капиталовложение с последующей окупаемостью за счет роста энерготарифов. Использование нового научноемкого оборудования при разных альтернативных источниках тепла обеспечивает не только очевидные выгоды, такие как оптимизация работы и экономия ресурсов, но и изменение привычных технологий для проектирования и реализации. Можно также отметить, что чем более современна автоматика в альтернативных решениях, тем больше возможностей для реализации профессионального и современного объекта. При этом надо помнить, что самый высокий уровень задается на стадии выбора компонентов, производства и монтажа.



Рассмотренная в статье задача модернизации существующей автоматики МУП «Сочитеплоэнерго» обусловлена моральным устареванием автоматики 70–80-х гг., вводом в эксплуатацию новых мощностей, в том числе в связи с сочинской олимпиадой и вступлением в силу ФЗ №261 «Об энергосбережении».

## Модернизация автоматики и внедрение комплексного мониторинга систем теплоснабжения г. Сочи (на примере МУП «Сочитеплоэнерго»)

А. Походня, МУП «Сочитеплоэнерго»;  
Г. Борисов, к. т. н., ООО «Научно-технический центр МЗТА»

МУП «Сочитеплоэнерго» обслуживает многоэтажные дома на территории г. Сочи от реки Псou (Красной Поляны) до пос. Магри.

Доля МУП «Сочитеплоэнерго» на рынке теплоснабжения Сочи – 98 %. Предприятие разделено на три участка (района), во главе которых традиционные дирекции. Фактическая численность работающего персонала – 1298. Годовая выработка тепловой энергии превышает

1,3 млн Гкал. В составе предприятия 68 котельных мощностью от 300 кВт до 10 МВт. Из них 37 работают на природном газе, 4 – на сжиженном углеводородном газе, 18 – на угле, 4 – на мазуте, 2 – на печеном топливе, 3 – на дизельном топливе, включая часть теплогенерации на альтернативных источниках тепловой энергии.

Наибольшая нагрузка приходится на котельные №14 (ул. Пригородная, 16)

– 180 Гкал/ч, и №19 (ул. Гастелло, 41) – 111 Гкал/ч.

На балансе предприятия находятся 11 центральных тепловых пунктов. Количество установленных индивидуальных тепловых пунктов – 229.

Общая протяженность теплотрасс составляет 345,8 км (в двухтрубном исполнении). Количество потребителей тепловой энергии – 91 261. Из них население – 88 721, юридические лица –

2540. Количество многоквартирных домов, потребляющих ее отопление – 1767, горячее водоснабжение – 1744. Число жилых многоэтажных домов, оборудованных общедомовыми приборами учета тепловой энергии, – 390, общедомовыми приборами учета горячей воды – 655.

Под руководством директора МУП «СТЭ» И.Н. Яшнова и руководителя Лазаревской дирекции МУП «СТЭ» В.М. Варельджана, специалистами нашего предприятия были внедрены инновационные технологии автоматизации и диспетчеризации.

Модернизирована автоматика таких объектов, как котельные, насосные станции, тепловые пункты. Новая автоматика установлена на 80 % объектов.

Конкретно толчок к модернизации был дан примерно в 2007 г. в связи с большой удаленностью и труднодоступностью некоторых из объектов из-за расположения их в горной части курорта, соответственно, это увеличивало трудозатраты и, как следствие, снижало финансовую эффективность предприятия в целом.

Погодные условия в горной части курорта неблагоприятны, особенно зимой, при выпадении большого количества осадков в виде снега. Снегопады в условиях влажного субтропического климата нередко приводили к обледенению силовых кабелей электроэнергии, и их просто разрывало под тяжестью льда. В итоге целые районы оставались без электроэнергии и тепла (вследствие аварийного отключения котельных).

Автоматизация и удаленная диспетчеризация помогли решить эту проблему. Теперь стало возможным при аварийном отключении электроснабжения в котельных автоматически переходить на резервное топливо и/или на резервный источник электроснабжения. Более того, автоматика позволила перевести ряд угольных котельных на сжигание сжиженного газа, при этом обеспечив их работу без постоянного оперативного персонала.

Также все котельные, работающие на природном и сжиженном газе, переведены на работу без постоянного обслуживающего персонала. Для эксплуата-

ции каждого участка из четырех котельных стало достаточно оперативного персонала в количестве трех человек, включая мастера.

Важным плюсом автоматизации процессов на распределенных объектах стала возможность эффективного сбора и обработки информации по учету энергоресурсов в режиме онлайн, что позволило создавать более энергоэффективные схемы работ таких объектов и сэкономить немало денежных средств.

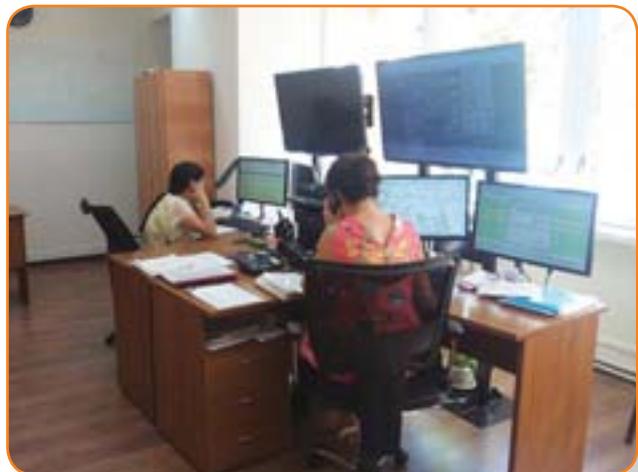
Установка приборов учета тепловой энергии, автоматизация тепловых пунктов и их удаленная диспетчеризация, интегрированная вместе с котельными в общую систему SCADA, позволила немедленно реагировать на проблемные участки, появляющиеся во время отопительного сезона, и способствовала скорейшему устраниению утечек теплоносителя в них.

Универсальность и небольшая стоимость применяемых при модернизации систем автоматики (используется программно-технический комплекс (ПТК) «КОНТАР» отечественного производства ОАО «МЗТА») позволила автоматизировать полный комплекс разнoplанового основного и вспомогательного оборудования объектов, как импортного, так и отечественного производства.

Замена импортной автоматики на отечественную позволила сократить финансовые затраты в ходе ее эксплуатации. Это также уменьшило зависимость от зарубежных поставок и нестабильного курса валюты, что согласуется с государственной программой импортозамещения.

Также был расширен функционал систем автоматики за счет внедрения более сложных алгоритмов работы приборов.

Для получения высоких показателей энергоэффективности стала необходимой установка частотных преобразователей на мощные электродвигатели

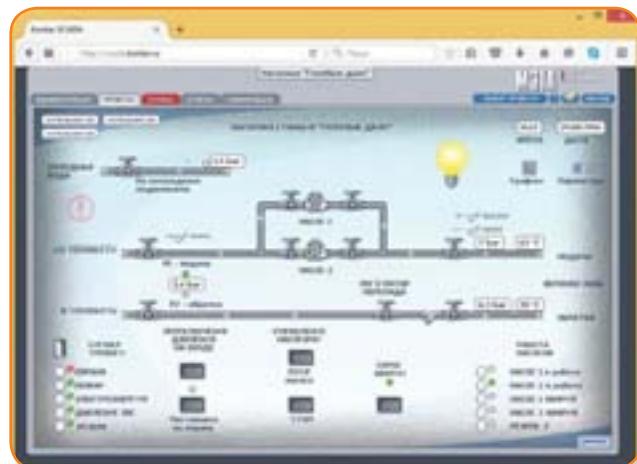


Рабочие места операторов в центральной диспетчерской

водяных насосов, дымососов и вентиляторов. При большом количестве такого оборудования на предприятии возник вопрос об автоматизированном управлении этими устройствами, который был успешно решен.

Более того, грамотное сочетание частотных преобразователей дымососов и вентиляторов совместно с электропроводной регулирующей быстро-рабатываемой газовой арматурой и с современной автоматикой безопасности позволило перевести основное оборудование котельных в модулируемый режим сгорания топлива, а также все процессы сжигания топлива (вентиляция, контроль герметичности, розжиг, стабилизация пламени, контроль пламени, увеличение или уменьшение мощности с сохранением коэффициента избытка воздуха в газовоздушной смеси на всем диапазоне мощности) в полностью автоматический режим, что сократило затраты на ремонт, электроэнергию и закупку топлива.

Также автоматизация погодозависимого режима работы котельных позволила более точно соблюдать их температурные режимы, что привело к значительной экономии энергоресурсов. Существующая ранее автоматика не позволяла гибко реагировать на изменение погодных условий, что приводило к перерасходу топлива, особенно в переходной период (осенний и весенний), снижению комфорта для потребителей (перегрев или недотоп).



Мнемосхема насосной станции «Голубые дали»  
(система диспетчеризации КОНТАР SCADA)

Теперь автоматика позволяет автоматически учитывать изменение погоды.

Рассмотрим далее технологию единой диспетчерской. Ее введение позволило перейти к работе без постоянного обслуживающего персонала на многих распределенных объектах. Это дало возможность оптимизировать его численность, что важно в текущей непростой экономической ситуации. При этом достигнута высокая оперативность в устранении неполадок, в реакции на нештатные ситуации.

Сокращены транспортные и командировочные расходы.

Системы автоматизации распределенных объектов (котельные, насосные станции, ИТП) выводятся в Интернет для диспетчеризации через обычные GSM/GPRS модемы с сим-картами. При потере связи объекта с системой диспетчеризации осуществляется автоматический сброс модема для восстановления связи средствами самой системы автоматизации. Это позволяет организовать недорогую и надежную диспетчеризацию объектов.

Надежность работы единой диспетчерской достигнута благодаря следующим факторам:

- резервированию систем диспетчеризации путем использования двух независимых и параллельно работающих систем диспетчеризации КОНТАР SCADA и КОНТАР АРМ (входят в ПТК «КОНТАР»). Вторая используется как

основная система диспетчеризации, а первая – как резервная;

- круглосуточному наблюдению за удаленными объектами со стороны диспетчеров оперативно-диспетчерской службы (ОДС), которые находятся в едином диспетчерском пункте. Там постоянно дежурят два диспетчера.

Диспетчер осуществляет круглосуточный анализ основных показателей котельных, насосных и ИТП, осуществляя переходы с резервного на основное оборудование и обратно, включение оборудования и изменение уставок, сбор информации по телефону от жителей и анализ ситуации на участке в режиме онлайн, оповещение мобильных аварийных бригад в случае выхода из строя основного и вспомогательного оборудования, предупреждение оперативного персонала о смене погодных условий, контроль несанкционированного доступа на объекты, контроль запаса топлива на объектах и его резервирование, круглосуточный мониторинг за соблюдением температурного графика, анализ мощности котлового оборудования, снижение и увеличение нагрузки по необходимости, реализация каскадного регулирования котлов, планирование работы основного и вспомогательного оборудования по дням недели и времени суток. Надо учесть, что почти все процессы на котельной происходят автоматически, диспетчер просто следит за правильностью работы автоматики и при необходимости переходит с автоматического на ручной режим работы и управляет процессом самостоятельно.

Автоматическое ведение архивов параметров, журналов тревог улучшило собираемость данных. Данные архивов затем используются для решения задач учета энергоресурсов. Также заметим, что все действия диспетчеров протоколируются (электронный журнал аудита системы диспетчеризации), что позволяет потом анализировать и контролировать их действия. Принимая то или иное решение под своей учетной записью в системе диспетчеризации, диспетчер подтверждает правильность своих действий.

Рассмотрим теперь работу единой диспетчерской в случае возникновения нештатной ситуации. На главном мониторе диспетчера автоматически всплывает окно мнемосхемы с аварийным объектом, в окне мигает красным зафиксированная авария со звуковым сопровождением. Параллельно с этим приходят СМС оповещения мобильным бригадам, информирующие их о возникшей аварии на объекте. Диспетчер проводит анализ работы оборудования и формулирует возможные причины аварии, принимает меры к ее устранению.

При невозможности удаленного устранения аварии диспетчер переводит аварийное оборудование в режим «ремонт», исключая его из действующей схемы, работа переходит на резервное оборудование. При невозможности такого перехода диспетчер вызывает мобильную бригаду из трех человек, которая в дневное время выезжает из офиса, а в ночное время вызывается из дома.

Штат оперативно-ремонтного персонала МУП «Сочитеплоэнерго» укомплектован высококлассными специалистами, которые качественно и в кратчайшие сроки проводят работы по ликвидации аварий систем холодного и горячего водоснабжения, отопления, электроснабжения и конструктивных элементов зданий.

Внедрение диспетчеризации позволило сократить количество аварийных вызовов на объекты и за счет этого увеличить эффективность каждого сервисного инженера.

Что касается дальнейших планов предприятия по модернизации систем автоматики, то в перспективе планируется увеличить число автоматизированных объектов до 100 %. Предполагается также расширить функционал системы за счет увеличения типов автоматизированных объектов.

В будущем предстоит перевод удаленных негазифицированных котельных на природный газ с полной автоматизацией.

# Bosch MEC Remote: управление котельными установками на кончиках пальцев

Применение современных интернет-технологий в энергетике постоянно расширяется. В 2016 г. в России планируется запуск передового решения в сфере дистанционного контроля и сервиса промышленного котельного оборудования – Bosch MEC Remote. Рассмотрим принцип его работы и предоставляемые им преимущества для предприятия.

MEC-Remote – это дистанционный модуль интеллектуальной системы MEC (Master-Energy-Control), впервые представленной Bosch на отраслевой ярмарке ISH Energy во Франкфурте в 2015 г. MEC позволяет интегрировать управление как котлами различных типов, так и газопоршневыми установками. Это повышает эффективность работы всех входящих в систему компонентов и продлевает срок их службы. Сам модуль MEC Remote приходит на смену устаревшей технологии удаленного доступа Teleservice, позволяя в полной мере использовать потенциал современных информационных технологий.

MEC-Remote включает программное обеспечение и роутер, который устанавливается непосредственно на оборудовании. Решение полностью совместимо со шкафами управления котлом или каскадами котлов от Bosch. Интернет-соединение обеспечивается на основе VPN-технологии с применением DSL/UMTS. Простота работы системы достигается благодаря предварительно настроенному IP-адресу. Доступ в личный кабинет происходит с помощью web-платформы MEC Portal, расположенной по адресу [mec-remote.com](http://mec-remote.com).

Решение предназначено для двух категорий пользователей: непосредственно сотрудников предприятия, отвечающих за работу оборудования, а также представителей сервисных служб. Благодаря MEC Remote, появилась возможность получения удаленной сервисной поддержки непосредственно от производителя в круглосуточном режиме. Все это позволяет добиваться снижения операционных расходов и повышения эффективности работы оборудования.

Решение доступно для работы на любом современном устройстве: смартфоне, планшете или ноутбуке.



Интуитивно понятный графический интерфейс системы русифицирован, что делает его работу простой и наглядной и не требует проведения специального обучения. На обзорной карте отображаются все зарегистрированные установки, выводится детализированная информация о состоянии и параметрах работы каждой из них в отдельности. При выборе конкретного объекта эмулируется полнофункциональный интерфейс шкафа управления с возможностью углубления на несколько уровней вниз. Таким образом, все необходимые операции в шкафу управления можно осуществлять удаленно.

Система накапливает статистику работы установок, позволяет выводить их в графическом формате и проводить анализ эффективности. Для случаев, в которых требуется выполнить профилактические работы или ликвидировать ошибки, работает система оповещений по СМС и электронной почте.

При установленном решении сервисный персонал Bosch может получать доступ к установкам в своем регионе ответственности и проводить предвари-

тельную диагностику. При наличии сбоя имеется возможность удаленно устранить проблему. Также специалисты инженерного департамента Bosch могут удаленно обновить программное обеспечение, оптимизировать его работу и настроить различные параметры.

MEC-Remote полностью соответствует высоким требованиям Bosch в области безопасности интернет-коммуникаций. Настройки доступа могут быть дифференцированы по роли и функционалу пользователя, его зоне ответственности. Разработчиками предусмотрена защита от несанкционированного доступа в виде системы одноразовых паролей, пересыпаемых с сервера на мобильный телефон владельца аккаунта в виде текстового сообщения, а также возможность аппаратной блокировки на месте. Решение MEC-Remote сертифицировано внешними независимыми партнерами, подтвердившими высокую надежность защиты данных.

 **BOSCH**

Разработано для жизни

[www.bosch-industrial.com](http://www.bosch-industrial.com)

# Котлы наружного размещения в терминах и определениях

А. Сердюков, генеральный директор ООО «Научно-производственное объединение «Верхнерусские коммунальные системы»

ООО «Научно-производственное объединение «Верхнерусские коммунальные системы» является разработчиком котлов наружного размещения и уже более 20-ти лет производит эти котлы.



А. Сердюков, генеральный директор  
ООО «Научно-производственное  
объединение «Верхнерусские  
коммунальные системы»

**В** СССР ООО «Научно-производственное объединение «Верхнерусские коммунальные системы» (ООО «НПО «Вр КС») называлось – Ставропольское специализированное отделение производственного объединения «Ставропольсельхозмонтаж», Главмехмонтажа Всесоюзного объединения «Сельхозтехника» и специализировалось на сборке котлов: «Универсал 5», «Энергия 3», «Минск 1», «Тула 3», сборке поставляемых россыпью котлов ДКВР (4-10 т пара в час) и др. Предприятие было одним из лучших в Главмехмон-

таже. Мы внедрили передовой для социалистического времени опыт экспериментального комбината (г. Электросталь Московской области) по блочному изготовлению паровых котельных, построили стапельный цех высотой 16 м с мостовым 15-тонным краном, приобрели 2 трактора «Кировец» с низкорамными тележками, автокран грузоподъемностью 16 т и даже успели смонтировать за 3 месяца одну котельную из 3-х котлов ДКВР 6,5/13.

Также участвовали во Всесоюзном семинаре-совещании на тему: «Инженерные сети – на поток», где была представлена блочная котельная с тремя котлами ДКВР-10/13, но после распада СССР и прекращения его существования как государства подобные котельные уже никто не заказывал.

## Выбор по опыту

При анализе работающей на нашем предприятии котельной из 2-х котлов ДКВР 6,5/13 оказалось, что экономический эффект котла составляет всего 40 %, при теплотехническом КПД – 90 %, так как мы оплачивали 40 % за газ и 60 % за электроэнергию. Тарифы увеличивались каждые 3 месяца, инфляция заоблачная, и если бы не были приняты энергичные меры по замене централизованной котельной мелкими автономными, расположенными в цехах, то предприятие обанкротилось бы. Нам удалось за полтора месяца смонтиро-

вать 5 автономных котельных в цехах и в 3 раза снизить расход газа по сравнению с централизованной котельной с 2-мя котлами ДКВР 6,5/13. Затем мы заменили автономные котельные на котлы наружного размещения КСУВ и 15 лет использовали их для отопления с применением естественной циркуляции теплоносителя при длине цехов 72 м. Все это приблизило экономический КПД системы отопления к теплотехническому КПД котла. Те организации, которые сохранили централизованные котельные для отопительных целей, массово разорились и обанкротились. Однако некоторые до сих пор используют неэффективные способы отопления, так в центральной России существуют до сих пор тысячи электродных котельных.

При теплотехническом КПД электродных котлов 99 %, экономический КПД системы отопления, созданной на их базе, не превышает 15 % по сравнению с отоплением газовыми котлами, ведь 1 м<sup>3</sup> газа содержит 8000 ккал, а 1 кВт электроэнергии – 860 ккал тепла, т. е. в 9,3 раза меньше. При этом в большинстве случаев местность, где применяются такие решения, газифицирована, но газовое отопление не внедряется. ООО «НПО «Вр КС» пытается распространить свой положительный опыт, ведь нам удалось экономить ежегодно 1 390 000 м<sup>3</sup> газа и 600 000 кВт·ч электроэнергии. В 2015 г. мы израсходовали всего 110 000 м<sup>3</sup> газа, а в котельной с

котлами ДКВР 6,5/13 – 1,5 млн. м<sup>3</sup> за отопительный сезон. Котлы наружного размещения оказались самым экономичным способом отопления зданий любых типов.

### Терминология и применение

Первыми патентами, защищавшими конструкции котлов, были:

- патент № 2133404 с приоритетом от 10.11.1997 г.;
- патент № 2150050 с приоритетом от 16.10.1998 г.;
- патент № 2150051 с приоритетом от 13.11.1998 г.;
- патент № 2158395 с приоритетом от 12.05.1999 г.;
- патент № RU 13161 с приоритетом от 19.03.2001 г.

Кроме того, выдано еще 45 патентов с более поздними датами приоритета. По своему назначению котел наружного размещения является стационарным котлом, устанавливаемым возле отапливаемого здания, однако до сих пор, несмотря на 20-летний период выпуска котлов, отсутствует федеральная техническая документация на эти устройства.

Согласно ГОСТ 23172-78 с изменением № 1. «Котлы стационарные. Термины и определения», котел наружного размещения можно определить так: «Конструктивно объединенный в одно целое комплекс устройств для нагрева воды под давлением за счет тепловой энергии от сжигания топлива при протекании технологического процесса». Размещение внутри теплогидроизолированного корпуса более чем одного котла однозначно должно классифицироваться как блочно-модульная котельная, размещать которую непосредственно у стены зданий социального назначения (школы, детские сады, больницы, поликлиники, гостиницы, клубы) категорически запрещено по нескольким основаниям.

Как известно, самыми надежными средствами безопасности являются пассивные средства. Активные средства безопасности в виде датчиков загазованности, и срабатывающие от их сигналов электромагнитные клапа-

ны иногда отказывают, они подвержены вмешательству извне (человеческий фактор), что приводит к многочисленным несчастным случаям с человеческими жертвами, ведь недаром говорят, что правила безопасности, утвержденные Ростехнадзором, написаны кровью погибших от их нарушений.

Размещение в теплогидроизолированном корпусе более чем одного котла, увеличивает в 4-6 раз объем теплогидроизолированного корпуса и, соответственно, мощность взрыва газовоздушной смеси. При испытании котлов наружного размещения искусственным взрывом газовоздушной смеси специалисты Общества вынуждены были установить по два взрывных клапана площадью, превышающей нормативные требования в 15-20 раз, что обеспечило их открытие при давлении 1,5-2,0 кПа. Теплогидроизолированный корпус при таком давлении не подвергается деформации и разрушению, клапана автоматически открываются и закрываются без негативных последствий.

Только после таких натуральных испытаний Ростехнадзор рассмотрел экспертное заключение МПНУ «Энерготехмонтаж» и выдал разрешение на установку котлов КСУВ производства ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» возле отапливаемых зданий социального назначения.

Многочисленные фирмы, производящие якобы котлы наружного размещения, изготавливают блочно-модульные котельные с размещением внутри теплогидроизолированного корпуса нескольких котлов и в своих паспортах рекомендуют устанавливать их возле стен отапливаемых зданий социального назначения. Это рано или поздно приведет к несчастным случаям, что будет на совести недобросовестных производителей и проектных организаций, не выполняющих требования правил безопасности по удалению котельных от зданий социального назначения.

Доходит до того, что эти блочно-модульные котельные не имеют средств пассивной безопасности, что недопустимо.

Правилами безопасности для котельных установлен норматив площади предохранительных клапанов или легкосбрасываемой кровли размером 0,0035 м<sup>2</sup> на каждый кубометр объема котельной.

Для котлов наружного размещения, устанавливаемых на расстоянии 1-2 м от отапливаемых зданий социального назначения, необходимо установить норматив 0,06 м<sup>2</sup> на каждый кубометр объема теплогидроизолированного корпуса котла наружного размещения, что вместе с соблюдением расстояний удаления блочно-модульных котельных от зданий социального назначения обеспечит безопасность во время отопительного сезона.

Известны многочисленные случаи разрушения подъездов и целиком многоэтажных домов из-за взрывов газовоздушной смеси на кухнях, где газовое топливо использовалось для приготовления пищи, и отопления настенными газовыми котлами-колонками.

Причина та же – отсутствие средств пассивной безопасности на кухнях. С тех пор как на кухнях стали устанавливать стеклопакеты, выдерживающие давление выше 5 кПа, начали разрушаться подъезды и иногда целые дома, при этом рамы со стеклопакетами целиком выдавливаются из оконных проемов и разрушаются при падении вместе со строительными конструкциями подъездов.

Использование стеклопакетов и армированного стекла в качестве предохранительных клапанов запрещено, но строителями и проектными организациями эти правила не выполняются, им не жаль чужих жизней, ведь они не несут пока никакой ответственности.

Подробно использование пассивных средств безопасности рассмотрено в «Пособии по обследованию и проектированию зданий и сооружений, подверженных воздействию взрывных нагрузок» (АО «ЦНИИПромзданий», М., 2000 г.).

# Непревзойденный уровень удобства работы с анализаторами дымовых газов нового поколения при настройке промышленных пеллетных котлов

М. Григорян

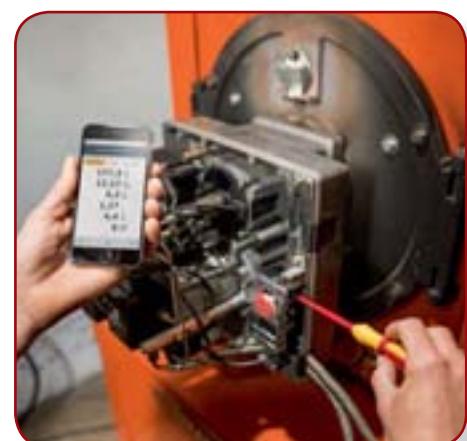
Интерес к пеллетному оборудованию на промышленных предприятиях связан, прежде всего, с повышенной стоимостью других видов топлива. Несмотря на то что природный газ в нашей стране является самым дешевым видом топлива, а Россия – самая богатая страна по его запасам в мире, в некоторых регионах и населенных пунктах подключение к природному топливу все еще отсутствует.

Невозможность подключения к магистралям природного газа способствует переходу промышленных предприятий на деревянные пеллеты в качестве альтернативного энергоносителя. По удобству использования современная пеллетная котельная почти не уступит газовой котельной. В зависимости от конструктивных особенностей автоматизированная пеллетная котельная может работать даже без участия человека длительное время. Кроме того, деревянные пеллеты являются эколо-

гически чистым видом топлива, так как при их сжигании образуется столько же углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), сколько образовалось бы при разложении древесины в естественных условиях. На рынке много предложений как от зарубежных, так и отечественных производителей пеллетных котлов.

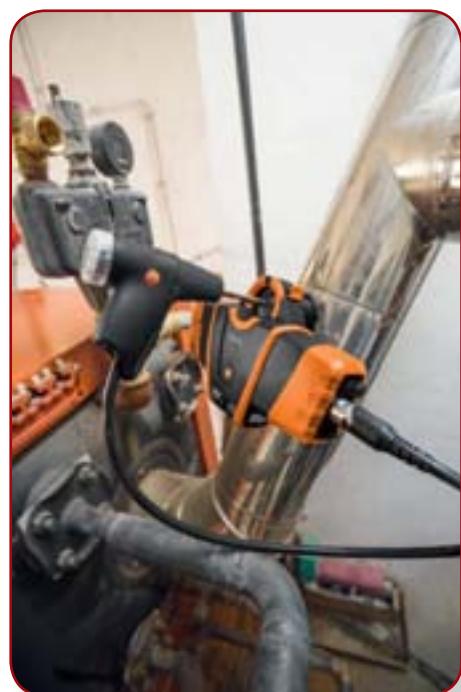
Дополнительным стимулом перехода на пеллетное оборудование является рост количества предприятий, занимающихся созданием оборудования и технологий гранулирования биомасс. В настоящее время каждое третье деревообрабатывающее предприятие в России рассматривает вариант установки оборудования для гранулирования отходов, в каждом пятом – такие технологии уже работают.

На современных пеллетных котлах устанавливаются горелки двух типов: ретортные (вулканического типа) и факельные. При работе котлов на максимальных мощностях стабильно работают оба типа горелок. Ретортная горелка или горелка объемного типа представляет собой чашу, изготовленную из чугуна или жаропрочной стали, на поверхности которой происходит горение пеллет. Подвижная реторта способна легко и эффективно сжигать топливо с высокой концентрацией золы и пыли, так как предотвращает образование «коржей» – продуктов спекания некачественного топлива. Неподвижные ретортные горелки подходят только для сжигания



качественного сухого подготовленного топлива. Ретортные горелки имеют две ступени мощности, что не позволяет эффективно расходовать топливо в режимах малых нагрузок и межсезонья.

Факельные пеллетные горелки являются наиболее современными устройствами. По внешнему виду и принципу действия они похожи на газовые и дизельные вентиляторные горелки, благодаря этому могут быть установлены на любые котлы, приспособленные под навесные вентиляторные горелки. Таким образом, котел, работающий, например, на дизельном топливе, легко может быть переведен на работу с пеллетами. В факельных горелках горение пеллет происходит на специальной решетке с отверстиями (колоснике) в камере сгорания, куда пеллеты могут подаваться вручную

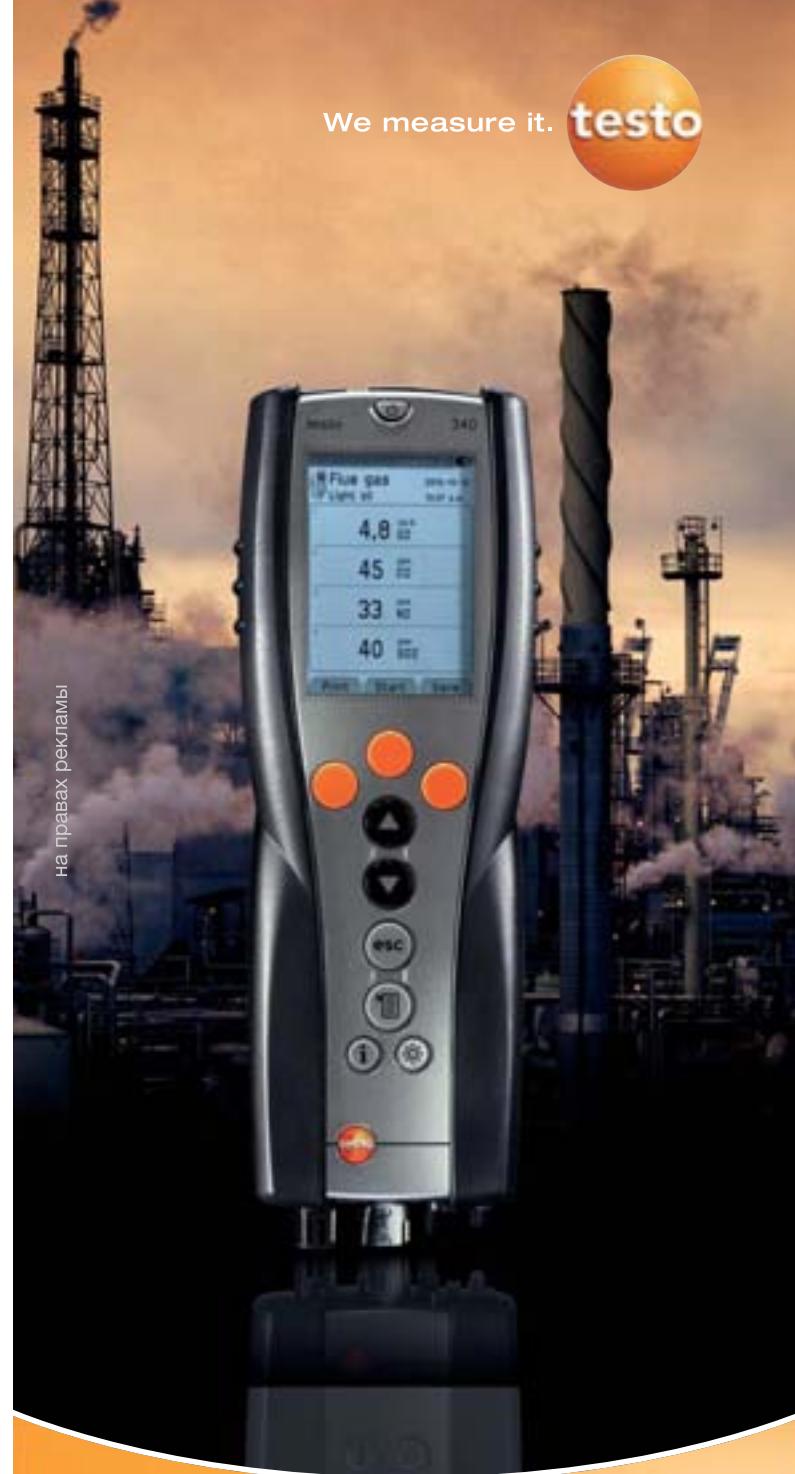


или автоматически. Розжиг гранул осуществляется тепловентилятором, как и в ретортных горелках. Основной вентилятор, дующий снизу решетки, где происходит сгорание пеллет, обеспечивает подачу необходимого количества первичного воздуха в соответствии с фактическим уровнем мощности горелки. Дополнительный вентилятор подает вторичный воздух через заднюю стенку камеры сгорания и поддерживает необходимое качество горения, соответствующее оптимальному содержанию дымовых газов. Факельные горелки могут быть оснащены пневматической или механической системой самоочистки, управляемой контроллером горелки. Большим преимуществом факельной горелки по сравнению с ретортной является наличие у нее шести ступеней мощности, позволяющей ей намного реже работать в режиме «старт–стоп», что позволяет продлить срок жизни топливосжигающего оборудования. Факельная горелка удобна в ремонте и при сервисном обслуживании. Например, достаточно открутить четыре винта, чтобы снять горелку и заменить ее новой, что не так просто сделать с ретортной горелкой. Новейшие факельные горелки могут быть оборудованы GSM-модемом, который не только посыпает различные SMS-сообщения пользователю оборудования, но и с помощью программного обеспечения в смартфоне позволяет управлять работой котла. Помимо этого, GSM-модем отправляет техническую информацию о своей работе на специальный сервер, и сервисные инженеры, имея доступ к этой информации, могут корректировать его работу, не затрачивая время на поездку к месту установки твердотопливного котла.

Современные пеллетные

котлы являются дорогостоящим и сложным техническим оборудованием, которое нуждается в настройке и периодическом сервисном обслуживании. Для того чтобы оборудование оставалось в рабочем состоянии долгие годы и при этом использовалось минимальное количество топлива, необходимо производить настройку качества горения в твердотопливных котлах с помощью газоанализатора. Ее нужно выполнять после всех предварительных настроек, указанных в инструкции, и определения веса гранул (производительности шнека), который вводится в память контроллера котла. Далее на каждой ступени мощности горелки, проводя измерения газоанализатором, добиваемся показаний в дымовых выбросах, указанных в инструкциях, с помощью регулирования подачи количества первичного и вторичного воздуха, идущего на горение. В данном случае регулировка первичного воздуха – это грубая настройка, а вторичного – тонкая настройка. Для осуществления контроля выбросов дымовых газов в промышленных пеллетных котлах предназначен новейший анализатор дымовых газов testo 330i. Эта модель была впервые представлена на российском рынке в начале 2016 г. на выставке Aqua-Therm Moscow, на стенде компании ООО «Тэсто Рус», официального представительства немецкого концерна Testo в России.

Основной отличительной особенностью нового прибора является отсутствие собственного дисплея и использование вместо него дисплея любого мобильного устройства – смартфона или планшета, которым вы пользуетесь ежедневно.



## Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

**testo 340:** эффективный анализатор дымовых газов для промышленного применения

- Автоматическое расширение измерительного диапазона и защита сенсора
- Измерение концентрации  $O_2$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$
- Расчет массовых выбросов в режиме реального времени
- Удобство применения при проведении всех видов сервисного обслуживания



Управление измерительным прибором и отображение полученных значений осуществляется по каналу Bluetooth через мобильное приложение Testo 330i, которое устанавливается на ваш смартфон или планшет. Приложение можно скачать для мобильных устройств, работающих на базе Android, с Google Play market, и на базе IOS – с App Store. Для обеспечения коммуникации на мобильном устройстве должен быть установлен малопотребляющий модуль Bluetooth 4.0 с версиями операционных систем не ниже Android 4.3 и IOS 7.1. Теперь, благодаря использованию беспроводной связи на расстоянии до 20 м между газоанализатором и мобильным устройством, появляется дополнительное удобство при проведении измерений, так как дистанционно можно не только получать их данные, но и полностью управлять всеми функциями анализатора:

- запуск и остановка измерений;
- выбор вида топлива;
- изменение отображаемых параметров;
- выбор единиц параметров измерения;
- выбор меню для проведения измерений, например, «Дымовой газ», «Тяга», «Дифференциальное давление» и т. д.;
- проверка герметичности газового тракта;

– проверка работоспособности газовых сенсоров;

– создание и отправка протоколов измерения или вывод их на печать.

Благодаря приложению Testo 330i, можно проводить долгосрочные измерения, регистрировать их данные в виде графика или табличных значений, сохранять итоговый отчет измерений в форматах Excel и pdf, прикреплять к нему фотографии с места измерения и логотип компании, отправлять его по e-mail. Таким образом, один сервисный инженер способен проводить настройку большого промышленного пеллетного котла, когда органы управления горелки и место забора пробы значительно удалены друг от друга. Можно удобно и комфортно работать, находясь достаточно далеко от места замера, не используя дополнительных шлангов и проводов. По сути мобильное устройство превращается в универсальный выносной беспроводной дисплей.

В основе нового газоанализатора измерительные технологии проверенными временем testo 330-2 LL. В российские комплекты testo 330i входит анализатор с двумя сенсорами O<sub>2</sub> (0–21 %), CO с H<sub>2</sub>-компенсацией (0...8 000 ppm) либо с тремя сенсорами O<sub>2</sub> (0–21 %), CO с H<sub>2</sub>-компенсацией (0...8 000 ppm), NO (0...3 000 ppm), далее состав обоих комплектов одинаков: наличие встроенной функции автоматического расширения диапазона измерений по каналу CO до 30 000 ppm, модульный зонд отбора пробы с трубкой длиной 300 мм, Ø 8 mm, с интегрированной в трубку зонда термопарой до +500 °C, шлангом длиной 2,2 м, механизмом крепления зондов testoFix, блок питания, набор запасных фильтров к зонду, кейс для testo 330i и его принадлежностей.

Корпус анализатора testo 330i имеет функционально продуманный оригинальный дизайн. Есть встроенный конденсатосборник, на его задней крышке находятся мощные магниты для надежного крепления testo 330i на стенку котла. Кольцевой зажим посередине корпуса позволяет установить прибор на креплении testoFix. Оно специально изготовлено для нового прибора, который крепится на одностенной дымовой трубе без технологического отверстия для проведения измерений. Для того

чтобы закрепить testoFix на дымоходе, необходимо просверлить отверстие Ø 10 mm. Трубка зонда отбора пробы вставляется через это отверстие в дымовую трубу, гарантируя правильность результатов измерений ее установкой перпендикулярно восходящим дымовым газам. Конструкция testoFix позволяет прочно крепить его на дымовую трубу, выдерживая при этом вес установленного на нем testo 330i.

Testo 330i обеспечивает дополнительное удобство при осуществлении настройки и технического обслуживания настенного конденсационного котла. Достаточно один раз установить зонд отбора пробы в дымовую трубу, не заботясь об обнулении показаний концентраций дымовых газов и тяги на свежем воздухе. Благодаря встроенному дополнительному насосу и внутреннему программному обеспечению прибора, обнуление показаний проводится в автоматическом режиме без извлечения зонда отбора пробы из дымохода.

Во время настройки качества горения в пеллетных котлах значение концентрации угарного газа за считанные секунды могут превысить показание 8 000 ppm, которое перекрывает рабочий диапазон сенсора CO, что резко сокращает срок его эксплуатации и может привести к выходу из строя. С функцией автоматического расширения диапазона измерений по каналу CO до 30 000 ppm, которая позволяет проводить замеры вне диапазона измерения сенсора, защищая его от выхода из строя при избыточных концентрациях, высокие концентрации CO не являются проблемой. При осуществлении измерений лучше воспользоваться специальной трубкой зонда отбора пробы с предварительным фильтром, чтобы надежно защитить тракт дымовых газов анализатора от пыли и сажи.

Компания Testo, созданная в 1978 г. первый электронный анализатор дымовых газов, занимает лидирующие позиции в этом сегменте рынка и сегодня. Инновации и технологии, применяемые в приборах testo, позволяют осуществлять настройку и безупречную работу систем отопления, снижая затраты, связанные с расходом топлива, и обеспечивая при этом экологическую безопасность.

[www.testo.ru](http://www.testo.ru)

# Стальные котлы CABK и CABK Plus компании De Dietrich

Одной из наиболее востребованных моделей в линейке оборудования компании De Dietrich Thermique (Франция) являются стальные водогрейные котлы CABK и CABK Plus.

Стальные водогрейные котлы были и остаются самым популярным типом теплогенераторов в России. Сравнительно невысокая цена, возможность работы на природном газе, жидком топливе, пропане и обеспечение температурных режимов до более чем 100 °C делают сферу применения стальных котлов очень широкой.

При дополнении теплогенератора автоматикой Diematic от De Dietrich, а также оригинальными газовыми или жидкотопливными горелками французского производителя возможно получить полностью укомплектованное «сердце котельной».

Данные теплогенераторы представляют собой жаротрубные двухходовые котлы с реверсивной топкой, охлаждаемой со всех сторон теплоносителем. После камеры сгорания дымовые газы нагревают теплоноситель в пучке специальных труб, оборудованных ускорителями конвекции, благодаря чему достига-

ются высокие значения КПД установки – до 92,4 %. Для безопасности котла его теплообменник снабжен взрывным клапаном.

Теплообменник котла CABK способен работать при давлениях теплоносителя 4 бара для котлов до 290 кВт и 5 бар для более мощных котлов. Мощностной ряд котлов серии CABK от 79 до 2900 кВт позволяет использовать стальные котлы De Dietrich в огромном спектре различных объектов промышленного, жилого, коммерческого и административного назначения.

Важнейшим вопросом эксплуатации стального котла является его температурный режим. Для минимизации коррозии теплообменника с течением времени очень важно избегать образования конденсата в контуре дымовых газов котла. Для этого необходимо строго выдерживать температуру обратной линии котла не менее 55 °C. Данная функция защиты поддерживается автоматикой De Dietrich – Diematic m3.

Уникальность данной панели управления состоит в том, что она способна управлять не только котлом и его горелкой, но и всей системой отопления, устройствами безопасности и «каскадной» согласованной работой нескольких котлов. Это дает возможность автоматически поддерживать температурный график котла в зависимости от реальной потребности каждого контура системы отопления в зависимости от уличной температуры или других факторов, а также управлять другими котлами в котельной, чередовать их в процессе работы, менять количество включенных котлов и их мощность.

На большинстве объектов с котлами CABK устанавливаются горелки De Dietrich. Данные горелочные устройства оптимально подобраны по мощностным и аэродинамическим характеристикам для работы с котлами французского производителя, а также наилучшим образом сочетаются с автоматикой котла De Dietrich. Уникальной особенностью горелок является постоянное поддержание необходимого давления в топке котла даже при изменениях мощности, вследствие чего достигается высокая стабильность горения, низкий уровень шума. Горелки серии G (газовые) или серии M (жидкотопливные) могут быть установлены на любой котел серии CABK.

Таким образом, компания De Dietrich предлагает комплексную установку, содержащую все основные элементы котла: водогрейный котел, горелку, автоматику. Данные элементы составляют основу котельной, от которой зависит срок службы, бесперебойность и эффективность всей установки, поэтому компания De Dietrich предъявляет наивысшие требования к своим котлам CABK и их комплектующим и ведет многолетнее сопровождение объектов с подобным оборудованием с момента проектирования и запуска котельной и на протяжении всей его эксплуатации.

Представительство  
De Dietrich Thermique.  
Тел. (495) 221-31-51, 8-800-333-17-18  
(бесплатно по России).  
[www.dedietrich.ru](http://www.dedietrich.ru)  
[info@dedietrich.ru](mailto:info@dedietrich.ru)



## Энергетики всего мира доверяют опыту, профессионализму и качеству KSB



Насосы и трубопроводная арматура KSB применяются во всех основных и вспомогательных процессах тепловых электростанций. Оборудование KSB гарантирует высокую производительность, эксплуатационную надежность, износостойкость, безупречную работоспособность, энергоэкономичность и экологическую безопасность.

В настоящее время продукция KSB (это более 200 тыс. насосов и порядка 3,5 млн единиц арматуры) успешно эксплуатируется на более чем 7000 электростанций во всем мире.

Положительным опытом могут поделиться многие наиболее значимые мировые объекты, например, электростанции, работающие на органическом топливе, такие как угольная электростанция «ВоА Нидераусем» (Германия) мощностью 950 МВт, для которой был специально спроектирован и изготовлен самый большой на тот момент питательный насос серии CHTA (40 МВт). В комплект поставки также вошли рециркуляционный насос котла LUV, более 50-ти единиц насосов серии Amarex, CPK, Eta и Multitec, трубопроводная арматура серий NORI, ZTS и ZXVSA. Все оборудование было введено в эксплуатацию в 2002 г. В числе крупнейших объектов энергетики, где применяется оборудование KSB, угольная электростанция «Тайшан» (Китай) мощностью 3000 МВт (пять блоков по 600 МВт); электростанция «Вай-Гао-Цяо» в Шанхае (Китай) мощностью 1,800 МВт (два энергоблока по 900 МВт); электростанция в Искендеруне (Турция) мощностью 1210 МВт (два блока по 605 МВт); электростанция Сипат (Индия), три энергоблока по 660 МВт; а также 6-й энергоблок электростанции в местечке Шоштанс, Словения, мощностью 600 МВт и многие другие. Продолжаю-

щееся использование для производства электроэнергии ископаемого топлива, в частности, угля для обеспечения работы электростанций, на долю которых в мировом масштабе приходится порядка 40 % вырабатываемой электроэнергии, является одной из наиболее значимых причин выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Сокращение этих выбросов в рамках борьбы с глобальным потеплением – приоритетная задача для мирового сообщества. В 2013 г. был введен в эксплуатацию 8-й энергоблок угольной электростанции RDK (Карлсруэ), первой в Германии, где используются сверхкритические параметры пара, благодаря чему существенно повышается электрический КПД станции, значительно снижается расход топлива, и, соответственно, сокращаются выбросы углекислого газа и оксида азота в атмосферу. Электрическая мощность энергоблока – 912 МВт, общий электрический КПД достигает 46 %. Концерн KSB поставил на данный объект питательные насосы котла HGD, бустерные насосы YNK, конденсатные насосы WKTA, насосы для циркуляции воды SEZ, рециркуляционный насос котла LUVA и порядка 100 единиц арматуры.

Введенный в эксплуатацию в 2015 г. девятый энергоблок угольной электростанции в Мангейме (Großkraftwerk Mannheim (GKM) в Германии также оснащен насосами и арматурой KSB. При этом в 2014 г. на объекте успешно



Питательные насосы типа CHTA/CHTC/CHTD: DN (мм) – 100–500, Q ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) – до 3700, H (м) – до 5300, p (бар) – до 560, T ( $^{\circ}\text{C}$ ) – до +210



Бустерные насосы типа YNK: DN (мм) – 125–600, Q ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) – до 4500, H (м) – до 370, p (бар) – до 40, T ( $^{\circ}\text{C}$ ) – до +210



Рециркуляционный насос котла типа LUVILUVA:  $DN$  (мм) – 100–550,  $Q$  ( $m^3/ч$ ) – до 7000,  $H$  (м) – до 300,  $p$  (бар) – до 350,  $T$  ( $^{\circ}C$ ) – до +380



Насос для циркуляции охлаждающей воды типа SEZ:  $Q$  ( $m^3/ч$ ) – до 80000,  $H$  (м) – до 120,  $T$  ( $^{\circ}C$ ) – до +40



Клиновая задвижка ZTS:  $DN$  (мм) – 50–800,  $PN$  (бар) – 600,  $T$  ( $^{\circ}C$ ) – от –10 до +650

завершились двухгодичные испытания новых высокопроизводительных клиновых задвижек ZTS. Эти задвижки с цельнокованым корпусом и самоуплотняющейся крышкой предназначены для нового поколения работающих на ископаемом топливе электростанций с повышенной эффективностью, достигаемой с помощью пара, нагретого до температур выше 700  $^{\circ}C$ . Задвижки установлены на главном паропроводе на выходе из пароперегревателя.

Одним из самых значимых объектов в области реализации арматуры для энергетики является новая ТЭС «Бар» в индийском штате Бихар, на которую концерн KSB поставил 6580 задвижек, запорных и обратных клапанов, а также другие типы арматуры. Ультрасовременная угольная электростанция, состоящая из пяти блоков мощностью 660 МВт каждый, является одной из крупнейших теплоэлектростанций страны и одной из первых в Индии со сверхкритическими параметрами пара – 540  $^{\circ}C$  при давлении около 260 атм.

Среди реализованных проектов по поставке оборудования KSB для электростанций на природном газе необходимо упомянуть об электростанциях на Суэцком заливе и в Порт-Саиде в Египте, об электростанции в г. Печ, Венгрия.

В 2013 г. введена в эксплуатацию парогазовая ТЭЦ «Кнапсак II» (Германия), отличающаяся самыми совершенными техническими решениями и КПД почти 60 %, благодаря чему она причислена к самым современным в мире парогазовым электростанциям. В случае выхода на полную мощность (800 МВт) ТЭЦ способна полностью удовлетворять потребности в электричестве более 500 тыс. домашних хозяйств.

В ноябре 2015 г. концерн KSB получил многомиллионный заказ на изготовление и поставку 27-ми насосов KSB для электростанции в Южном Хелуане, Египет, которая включает три энергоблока мощностью 650 МВт каждый. В комплект поставки войдут шесть насосных агрегатов для питания котла, три пусковых питательных насоса, оснащенных высоковольтными электродвигателями мощностью 4600 кВт каждый, конденсатные насосы и насосы для охлаждения воды. Примечательной технической особенностью является конструкция пусковых питательных насосов котла с подачей воды на входе в насос сразу на две ступени. Это связано с низким NPSH системы. Данное техническое решение позволяет отказаться от применения бустерных насосов и сэкономит как средства, так и монтажное пространство. Все насосные агрегаты

будут поставлены на строящуюся ТЭЦ в Южном Хелуане (130 км к югу от Каира) в период с января по сентябрь 2017 г. Пуск новой электростанции позволит устранить дефицит электроэнергии в летний период.

Как поставщик комплексных инженерных решений для нужд ТЭКа, концерн KSB многие годы сотрудничает с российскими предприятиями, производящими электрическую и тепловую энергию. История совместной работы началась еще на заре строительства первых энергетических объектов в Советском Союзе в 30-х гг. XX в. В настоящее время порядка пятидесяти российских электростанций оснащены насосами и арматурой производства KSB.

Благодаря накопленному десятилетиями опыту реализации проектов в области тепловой энергетики по всему миру, мы предлагаем самые оптимальные комплексные решения с учетом индивидуальных особенностей каждого объекта, а также сопровождаем проект на протяжении всего жизненного цикла оборудования, начиная с подбора на этапе проектирования и заканчивая монтажом, пусконаладкой и дальнейшим сервисным обслуживанием.

**Наши технологии. Ваш успех.**



[www.ksb.ru](http://www.ksb.ru)

# Перспективы возобновляемых источников энергии в тепло-, энергоснабжении России

Каковы роль и место возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в коммунальном и промышленном секторах России? Что ограничивает их распространение и какие они имеют перспективы? На эти вопросы специально для читателей журнала «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» ответили:



Ряпин Игорь Юрьевич, ведущий эксперт Центра прикладных исследований региональной и муниципальной энергетики Института энергетики



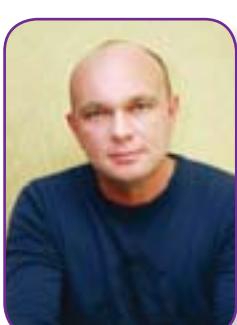
Зайченко Виктор Михайлович, д. т. н., заведующий отделом распределенных энергетических систем ОИВТ РАН



Чернявский Адольф Александрович, к. т. н., главный специалист института «Ростовтеплоэлектропроект» (РоТЭП)



Стольберг Борис Моисеевич, к. т. н., эксперт (г. Кельн, Германия), научный консультант ООО НПО «Инверсия» (г. Екатеринбург), советник ГК «Адаптика» (г. Брянск)



Шарапов Анатолий Михайлович, директор ЗАО «Экоэнергомаш».

**Каковы сегодня роль и место ВИЭ в России? Какие из них наиболее перспективны и в каком направлении они должны развиваться? Какие являются наиболее традиционными, выполняют функции котельных и мини-ТЭЦ – приведите удачные, крупные, оригинальные примеры?**

**Игорь Ряпин:** ВИЭ в нашей стране сейчас играют малозаметную роль, и большинство потребителей воспринимают их скорее как дорогую игрушку, а не как реальную альтернативу централизованному энергоснабжению. Государственная система поддержки использования ВИЭ тоже не способству-

ет поиску оптимальных способов энергоснабжения, ориентируясь в первую очередь на оптовый рынок электроэнергии, в то время как наибольшие возможности ВИЭ имеют в сфере распределенной генерации. Более того, в России весьма перспективны ВИЭ в теплоснабжении – и при сегодняшних тарифах на тепло в ряде случаев именно в теплоснабжении они оказываются экономически эффективными, однако в теплоснабжении государственной поддержки использования ВИЭ нет вообще.

При упоминании о ВИЭ в первую очередь вспоминаются ветряные и солнечные электростанции, но в нашей стране также весьма перспективно использо-

вание для выработки тепловой энергии или комбинированной выработки электрической и тепловой энергии таких видов ВИЭ, как отходы деревозаготовки и деревообработки или отходы сельского хозяйства. Также недавно к числу ВИЭ был отнесен торф, запасы которого в нашей стране весьма обширны.

**Анатолий Шарапов:** В России на государственном уровне, на наш взгляд, не уделяется должного внимания ВИЭ, особенно в области огневой утилизации растительных отходов, в том числе из-за огромных запасов традиционного энергетического сырья. Совсем иное отношения к данной тематике в странах

ЕС и странах, стремящихся к вступлению в него, в том числе путем принятия нормативов действующих директив ЕС по эмиссии вредных выбросов, например, ЗАО «Экоэнергомаш» в 2011 г. была построена ТЭЦ в г. Кировограде (Украина). Ее паровые котлы суммарной паропроизводительностью 32 т/ч работают на луге подсолнечника и обеспечивают европейские требования по выбросам CO и NOx. В предельно сжатые сроки специалисты «Экоэнергомаш» спроектировали котел, способный функционировать в связке с паровой турбиной, затем саму котельную, изготовили и поставили оборудование под ключ.

На ТЭЦ г. Рубежный (Украина) нами был модернизирован паровой котел ТС-20, ранее неудачно переведенный с природного газа на древесные отходы, и после модернизации он стал вырабатывать требуемое количество пара с параметрами, необходимыми для эффективной работы паровой турбины, при этом экологические требования были также обеспечены по европейским нормативам.

**Виктор Зайченко:** Сегодня общей тенденцией в мире является переход к широкому использованию распределенной генерации. Возобновляемая энергетика должна рассматриваться в качестве одной из ее составляющих. Совместная выработка электрической и тепловой энергии обеспечивает максимальную степень использования топлива. Тепловая энергия не может передаваться на большие расстояния. В том случае, когда совместная выработка электрической и тепловой энергии невозможна из-за больших расстояний между потребителем и электростанцией, коэффициент использования топлива определяется только процессом получения электрической энергии, и он значительно ниже, чем при совместной выработке. Применение распределенных схем энергоснабжения определяется стремлением приблизить энергетические источники к потребителю, тем самым за счет использования когенерации повысить эффективность использования топлива.

На территории России сосредоточено около четверти имеющихся в



Котельная, г. Кировоград

мире ресурсов древесины и около 45 % мировых запасов торфа. По существующим оценкам, ежегодный прирост торфа в нашей стране оценивается в 260–280 млн т, и только 1,1–1,2 % этого количества добывается и используется. Ресурсы торфа в России превышают суммарные запасы нефти и газа и уступают только запасам каменного угля. Именно на этих ресурсах должна строиться политика нашего государства в области распределенной энергетики.

Для России характерны огромные расстояния и наличие обширных регионов с неразвитой централизованной энергетической инфраструктурой, которую во многих случаях нецелесообразно даже создавать. При этом повсеместно существуют практически неисчерпаемые запасы тех или иных видов ВИЭ, в том числе растительной биомассы. Значительная часть территории страны имеет экономически оправданный потенциал использования энергии солнца и ветра.

Развитие технологий и средств распределенной энергетики, в том числе на базе ВИЭ, должно происходить путем создания гибридных энергокомплексов, в состав которых входят энергопроизводящие установки различных типов и устройства аккумулирования энергии.

**Адольф Чернявский:** Распределенная энергетика при расположении энергопроизводящих мощностей в непосредственной близости к потребителям может обеспечить возможность совместной выработки электрической и тепловой энергии. Такое стремление являлось и является приоритетом развития энергетики. Эффективность большинства современных установок совместной выработки составляет 80–90 %, отличаясь в основном только соотношением производимых видов энергии. Раздельное производство электрической и тепловой энергии – это огромные потери в экономике страны.

В качестве источников энергии для распределенного энергоснабжения могут использоваться традиционные когенерационные установки малой и средней мощностей, работающие на традиционном топливе, а также ВИЭ.

**Борис Стольберг:** В мире с начала 2000-х гг. наметилась тенденция к уходу от традиционного развития энергетики – жестко централизованной системы с преобладанием крупных источников, разделенных, как правило, на электрогенерацию и теплогенерацию. На смену приходит малая распределенная энергетика (МРЭ): ориентированная на кон-



крайнего потребителя, сформированная с учетом особенностей локального спроса, который диктует выбор типа и формы реализации генерации, территориально приближенная к потребителю, использующая местные топливные ресурсы, прежде всего, ВИЭ.

В России традиционно МРЭ отводилось место лишь в тех регионах, где нет доступа к централизованному энергоснабжению. Это, как известно, огромная территория, составляющая почти 2/3, где проживает около 10 % населения РФ, сосредоточено до 15 % основных производственных фондов, добывается 75 % нефти и более 90 % газа, сосредоточены почти все запасы алмазов, радиоактивных и редкоземельных элементов, драгоценных металлов, пушнины и, наконец, заготавливается более 50 % древесины (из которых до половины в дальнейшем превращается в отходы).

И в этих условиях (как ни странно это выглядит со стороны, например, немецких производителей мини-ТЭС) практически отсутствует электрогенерация на ВИЭ. Сейчас в этих регионах РФ основу электроэнергетики составляют более 50 тыс. электростанций на базе двигателей внутреннего сгорания (в основном дизельных) с суммарной годовой выработкой более 50 млрд кВт·ч и 1 кВт·ч обходится там потребителю в 6–10 раз дороже, чем в остальных районах.

Причин такого явления много, и отсутствие достаточно эффективного оборудования занимает далеко не первое место. Среди мини-ТЭС, недавно появившихся на рынке, особо выделяются работающие на синтез-газе, получающим путем пиролиза или газификации

древесных или сельскохозяйственных отходов. Эти мини-ТЭС как технические единицы МРЭ позволили бы во всех регионах решить не только экономические проблемы, но и целый ряд социальных, демографических и других, не менее важных проблем.

Однако на сегодняшний день ни один из их производителей в РФ реально не имел коммерческого успеха и лишь некоторые могут похвастаться пилотными проектами. Один из наиболее крупных инновационных проектов, оригинальный и обещающий быть удачным, завершен в этом году. Это строительство ООО «Краснодарский диоксид кремния» – комплекса по утилизации рисовой лузги с выработкой электроэнергии и тепла и получения кремний-углеродных порошков. В основу создания энергетической части комплекса положена инновационная технология газификации, разработанная ООО «Адаптика».

Объем инвестиций, вложенных в создание производства, оценивается в сумму свыше 116 млн рублей. С выходом на проектные мощности ежегодно предприятие будет перерабатывать 9000 т лузги риса с получением 6 млн кВт·ч электроэнергии и 1300 т кремний-углеродных порошков. В результате строительства комплекса решен вопрос утилизации лузги риса. Реализация проекта позволит решить и экологическую задачу региона по переработке отходов крупного рисового завода – Южной рисовой компании. При этом комплекс обеспечивает электроэнергией сам завод, а тепло предполагается использовать в тепличном хозяйстве.

Как развивается такое направление ВИЭ, как биоэнергетика, энергетическая утилизация биомассы, насколько это актуально? Какие Вы знаете примеры биогазовых станций в России? Гибридных? С использованием тепловых насосов? Котельных на биомассе? Оборудование каких фирм использовано на этих объектах? Что показывает опыт их эксплуатации?

**Анатолий Шарапов:** Мы можем привести несколько примеров котельных, работающих на биомассе. В котельной ОАО «Аткарский маслоэкстракционный завод» в 2004–2012 гг. были осуществлены работы по проектированию, установке и наладке трех паровых котлов Е-14-1,4-250ДВ, работающих на лузге подсолнечника. Таким образом, в котельной произошло замещение 90 % газообразного топлива на биотопливо.

В 2014 г. была построена котельная паропроизводительностью 12 т/ч для гречнево-хлопяного завода Мценского района, расположенная на территории индустриального парка «Зеленая роща».

Многолетний успешный опыт эксплуатации котлов, работающих на ВИЭ, КПД которых составляет 89–92 %, показал, что уровень конкурентоспособности ВИЭ по отношению к традиционному топливу растет.

**Виктор Зайченко:** Наша страна обладает самыми большими в мире запасами природной биомассы, к которой относятся древесные и сельскохозяйственные отходы, торф, отходы жизнедеятельности различных видов.

Важным направлением использования региональных топливно-энергетических ресурсов является разработка и создание новых методов энергетической утилизации отходов жизнедеятельности различных видов. Ресурсы данного вида сырья в стране значительны, энергетическая утилизация является приоритетным направлением в снижении нагрузки на окружающую среду.

Производство электрической энергии при использовании биомассы в виде первичного источника требует разработ-

ки новых подходов. Эффективных технологий получения электрической энергии из биомассы в установках сравнительно небольшой мощности для нужд распределенной энергетики не существует ни у нас в стране, ни за рубежом. Одним из решений проблемы является получение из биомассы энергетического газа с высокими теплотехническими характеристиками с последующим использованием в газопоршневых или газотурбинных установках для выработки электрической энергии.

**Что Вы можете сказать о биогазовых станциях в России? В Европе их построено очень много, но есть ли необходимость строительства в России?**

**Виктор Зайченко:** Разработчиком этого процесса был Е. Панчава, московский научный работник. Использование биогазовых технологий в принципе возможный вариант. Но он, с моей точки зрения, может иметь достаточно ограниченное применение. Главным достоинством этой технологии считается получение высококачественных удобрений. Энергетический эффект от этой последовательности операций совсем небольшой. Если просто использовать непереработанные удобрения, то это плохо. А после этого процесса вредная микрофлора исчезает, и вырабатывается высококачественное удобрение. В 1912–1914 гг. существовал определенный паритет между тем, что производилось домашними животными, птицами и т. д., и урожайностью, например, зерновых культур. Это паритет существовал на уровне урожайности зерновых порядка 12–14 ц/га. Все такие отходы могли быть использованы для удобрений, т. е. внесены в качестве удобрений на используемые пахотные земли, и при том уровне урожайности ничего не оставалось. С тех пор урожайность увеличилась значительно, одновременно существенно возросло производство продуктов животноводства, птицеводства (увеличилось потребление мяса на душу населения и количество населения). В силу этих причин производство либо, точнее сказать, превращение отходов жизнедеятельности в качественные

удобрения проблему эту в общем плане решить не может.

**Обозначьте, пожалуйста, главную проблематику ВИЭ в России? Каковы стоимость оборудования, сроки окупаемости проектов, технические особенности?**

**Игорь Ряпин:** Главной проблемой в использовании ВИЭ в России сейчас остается стоимость оборудования и доступность инструментов финансирования для их развития. Кроме того, централизованная энергетика, видя в распределенной энергетике, в том числе и функционирующей с использованием ВИЭ, грозного соперника, старается осложнить ее развитие как в электроэнергетике, так и в теплоэнергетике. И тем не менее в ближайшей перспективе будут развиваться локальные источники энергии, использующие местные виды возобновляемых ресурсов и отходы производства и предназначенные для удовлетворения потребностей в энергии самих потребителей. Именно эта область наиболее интересна и перспективна как для потребителей, так и для всей экономики России.

**Виктор Зайченко:** Общей проблемой для многих регионов в настоящее время является невозможность в рамках существующих тарифов окупить затраты на производство электрической и тепловой энергии с использованием привозных топлив, к которым относятся уголь, мазут, дизельное топливо, жидкое печное топливо. Себестоимость «дизельного электричества», например, не ниже 15 руб./кВт·ч (в некоторых регионах до 40–100 руб./кВт·ч).

Бюджетное дотирование используют для частичного покрытия затрат на приобретение привозного топлива во многих регионах, имеющих в то же время значительные местные топливно-энергетические ресурсы. Так, Нижегородская область, в которой в основном используется привозной уголь из Кузбасса, обладает

значительными ресурсами торфа и дрессины. Южные регионы России, где также часто используется кузбасский уголь, имеют значительный потенциал ветровой, солнечной, геотермальной энергии. Одновременно с привозным углем на полях Юга России ежегодно сжигается солома в количестве, эквивалентном 10–12 млн т.у.т. Арктические области, где, как правило, используется только привозное жидкое топливо, характеризуются значительным потенциалом ветровой энергии. То же самое можно сказать относительно многих других территорий России.

Задачи, которые ставятся перед разработчиками систем аккумулирования энергии применительно к условиям нашей страны, отличаются от задач в европейских странах, где установки распределенной генерации в основном резервируются сетью. У нас другие расстояния, при этом значительное число регионов страны являются энергодефицитными. Для России главная задача – создание энергоисточников именно в тех местах, где сети либо нет, либо ее мощности недостаточно для обеспечения существующих потребностей в энергии. Отсутствие систем резервирования электрической энергии является основным сдерживающим фактором развития распределенной энергетики в нашей стране.

Такая энергетика имеет известные ограничения по мощности. Для обеспечения энергией распределенных потребителей основные используемые мощности составляют, как правило, не более 3 МВт. Поэтому главными энергогенерирующими агрегатами, использу-





зующими получаемый горючий газ в качестве топлива, будут газопоршневые электростанции: при рассматриваемых мощностях они и мини-ТЭЦ имеют существенно лучшие технико-экономические показатели по сравнению с газотурбинными установками.

**Адольф Чернявский:** Строительство новых тепловых электростанций, в первую очередь на быстро дорожающем природном газе, либо реконструкции существующих газовых ТЭС оказываются убыточными, т. е. не окупаются за «срок жизни» используемого оборудования. Это подтверждают данные результатов сравнения технико-экономических параметров некоторых проектов по строительству и реконструкции действующих электростанций, выполненных головным проектировщиком энергетики Юга России – институтом «Ростовтеплоэлектропроект», в том числе проектов, которые в настоящее время находятся на стадии реализации. Срок окупаемости новых газовых электростанций в настоящее время составляет более сорока лет, угольных – 18–22 года. В то же время различные типы распределенных систем, создаваемых для автономного энергоснабжения конкретных потребителей, имеют сроки окупаемости в среднем от 4-х до 10-ти лет. Это значительно ниже, чем на объектах сетевой энергетики.

Создание автономных электростанций для энергоснабжения отдельных

потребителей с коммерческой точки зрения оказывается более выгодным. При использовании объектов распределенной генерации, сооружаемых для конкретных потребителей, энергия не передается в сеть, а применяется этими потребителями для покрытия собственных нужд, как правило, по себестоимости, т. е. в несколько раз дешевле. При получении энергии от сети потребитель оплачивает значительную разницу между тарифами, по которым энергопринял платит за энергию генерирующими компаниями и которые назначаются сетевыми компаниями при продаже энергии потребителям.

Так, эквивалентный одноставочный тариф для оплаты электроэнергии станциями в среднем по стране находится сегодня в диапазоне 1,3–1,7 руб./кВт·ч, а для реализации потребителям – в диапазоне 4–8 руб./кВт·ч. Установки с применением газопоршневых двигателей, с использованием энергии биомассы, солнечной и ветровой энергии дают электроэнергию, себестоимость которой меньше, чем предлагаемые потребителям тарифы в крупных энергетических системах. Например, для газопоршневых электростанций себестоимость киловатт-часа оказывается на уровне 1,8–2,0 рублей. При этом сроки окупаемости инвестиций в автономные энергисточники ниже, а индексы доходности выше, чем при сооружении традиционных электростанций большой мощности.

**Борис Стольберг:** Если в части теплогенерации с использованием ВИЭ оборудование большей частью освоено в производстве и проблемы в основном организационного характера, то в части электрогенерации без инноваций не обойтись. Это особенно касается оборудования, работа которого основана на процессах пиролиза и газификации.

Развитие малых городов и поселений путем создания распределенной энергетики требует активизации инновационного процесса в ЖКХ.

Традиционно в СССР инновация включала следующие этапы: НИР, ОКР, апробацию, опытные производство и эксплуатацию. Даже во время войны ни один из этих этапов не исключался, сокращалось лишь (иногда в десятки раз) отводимое для этого время. В странах капитализма инновации проходили те же этапы с той лишь разницей, что добавлялся еще один этап – коммерциализация. При этом во всех странах существовала отработанная система финансирования каждого этапа.

Что же произошло в России? В 90-е гг. государство про инновацию вообще забыло, в 2000-е гг. вспомнило, но только с 2010 г. начало создавать юридическую и экономическую базы, причем преимущественно в части НИР и ОКР. Остальные этапы вынуждены в большинстве случаев сворачивать, не найдя инвестиций. Посевные инвестиции – это редкость, а в ЖКХ их практически нет. В результате все больше разработчиков новых тепло- и электрогенераторов, использующих ВИЭ, вынуждены предлагать свои услуги, не пройдя в полном объеме апробацию на местном сырье и испытания. Другими словами, риски недоработки оборудования переносятся на заказчика проекта и инвестора.

На сегодняшний день в сфере ЖКХ пробиться в производство не могут и априори экономически эффективные инновации, если у разработчиков нет собственных средств для прохождения завершающих этапов инновационного процесса.

**Каковы экологические проблемы в использовании традиционных источников энергии?**

**Игорь Ряпин:** Экологические проблемы в использовании традиционных источников энергии хорошо известны – это загрязнение воздуха, воды вредными выбросами, тепловое загрязнение водоемов, образование золоотвалов. Однако хотелось бы подчеркнуть, что государство пока недостаточно внимания уделяет вопросам экологии. Установление более жесткого режима обращения с отходами сельского хозяйства, обязательств по утилизации бытового мусора будет в значительной мере способствовать развитию энергоисточников, использующих эти отходы. Ведь здесь складывается уникальная ситуация: появляется топливо с отрицательной ценой, т. е. его использовать выгоднее, чем не использовать. Применение ВИЭ должно стать одним из способов реализации государственной экологической политики.

**Каковы перспективы ВИЭ на ближайшие годы и в будущем? Какие ставятся задачи, как они должны решаться?**

**Виктор Зайченко:** Приоритеты меняются достаточно быстро. Сравнительно недавно считалось, что практически все задачи, связанные с обеспечением потребителей электроэнергией и теплом, могут быть решены в рамках крупных централизованных систем. К настоящему времени в существующих экономических условиях во многих случаях системы распределенной энергетики обладают лучшими технико-экономическими параметрами по отношению к централизованным системам энергообеспечения. Нам необходимо занять определенную позицию с учетом этих изменений, сформулировать свое отношение к этой проблеме и разработать программу, научные основы перехода к децентрализованному энергоснабжению.

**Адольф Чернявский:** У нас достаточно часто обсуждаются проблемы, связанные с определением того количества природных углеводородных топлив, которым мы располагаем. Под этим подразумеваются количественные оценки имеющихся запасов углеводо-

родных топлив: нефти, газа, угля. Это не совсем корректное рассмотрение в настоящее время. Задача может быть сформулирована несколько по-другому. Необходимо определить, сколько в конечном итоге останется невостребованного угля, нефти и газа в результате сегодняшнего изменения приоритетов. Непонимание этого может привести к значительным просчетам в экономической политике государства, например, в инвестировании энергетических и топливно-энергетических проектов, которые не будут востребованы в дальнейшем. Мы будем вкладывать средства в новые нефтегазовые месторождения, и в то же время покупать авиакеросин за границей.

Учитывая изменение экономических предпосылок для развития определенных отраслей энергетики, нам необходимо определить собственную позицию, которая обеспечит определенные преренции в развитии базовой отрасли экономики. Сейчас много говорят о необходимости импортозамещения. Применительно к науке этот термин не может быть использован. Нам представляется, что по смыслу термин «диверсификация» подходит в большей степени. Это означает разработку технических решений, опережающих существующий уровень. При этом мы должны стараться по возможности в такой области, как энергетика, минимизировать использование зарубежных технологий. Это означает, что в ожидаемой нас переориентации системы построения энергетики с централизованных схем на использование распределенных источников генерации отечественные технологии должны играть определяющую роль.

**Какие льготы и преференции Россия предоставляет для тех, кто устанавливает ВИЭ? Каковы льготы в других странах?**

**Игорь Ряпин:** В российской электроэнергетике действует система поддержки использования ВИЭ на оптовом и розничных рынках электроэнергии, которые достаточно эффективны, хотя и направлены в первую очередь на применение ВИЭ для поставок вырабатываемой энергии в общую сеть, а не

для собственного использования, что является более перспективным. В этом смысле российская система поддержки ВИЭозвучна наиболее известным системам поддержки, используемым в других странах, в частности, европейских. Однако большой недостаток нашей системы поддержки применения ВИЭ – отсутствие поддержки ВИЭ в теплоснабжении (и здесь зарубежных аналогов мало, так же, как мало и зарубежных аналогов в централизованном теплоснабжении). Кроме того, нашей системе не хватает поддержки потребителей, устанавливающих источники энергии, функционирующие с использованием ВИЭ, преимущественно для удовлетворения собственных производственных нужд. Это могли бы быть, например, льготные условия оплаты передачи электроэнергии на розничном рынке, если электростанция, функционирующая с использованием ВИЭ, заключает договор поставки электроэнергии с потребителем, расположенным в непосредственной близости.

**Борис Стольберг:** В таких странах, как Германия, США и Израиль, разработана сбалансированная система поддержки государством всех этапов инновационного процесса (в первую очередь в области распределенной энергетики), причем на опытное производство, апробацию, опытную эксплуатацию и коммерциализацию приходится львиная доля финансирования. Полное копирование этой системы в РФ вряд ли сейчас возможно, но должно быть понимание необходимости участия государства.

Решение указанных проблем во многом бы стало легче, если бы в законах о ВИЭ и о развитии малых населенных пунктов появилась статья о государственной поддержке таких этапов инновационного процесса, как апробация, опытное производство, опытная эксплуатация и коммерциализация.

Не обязательно, чтобы для коммерческих проектов эта поддержка была только финансовой, но реализация инновационных проектов в ЖКХ, успешно прошедших этапы НИР и ОКР, без государственного финансирования невозможна.

# Газопоршневые электростанции, установки, компоненты

*В настоящее время электростанции на базе газопоршневых двигателей являются очень востребованным источником постоянного энергоснабжения промышленных объектов. Рассмотрим в данном обзоре ГПУ основных ведущих мировых и отечественных производителей, а также их узлы и компоненты.*

## Bosch KWK Systeme (Германия)



Мини-ТЭС Bosch в диапазоне мощности от 50 до 400 кВт электрической энергии (Bosch CHP) поставляются в виде готового, полностью укомплектованного и предварительно протестированного в заводских условиях модуля. Базовый модуль состоит из двигателя, соединительных деталей, генератора, теплообменника и контура охлаждения. Устройство управления установкой (шкаф управления) на базе контроллера Woodward Easygen также входит в комплект поставки. Модуль об оборудован первичной системой шумоглушения. Все компоненты Bosch CHP идеально согласованы и обеспечивают максимальную эффективность функционирования оборудования.

Использование системы управления Bosch гарантирует согласованную работу Bosch CHP с пиковым водогрейным котлом Bosch (в случае необходимости установки котла для покрытия пиковых нагрузок). Таким образом, применяя всего один источник энергии, можно воплотить индивидуальную концепцию обеспечения отоплением, горячей водой и электричеством. При этом монтаж и пуск в эксплуатацию не

представляют особой сложности для специалистов.

Помимо указанных модулей, компания Bosch предлагает когенерационные установки MoSys электрической мощностью 800 кВт – 2МВт на базе двигателей MTU 4000 серии, комбинированные системы выработки тепла и сжатого воздуха (СНА), а также турбины для работы по органическому циклу Рэнкина (ORC). Необходимо отметить высокую гибкость размещения и компоновки установок Bosch, надежность, экологичность и экономическую эффективность поставляемых решений. При наличии необходимости в паре в качестве систем утилизации тепла для когенерационных установок Bosch применяет также 4-ходовые паровые котлы, котлы-utiлизаторы. Использование парового котла с выделенным четвертым ходом для продуктов сгорания от газопоршневой установки позволяет обеспечить стабильные параметры пара и сократить потребление газа горелочным устройством котла. Все когенерационные и котельные установки Bosch оснащаются системами дистанционного мониторинга состояния Master Energy Control (MEC), позволяющими оптимизировать стоимость владения оборудованием и сервисного обслуживания.

Bosch KWK Systeme представляет обновленную газопоршневую машину Bosch CHP CE 50-3 NA – третье поколение машин мощностью 50 кВт электрической энергии. Модель отличает ряд улучшенных характеристик, среди которых высокая степень гибкости настроек, увеличение эффективности по тепловой и электрической энергии, снижение уровня низкочастотных шумов и создание дополнительных опций, уменьшающих общее звуковое воздействие.

Bosch CHP CE 50-3 NA рассчитана на работу в температурных графиках 93/80,

90/70, 80/60 °С и в специализированном режиме. Для достижения большей гибкости при установке модель оборудована разборной рамой. Дополнительные преимущества дает отдельный шкаф управления машиной или каскадом машин и использования первичного и вторичного шумоглушителей. Возможность дополнительного оснащения системой удаленного доступа МЕС позволяет дистанционно отслеживать состояние оборудования и легко менять настройки. Среди дополнительных улучшений – новый пластинчатый теплообменник, обновленный и более простой в обслуживании катализатор, а также новый термостойкий детектор дыма и новый генератор переменного тока. В результате эффективность Bosch CHP CE 50-3 NA повысилась до 61 % по тепловой и до 34,3 % по электрической мощности.

Установка предлагается в комплекте со всей необходимой разрешительной и сопроводительной документацией. Bosch CHP CE 50-3 NA доступна к заказу в России.

## Caterpillar (США)

Компания Caterpillar, занимающаяся вопросами надежного и эффективного энергообеспечения с 1939 г., осуществляет не только производство основных элементов своих генераторных установок, но и разработку всего вспомогательного оборудования. Системы энергоснабжения Cat® включают в себя генераторные установки, устройства бесперебойного питания, автоматического включения резерва и распределительные устройства. Все эти элементы, объединенные вместе, представляют собой удобный для использования единый источник электрической энергии.

Газопоршневые генераторные установки Caterpillar имеют единичную электрическую



## ETW Energietechnik (Германия)

Компания ETW Energietechnik основана в 1997 г. Производственные мощности предприятия находятся в г. Мюнхен, земля Северный Рейн-Вестфалия (Германия). Основные сферы деятельности компании – разработка и производство газопоршневых когенерационных, биометановых установок, станций подготовки для специальных газов, парогенераторных станций, дизель-генераторных агрегатов, а также сервисное обслуживание производимого оборудования.

Серийная программа поставок газопоршневых когенерационных установок компании ETW Energietechnik включает в себя агрегаты контейнерного и встраиваемого исполнений электрической мощностью от 143 до 4500 кВт. Когенерационные установки типа ETW EG мощностью от 143 до 528 кВт электроэнергии оснащаются газовыми двигателями производства MAN, мощностью от 600 до 4500 кВт – двигателями марки MWM и MTU.



мощность от 85 до 5700 кВт, а несколько установок, соединенных для параллельной работы, могут вырабатывать любое необходимое количество как электрической, так и тепловой энергии. Агрегаты могут поставляться в блочно-модульном исполнении для стационарной установки в здании или в контейнерах максимальной заводской готовности (до 2,5 МВт).

Наибольшее распространение получили когенерационные установки на базе газопоршневых генераторов. Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, выработанной газопоршневым агрегатом, в 3–4 раза ниже, чем действующие тарифы централизованных энергосистем. Все это, а также значительный межремонтный период установок Caterpillar, достигающий у отдельных моделей 80 тыс. моточасов, позволяет владельцам теплоэлектростанций выйти на окупаемость уже через 3–5 лет. Отличительной особенностью газопоршневых генераторных агрегатов Caterpillar является возможность работы на топливном газе низкого давления без оснащения агрегата дополнительным газодожимным оборудованием или подвода магистрального газа высокого давления. Это обстоятельство позволяет эксплуатировать данные установки на таких видах топлива, как свалочный газ и биогаз. Эффективность оборудования Caterpillar дополняется не имеющей аналогов системой поддержки и сервиса. Самым крупным дилером Caterpillar в Европе и в СНГ является холдинг Zeppelein Group.

## Cummins (США)

Cummins Power Generation (CPG) предлагает надежные и экономичные газопоршневые электрогенераторы с низким уровнем выброса вредных веществ. Электрогенераторы, работающие на обедненной газовой смеси, являются основными

составляющими решений Cummins Power Generation по энергоснабжению. Диапазон мощности у газопоршневых установок начинается с 315 кВт и достигает 2000 кВт, они могут работать как на природном газе, так и на других видах альтернативного топлива. Международная компания Cummins славится именно тем, что электрогенераторы имеют увеличенные интервалы технического обслуживания, высокую топливную экономичность, очень низкий уровень выбросов, и все это предоставляется с надежными и компактными энергоснабжающими схемами под ключ.

Все электрогенераторы Cummins производятся исключительно из компонентов, изготовленных компанией Cummins: от двигателя и до генератора переменного тока, от распределительных устройств до систем управления. В результате – безотказная производительность, оптимизация производства и техническое обслуживание на каждом шагу. Компания называет это The Power of One™. Газопоршневые электрогенераторы Cummins работают на самом разном топливе: природном газе из газопровода; угольном газе; газах, полученных от анаэробного сбраживания сточных вод и биоразлагаемых отходов; попутном нефтяном газе.



На российском рынке компания существует с 2009 г. и реализовала ряд успешных проектов по внедрению как отдельных когенерационных установок, так и крупных энергоцентров для собственных нужд, для удовлетворения потребностей отечественных предприятий в снабжении паром, электрической и тепловой энергией.

Преимуществами компании являются собственный инженерно-конструкторский потенциал, инновационные решения в проектах с особыми условиями эксплуатации, использованием специальных видов газа, полной автоматизацией производственных процессов генерации энергии, а также постоянное сопровождение своих разработок от стадии проектирования, до реализации и последующей эксплуатации.

## FG Wilson (Великобритания)



Компания FG Wilson 45 лет выпускает дизельные и газовые электростанции. Производственные мощности расположены в Великобритании, Бразилии, Китае, Индии и США, что обеспечивает необходимый объем выпуска и снижение логистических расходов. Текущий суммарный объем производства – более 132 тыс. генераторных установок в год.

В основе газопоршневых электростанций FG Wilson – британские двигатели Perkins (серия 4000) и французские электрические генераторы Leroy Somer. Электрическая мощность решений FG Wilson находится в диапазоне от 276 до 1000 кВт. Тепловая мощность электростанций FG Wilson – от 415 до 1091 кВт. Выпускаются стандартные и индивидуальные решения, благодаря чему газовые электростанции FG Wilson – основа как систем генерации электроэнергии, так и систем когенерации и тригенерации тепла. Являясь высокоточным оборудованием, отвечающим всем современным требованиям по шуму, выбросам и расходу топлива, данные электростанции обеспечивают высокий КПД всей системы. Поддержку оборудования FG Wilson осуществляют более 370 официальных дилеров в более чем 150 странах мира.

## General Electric (GE)

GE является одним из мировых лидеров по производству газовых и паровых турбин, а также газовых и дизельных поршневых двигателей. Энергетическое оборудование представлено в широком диапазоне мощности от 119 кВт до 700 МВт, что позволяет использовать его в самых различных отраслях от небольших производств и теплиц до металлургических комбинатов и крупных электростанций. Модельный ряд поршневого оборудования GE представлен двигателями, работающими на газообразном и дизельном топливах. Поршневые двигатели подразделения GE

Power представлены в диапазоне мощностей от 119 до 9521 кВт, что позволяет применять их в энергетических проектах в различных отраслях. Газопоршневые двигатели GE обладают высокой эффективностью и могут работать на различных типах газообразного топлива.

## Jenbacher

Газопоршневые двигатели GE's Jenbacher – высокоэффективное оборудование для выработки электрической и тепловой энергии. Двигатели могут быть



представлены в контейнерном исполнении, что ускоряет сроки ввода ТЭЦ в эксплуатацию и позволяет получить доступ к мощности в сжатые сроки. Особенности: высокая эффективность: КПД<sub>эл</sub> до 45,2%, КПД<sub>общ</sub> до 90,3%; топливная гибкость: работа на природном газе, попутном нефтяном газе, биогазе, специальных и других газах; контейнерное решение. ГПД GE's Jenbacher производятся на заводе в Йенбахе (Австрия) с 1957 г. Используя более чем полувековой опыт, GE's Jenbacher производит одни из самых эффективных ГПД для распределенной энергетики.

## Waukesha

ГПД GE's Waukesha (119–3605 кВт) за рекомендовали себя как надежные «рабочие лошадки» для генерации энергии и в качестве приводов для компрессоров и насосов. Данные ГПД востребованы в проектах с использованием газов низкого качества. Используемая технология подготовки газовоздушной смеси Rich-burn позволяет принимать до 70 % нагрузки за один шаг. Особенности: работа на высококалорийных газах, в широком диапазоне высот над уровнем моря и различных климатических условиях, возможность приема больших нагрузок за один шаг.

Стационарные ДГУ (2,55–2,81 МВт) – надежный источник электроэнергии, эффективно работающий в различных климатических условиях. ДГУ применяются



на муниципальных объектах, объектах коммерческой недвижимости, нефтяной, лесоперерабатывающей и других отраслях. Особенности: низкий расход топлива (185 г/кВт·ч), использование легкодоступного дизельного топлива, быстрая установка и простота в сервисном обслуживании.

В России/СНГ работает команда сервисных инженеров, прошедших сертификацию компании. В 2011 г. GE запустила сервисный центр в Калуге, где проводится часть работ по обслуживанию двигателей.

## Guascor (Испания)

Компания Guascor S.A., основанная в 1966 г. в Испании, разработала серию современных газопоршневых двигателей. Они не являются простой переделкой дизелей под другой тип топлива, а спроектированы и оптимизированы непосредственно для применения газа. Особенности газопоршневых электрогенерирующих установок Guascor: новейшая разработка двигателей непосредственно для использования газового топлива, менее жесткие требования к потребляемому газу, применение в установках новейших разработок из области строения газовых двигателей, надежность и простота применения и обслуживания.



Ваш партнер по сервисному  
обслуживанию газопоршневых  
агрегатов MWM и SOKRATHERM (MAN)



Двигатели оборудованы современными электронными системами регулирования подачи топлива, скорости и мощности, отличаются высокой надежностью и производительностью при эксплуатации в самых тяжелых условиях, относятся к категории двигателей с высоким сроком работы. В числе других преимуществ унификация деталей, оперативные сроки поставки, гибкость комплектации систем когенерации и управления.

## MWM (Германия)



Компания Caterpillar Energy Solutions GmbH (бренд MWM) является одним из мировых лидеров в производстве инновационного оборудования для выработки тепловой и электрической энергии при использовании природного газа и возобновляемых источников энергии. MWM уже более десяти лет активно работает в России, а в мае 2011 г. компания открыла представительство в Москве.

Мощностной ряд оборудования MWM составляет от 400 до 4500 кВт единичной мощности. Одной из наиболее важных сфер применения газовой энергии являются тепличные комплексы. За последние годы бренду MWM удалось в этой области увеличить свою долю на рынке до 50 %. Другие важные энергетические проекты – это системы центрального теплоснабжения. В этой сфере в России уже начаты большие и малые проекты, самый крупный из которых рассчитан на 24 МВт. Еще одной сферой применения продукции является промышленность.

Основные технические преимущества оборудования MWM: возможность работы на газе низкого давления (0,180 бар) и отсутствие необходимости применения подкачивающих компрессоров при снижении давления газа ниже 4 бар; наиболее длительные интервалы между остановками оборудования для проведения регулярного техобслуживания и между капримонтами (некоторые модели – до 80

тыс. моточасов), низкие затраты на эксплуатацию и стоимость жизненного цикла оборудования. Срок гарантии на оборудование – 24 месяца со дня ввода оборудования в эксплуатацию или 30 месяцев со дня отгрузки с завода-изготовителя.

## SOKRATHERM (Германия)

SOKRATHERM – ведущий немецкий производитель когенерационных установок электрической мощностью от 50 до 530 кВт на базе газопоршневых моторов баварского концерна MAN, зарекомендовавших себя как лучшие в своем мощностном классе для энергетических систем длительного непрерывного использования. В России установки SOKRATHERM успешно внедряются с 2005 г. и эксплуатируются как в полностью автономном режиме, так и параллельно с внешними электрическими сетями. Представительство в России и официальный сервисный центр обеспечивают поддержку клиентов весь срок службы оборудования.

Одним из главных преимуществ когенерационных установок SOKRATHERM является их малый размер (самые компактные в своем классе), максимально низкий уровень шума, вибраций и выбросов CO и NOx. Система управления Sokratherm с возможностью дистанционного доступа для клиента и непрерывного контроля со стороны завода позволяет полностью автоматизировать работу отдельных установок и каскадных групп с максимальной адаптацией к существующему набору нагрузок на объекте, а также быстро выявлять возможности для оптимизации режимов.

Когенерационные установки SOKRATHERM могут поставляться как в традиционном исполнении, так и в контейнерах полной заводской готовности стандартных размеров (20, 30 и 40 футов).



### Лучшее оборудование для производства электрической и тепловой энергии:

- Газопоршневые модули производства SOKRATHERM (Германия) единичной мощностью 50-530 кВт,
- Газопоршневые агрегаты производства MWM (Германия) единичной мощностью 400-4300 кВт,

### Многолетний опыт в области сервисного обслуживания газопоршневых агрегатов MWM и SOKRATHERM (MAN)

#### Регламентное сервисное обслуживание

- Уровни E30, E40, E50, E60
- Диагностика, аварийное сервисное обслуживание и ремонт
- Диагностическое эндоскопирование цилиндров и внутренних полостей
- Отбор и анализ смазочного масла
- Проверка компрессии в цилиндрах
- Анализ дымовых газов
- Вибродиагностика и другие виды диагностики
- Демонтаж/монтаж и очистка охладителей смеси (интеркулеров), масляных охладителей
- Демонтаж/монтаж и ремонт турбономпресоров
- Сезонная очистка градирен
- Ремонт головон цилиндров
- Ремонт блоков зажигания
- Модернизация и замена систем зажигания
- Внутренняя и наружная консервация двигателей, генераторов, контуров, градирен
- Ремонт генераторов
- Шеф-монтаж и монтажные работы

### Запасные части MWM и SOKRATHERM (MAN), расходные материалы и комплектующие со склада и на заказ:

- Запасные части для двигателей
- Масляные фильтры оригинальные и OEM, свечи зажигания
- Гильзы, поршни, вкладыши, головки цилиндров
- Комплекты для ремонта ГБЦ
- Электронные компоненты (компоненты систем зажигания, регуляторы напряжения, частоты вращения, актуаторы дросселей и др.)
- Агрегаты (резинометаллические компенсаторы, компоненты газовых рамп, интеркулеры, катализаторы и др.)
- Турбокомпрессоры
- Специализированные смазочные материалы

117218, г. Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 25, корп. 97, оф. 41-44

Тел/факс: +7 (495) 669-32-90

info@gasmotorservice.ru

[www.gasmotorservice.ru](http://www.gasmotorservice.ru)

## Mitsubishi Heavy Industries (Япония)



Газопоршневые электростанции производства Mitsubishi Heavy Industries известны на рынке высоким качеством и настоящей японской надежностью. Производство осуществляется как в Японии, так и на новой производственной линии во Франции, что значительно сокращает время поставки оборудования и запасных частей в европейские страны. В линейке высокоскоростных двигателей предлагаются двигатели серии GS мощностью от 360 до 1500 кВт. В частности, газопоршневая установка GS16R2-PTK (1500 кВт) имеет КПД 42,1 % и за счет отличных эксплуатационных показателей является одним из наиболее импортируемых газопоршневых двигателей в России.

В части низкоскоростных двигателей для базовой генерации, производителем предлагается серия KU мощностью от 3,8 до 5,65 МВт, также отличающаяся низкими затратами на обслуживание и высокой (до 48,8 %) эффективностью, возможностью работать в режиме когенерации.

## Perkins (Великобритания)

Компания Perkins, основанная в Великобритании, уже почти 85 лет выпускает дизельные и газовые двигатели для электростанций и спецтехники. Заводы



по производству двигателей расположены по всему миру (Великобритания, США, Бразилия, Китай, Индия, Италия). Все газопоршневые двигатели Perkins относятся к 4000 серии: модели 4006 имеют 6 цилиндров и производят 307–375 кВт электрической мощности; модели 4008 имеют 8 цилиндров и производят 425–500 кВт электрической мощности; модели 4012 имеют 12 цилиндров и производят 600 кВт электрической мощности; модели 4016 имеют 16 цилиндров и производят 875–1000 кВт электрической мощности. Газовые двигатели Perkins традиционно производятся на заводе в Страффорде (Великобритания), для рынков Южной и Восточной Азии было открыто сборочное предприятие в Индии. Данные двигатели разрабатывались специально для работы в газопоршневых генераторных установках (ГПГУ), работающих как для генерации только электроэнергии, так и для генерации тепловой энергии в составе мини-ТЭЦ. Они могут работать на природном газе, биогазе, попутном нефтяном газе, свалочном и шахтном газе.

## Rolls-Royce Power Systems AG (Германия)

Rolls-Royce Power Systems AG является частью холдинга Rolls-Royce plc и был образован в 2014 г. путем слияния активов Rolls-Royce и Daimler AG, специализирующихся на производстве поршневых двигателей внутреннего сгорания и генераторных установок на их основе. Основными частями холдинга являются: MTU (производство быстроходных двигателей), MTU Onsite Energy (производство генераторных установок на основе быстроходных двигателей MTU), Bergen Engines AS (производство среднеоборотных двигателей и генераторных установок на их основе) и L'Orange (производство компонентов для двигателей внутреннего сгорания).

## MTU Onsite Energy (Германия)

MTU Onsite Energy GmbH — один из основных активов Rolls-Royce Power Systems AG, который является ведущим в мире поставщиком высокооборотных генераторов и среднеоборотных поршневых генераторных установок. На начало 2014 г. MTU Onsite Energy произвел более 4500 генераторов на

базе ДВС суммарной мощностью более 3700 МВт.



MTU Onsite Energy Ausburg — один из ведущих производителей когенерационных установок в диапазоне от 100 до 2530 кВт единичной мощности в Европе. MTU Onsite Energy имеет широкую сеть официальных сервис-партнеров (дилеров) по всему миру. Представительство в России открыто в 2013 г. в Санкт-Петербурге. Локальные энергоподстанции на базе генерирующего оборудования MTU гарантируют надежное энергоснабжение независимо от имеющейся энергетической инфраструктуры. Генераторы MTU способны покрывать базовую нагрузку, работать в качестве резервных или пиковых электростанций.

При производстве газопоршневых установок фирмы MTU используются стабильные, надежные базовые компоненты (картер, коленчатый вал, распределительный вал) благодаря применению стандартных компонентов из производства дизельных двигателей. Специфические компоненты (цилиндры, смеситель и др.) разработаны для длительного периода эксплуатации. Система зажигания нового поколения обеспечивает высокий КПД, низкие эмиссии отработанных газов, малые сервисные расходы.

MTU выпускает высокооборотные ГПУ (>1000 оборотов) — это MTU 4000 GS (8/12/16/20V цилиндров, от 776 до 2530 кВт, топливо — натуральный газ+биогаз, поставляются в открытом исполнении или в кожухе); MTU 400 GS (6R/12V цилиндров, от 115 до 420 кВт, натуральный газ+биогаз, поставляются в открытом исполнении или в кожухе), MTU 0072-0185 GS (до 12-ти цилиндров; только 60 Гц, от 30 до 400 кВт, натуральный газ+пропан, поставляются в открытом исполнении).

Среднеоборотные системы Medium Speed Gas, Diesel & HFO Systems (<1000 rpm) — это B35:40 (9/12/16/20 цилиндров,

мощность от 3840 до 9380 кВт, топливо – газ) и В32:40 (9/12/16 цилиндров, мощность от 3930 до 7020 кВт, топливо – дизельное + тяжелое топливо (нефть, мазут). КПД >48 %, широкий диапазон предопределенных комплектов поставки модульной конструкции, высокая гибкость для сложных индивидуальных решений.

В линейке продуктов MTU серия 400 50/60 Гц (мощность – от 100 до 420 кВт, количество цилиндров – R6,V12, КПД<sub>эл</sub> – от 35,0 до 39,5 %, наработка до капитального ремонта – 45 тыс. м/ч), MTU серия 4000, 50/60 Гц (мощность – от 700 до 2550 кВт, количество цилиндров – V8,V12,V16,V20, модификации – L32/L32ER,FB/L33/L64, КПД<sub>эл</sub> – от 40,5 до 44,3 %, наработка до капитального ремонта – 63–64 тыс. м/ч).

Для своих клиентов MTU Onsite Energy GmbH предлагает особые условия: короткие сроки изготовления и поставки (не более 5 мес.). Предусмотрена возможность получения расширенной гарантии до 4-х лет. Высокий КПД в классе высокооборотистых (1500 об/мин) газопоршневых двигателей (от 40,5 до 44,2 %). ГПГУ оптимизирована для работы в островном режиме.

## Bergen Engines AS (Норвегия)

Bergen Engines AS – предприятие, входящее в состав Rolls-Royce Power Systems AG, расположенное в г. Берген, Норвегия. Начиная с 1947 г., завод производил двигатели и генераторные установки в основном судового назначения. В 1991 г. завод вошел в группу компаний Rolls-Royce и, помимо продукции судового назначения, начал производить газовые и мазутные генераторные установки для промышленной энергетики. Благодаря рекордным достигнутым показателям по топливной эффективности, компании удалось занять лидирующее положение на рынке стран Европейского союза среди аналогичных производителей среднеоборотных газопоршневых установок. Высокая надежность ДГУ Bergen Engines AS, а также приспособленность к эффективной промышленной эксплуатации на мазутах также позволила компании занять прочные позиции на азиатских рынках. В настоящее время компания производит газопоршневые установки мощностью от 5,6 до 9,4 МВт с эффективным КПД<sub>эл</sub> свыше 48 % и жидкотопливные генера-

торные установки для эксплуатации на мазуте и сырой нефти мощностью от 2 до 7 МВт.

## Tedom A.S. (Чешская республика)



Tedom A.S. – один из ведущих европейских производителей когенерационных установок с двигателями внутреннего сгорания. Когенерационные установки Tedom продаются на российском рынке с 1997 г. Tedom предлагает три серии, отличные друг от друга по производительности и исполнению. Установки серии Micro (до 50 кВт) всегда в исполнении с невентилируемым шумозащитным кожухом. Более мощные установки, например серии Cento (до 500 кВт), могут поставляться в виде модуля открытого или расположенного в шумозащитном кожухе (контейнере). Самые большие – это установки серии Quanto (свыше 500 кВт), они предлагаются в модульном исполнении. Установки серии Quanto также предлагаются в контейнере или шумозащитном кожухе.

Фирма Tedom является производителем собственных двигателей. Когенерационные установки серии Cento мощностью 80–200 кВт оснащены этими двигателями, остальные серии комплектуются двигателями ведущих мировых производителей (Kubota, MAN, Liebherr, MWM, Rolls Royce).

Когенерационные установки Tedom также работают в качестве источника энергии для производства электроэнергии с использованием шахтного газа из активных или закрытых угольных шахт и попутного газа при добыче нефти. Здесь они ценятся за их надежность в обеспечении производства электроэнергии и тепла. Мощность установок: серия Micro – 30–50 кВт, серия Cento – 70–500 кВт, серия Quanto – 400–10 000 кВт.

## Wärtsilä (Финляндия)

Концерн Wärtsilä является мировым лидером на рынках судового и энергетического машиностроения. Поставлено более 60 ГВт для наземной энергетики, при этом электростанции Wärtsilä производят примерно 1 % всей мировой электроэнергии. Имея более 180 лет опыта в береговой и судовой энергетике, концерн с 2010 г. находится в списке ста наиболее стабильных мировых корпораций (рейтинг Global 100, Давос / Швейцария).

В России концерн представлен ПАО «Вяртсиля Восток», 100 %-ной дочерней компанией Wärtsilä. Компания предлагает комплексные решения для энергоснабжения в нефтяной и газовой промышленности, промышленной самогенерации, а также концепцию Smart Power Generation (интеллектуальное производство энергии) для несения базовой нагрузки, стабилизации сети путем гибкого следования за нагрузкой, покрытия пиков и для резервных мощностей на базе газовых, дизельных и многотопливных газодизельных двигателей собственного производства единичной электрической мощностью от 1 до 18,5 МВт. Природный и попутный газ, мазут с содержанием серы до 5 % включительно, сырья нефть (включая эквадорскую чрезвычайно вязкую), отходы НПЗ от перегонки смазочных масел, биотопливо – все это может использоваться в качестве топлива для двигателей Wärtsilä.

Некоторые крупные холдинги снижают производственные издержки путем установки собственной генерации (в ноябре 2014 г. «ЕвроЦемент Групп» заключил контракт на поставку электростанций Wärtsilä для 11 площадок общей мощностью 314 МВт), а некоторые страны включают технологии Wärtsilä в концепцию развития своей энергосистемы (более 20 % потребностей Республики Азербайджан закрывает оборудование Wärtsilä).

Концерн Wärtsilä предлагает заказчикам по всему миру энергетические решения на условиях «под ключ», на территории бывшего СССР ограничиваясь максимально комплектной поставкой в модульном здании, выше уровня «ноль», на условиях DAP площадка заказчика согласно Incoterms 2010. Электрический КПД генераторных установок – выше 48 % (ISO 3046), при этом общий КПД при использовании когенерации может быть выше 96 %. Вторичное тепло используют для получения горячей воды

вплоть до 150 °C, пара до 33 кг, производства холода.

Модульная концепция архитектуры электростанций Wärtsilä (всего насчитывается более 400 видов модулей) позволяет по принципу датского конструктора LEGO строить объекты мощностью в 100 МВт всего за 15 месяцев. Прошедшие заводские испытания модули Wärtsilä гарантируют высокое качество заложенных характеристик, упрощают сборку на площадке, экономя время строительства и снижая риск ошибок. При выполнении контракта на территории России на поставку проект курируется назначенными координаторами со стороны ПАО «Вяртсиля Восток», а 70 собственных сервисных специалистов оказывают полный спектр послепродажного сервисного обслуживания, вплоть до эксплуатации энергообъекта заказчика.



Пример частно-государственного партнерства – 20 МВт(э) газовая когенерационная модульная электростанция Wärtsilä на площадке реконструированной котельной в г. Касли (Челябинская обл.) вместе с пристроенной за-казчиком справа 20 МВт(т) пиковой котельной

### Yanmar (Япония)

Тепловые микроэлектростанции Yanmar предназначены для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии на очень небольших объектах (например, в туристических комплексах, аграрном секторе, на малых предприятиях). Гене-

раторные установки Yanmar серии YEG-G соответствуют самым высоким требованиям и отвечают всем потребностям в надежном, высококачественном автономном электроснабжении. Серия YEG-G представлена шестнадцатью моделями мощностью от 11,6 до 23,0 кВА, в капотированном исполнении и в шумозащитном кожухе, однофазными и трехфазными генераторными установками, работающими как на пропане, так и на природном газе.

Генераторные установки YEG-G – это, прежде всего, низкий уровень шума при работе; данные по выхлопам газовых двигателей Yanmar свидетельствуют о безопасности генераторов для находящихся поблизости людей.

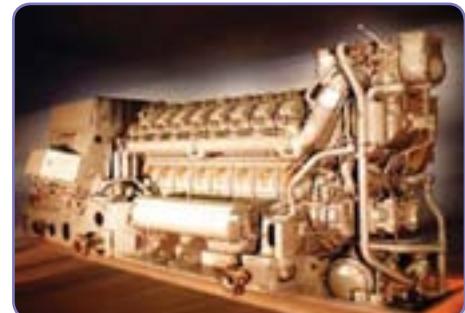
Yanmar имеет более чем столетнюю традицию по производству дизельных двигателей – компактных, высокоскоростных, предназначенных для тяжелых режимов работы. Ультрасовременные компактные газовые двигатели, используемые в серии YEG-G, имеют повышенный срок службы.

В процессе многолетнего экспериментирования и исследований Yanmar разработал новую оптимальную форму циркуляции воздушного потока в камере сгорания. Удобство касается каждого аспекта эксплуатации и технического обслуживания генераторной установки YEG-G.

### РОССИЯ Gazecos (Россия)

Несправедливо мало внимания уделяется изготовителям российских газопоршневых установок. Не первый год под торговой маркой Gazecos производится и успешно эксплуатируется генерирующее оборудование.

Для газопоршневых установок малой мощности (от 100 до 350 кВт) используются хорошо известные и широко распространенные двигатели Ярославского и Тутаевского моторных заводов. После проведения подготовки базового дизельного двигателя для его работы на газовом топливе удается добиться очень высоких эксплуатационных показателей, в том числе и недостижимых для зарубежного оборудования. Например, за один шаг наброс и сброс нагрузки превышает 70 %. Стоимость пользования оборудованием несопоставимо меньше, чем импортным: запасные части, расходные материалы можно легко приобрести в магазине, техническое обслуживание способен выпол-



нить практически любой человек, и даже капитальный ремонт не представляет трудностей – опытных механиков, знающих эти моторы, немало.

В газопоршневых установках большей мощности – 1000, 1500, 2250 кВт используются двигатели, выпускаемые ЗАО «Трансмашхолдинг» и хорошо известные не только у нас в стране, но и в Германии, Франции, Венгрии, других странах Европы, а также Азии и Африки. Ресурс до капитального ремонта моторов значительно превышает ресурс оборудования зарубежных производителей и достигает 90 тыс. моточасов.

При необходимости получения генерирующих мощностей в диапазоне от 350 до 1000 кВт и выше 2250 кВт проблема легко решается установкой нескольких единиц оборудования, работающих параллельно.

Оборудование может быть изготовлено для работы на природном, попутном нефтяном газе, пропан-бутановой смеси, биогазе, пиролизном, свалочном, шахтном газе. Если же в нем присутствует сероводород (H<sub>2</sub>S) – враг для любой генераторной установки, то его удаляют УОГ Gazecos – установки очистки газов.

Получение тепловой энергии обеспечивается системами утилизации тепла, что еще больше повышает рентабельность применения оборудования.

### ОАО «Волжский дизель имени Маминых»

ОАО «Волжский дизель имени Маминых» (ОАО «ВДМ», г. Балаково, Саратовская обл.) изготавливает и поставляет газопоршневые электростанции ГЭ10 и ГЭ30 на базе газопоршневых двигателей собственного производства 6ГЧН21/21(280ГД) и 8ГЧН21/26(490ГД), соответственно. Применение отечественного двигателя обеспечивает низкие эксплуатационные затраты, ремонтопригодность, доступность и оперативность



поставки запасных частей и расходных материалов. По требованию заказчика электростанции могут оснащаться системой утилизации отводимого тепла.

По заказу ОАО «РЖД» специалистами ОАО «Волжский дизель имени Маминых» был создан газопоршневой двигатель 8ГЧН21/26, а ЗАО УК «Брянский машиностроительный завод» совместно с ОАО «ВНИКТИ» спроектировало и изготовило маневровый газотепловоз ТЭМ19 с ГДГ800Т на базе этого двигателя. Тепловоз ТЭМ19 успешно прошел все испытания и в настоящее время эксплуатируется на Свердловской железной дороге.

Результаты испытаний показали, что газопоршневой двигатель наиболее эффективен для потребителей с точки зрения снижения воздействия на экологию и уменьшения затрат на эксплуатацию. Получен расход топлива в денежном эквиваленте ниже расхода топлива дизельного двигателя на 11–18 %, а экологические показатели в 11 раз лучше, чем у дизельного двигателя.



Номинальная мощность газопоршневых электростанций ОАО «ВДМ» – 500 кВт для ГЭ10 и 800 кВт для ГЭ30, максимальная мощность – 550 и 880 кВт, соответственно, номинальная частота вращения – 1000 мин<sup>-1</sup>, номинальное напряжение – 400, 6300, 10000 В, номинальная частота тока – 50 Гц, ток трехфазный переменный, коэффициент мощности – 0,8, степень автоматизации третья, нейтраль глухозаземленная, изолированная. Ресурс до капитального ремонта – 50 000 м.ч.

В настоящее время на стенде завода проводятся доводочные испытания газопоршневой электростанции мощностью 1000 кВт на базе газопоршневого двигателя 8ГЧН21/26.

Для повышения общего КПБ до 80 % электростанции могут комплектоваться

системами утилизации отводимого тепла от двигателя.

### АО «ОДК – Газовые турбины» (Ярославская обл.)



Компания «ОДК – Газовые турбины» (г. Рыбинск, Ярославская обл.) является генеральным подрядчиком АО «Обединенная двигателестроительная корпорация» по строительству объектов энергогенерации и газоперекачивающих комплексов. Основные виды деятельности компании – производство газотурбинных энергетических агрегатов мощностью от 2,5 до 25 МВт и газоперекачивающих агрегатов мощностью от 4 до 25 МВт. Недавно в рамках частичной диверсификации бизнеса компанией открыто производство энергетических установок на базе газопоршневых приводов ведущих иностранных производителей.

«ОДК – Газовые турбины» предлагает комплексный подход по техническому перевооружению, новому строительству и ремонту энергетического и тепломеханического оборудования ТЭС на объектах топливно-энергетического комплекса. Основные направления: изготовление силовых энергетических модулей для дизельных и газовых электрогенераторных установок мощностью от 500 до 4000 кВт; участие в реализации инвестиционных проектов; разработка и внедрение мероприятий по повышению надежности, эффективности и экономичности действующего оборудования; эксплуатация и обслуживание энергетического и тепломеханического оборудования, проведение регламентных, сервисных и монтажных работ.

В настоящее время освоено производство агрегатов на базе газопоршневых приводов: MTU Onsite Energy GmbH (800...2000 кВт); Caterpillar Inc (800...

6100 кВт); MWM GmbH (600...24 300 кВт). Реализованные проекты: 6xРГПЭУ-2,0 Энергокомплекс «Катангли», НК «Роснефть», о. Сахалин; РГПЭУ-2,0 в г. Лыткарино Московской области; РГПЭУ-2,0 в г. Надым ООО «Газпром трансгаз Югорск».

### ОАО «Коломенский завод»

ОАО «Коломенский завод» (г. Коломна, Московская обл., входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») на базе собственных конструкторских разработок изготавливает многотопливные двигатели мощностью 1100–1650 кВт, газопоршневые установки мощностью 860 и 1300 кВт. Номинальная частота вращения – 1000 мин<sup>-1</sup>. Ресурс до капитального ремонта – 80 000 м.ч.

Четырехтактные газодизель-генераторы 7ГДГ, 7ГДГ-Н (1100 кВт) и 8ГДГ, 8ГДГ-Н (1650 кВт) предназначены для установки в электростанциях всех типов, обеспечивающих потребителей трехфазным током и тепловой энергией. В качестве основного топлива применяется дизельное топливо, сырья нефть, биотопливо. Допускается использование природного топливного или нефтяного попутного газов, при этом в качестве запальной дозы необходимо добавлять 12–15 % жидкого топлива (дизельного топлива или сырой нефти). Общая наработка многотопливных энергоагрегатов производства ОАО «Коломенский завод» – более 1 млн.ч.

Четырехтактные газовые двигатели 7ГМГ и 8ГМГ предназначены для выработки электроэнергии в электростанциях базового, резервного и аварийного назначений. Данные модели двигателей имеют искровую систему зажигания и используют в качестве топлива природный или попутный газ. Система охлаждения водоводяная, также имеются установки с водо-воздушной системой охлаждения. Двигатели могут поставляться с системой утилизации тепла отработавших газов, воды и масла.



# Пеллетные котлы – популярные марки на российском рынке

*Неослабевающая популярность пеллетных котлов объясняется тем, что они работают на мелких гранулах, подаваемых автоматически в камеру сгорания. Автоматизировано и шлакоудаление, за счет чего эксплуатация становится легкой.*

Если говорить о стоимости тепла, то пеллеты не уступают углю. Энергия от одного килограмма пеллет равна энергии, получаемой при сжигании 0,5 л жидкого топлива. При этом они не загрязняют воздух, не содержат угрозу пожара. Таким образом, пеллетные котлы – надежное, экологически чистое и выгодное отопительное оборудование. Рассмотрим некоторые известные марки иностранных и российских котлов.

## D'Alessandro Termomeccanica (Италия)

Котлы фабрики D'Alessandro Termomeccanica поставляются в Россию с 2005 г. и зарекомендовали себя как очень надежные и эффективные. Линейка мощностей – от 20 до 7000 кВт. Фабрика также выпускает паровые котлы, котлы на перегретой воде и динаметрическом масле – они предназначены для когенерации. В качестве топлива используются пеллеты, щепа различного размера и другие виды биотоплива. Выпускаются котлы с подвижной колосниковой решеткой, а также системы хранения и подачи топлива.



Котлы типа Marine (например, модель CS мощностью от 130 до 2000 кВт) с трехходовым теплообменником предназначены для отопления и горячего водоснабжения. Корпус котла выполнен из стали. Котел снабжен дверцами для внутреннего осмотра и очистки котла. Горелка выполнена из чугуна с механической системой подачи топлива. Отличительные особенности: изменяемая скорость шнека подачи топлива; совмещенная система подачи первичного и вторичного воздуха для горения; электропитание – 400 В.

Дополнительное оборудование: электромеханическая панель для котлов CS 130-2000; электромеханическая – электронная панель для автоматического розжига, поддержки и модуляции горения для котлов CS 130-2000; электромеханическая – электронная панель (как указано выше) с управлением работой котла с помощью лямбда-зонда для котлов CS 130-2000; механический удалитель золы из камеры сгорания; керамические панели-отражатели для камеры сгорания; турбуляторы для удержания тепла в трубном узле; автоматическая система дозировки топлива в основной бункер с датчиками уровня; система тушения огня в топливном бункере; модуль приготовления горячей воды мощностью от 20 до 33 кВт; поворотный клапан; система пневматической очистки труб теплообменника; мультициклон для улавливания пыли в дымовых газах.

## FACI (Италия)

Компания FACI (Италия) имеет более чем 50-летний опыт в производстве пеллетных котлов. FACI сертифицирована



по стандартам ISO 9001:2008, позиционируется как компания, специализирующаяся именно на производстве котлов отопления на биомассе.

Серия итальянских стальных пеллетных котлов FACI (0,015–1,394 МВт) включает 35 моделей мощностью свыше 0,1 МВт. Трехходовой теплообменник обеспечивает КПД котла – не менее 93 %. Стенки котла двойные с водяным контуром охлаждения, что уменьшает риск перегрева котла. В задней части топки встроена отражающая панель. За теплообменником находится дымовая камера для отвода дымовых газов и сбора твердых продуктов горения. Двухшнековый механизм подачи топлива служит эффективной противопожарной системой. В базовую комплектацию включают: оперативный топливный бункер (200, 400, 1000 или 2000 л), шнековый механизм подачи топлива с электродвигателем, систему наддува воздуха с вентилятором, аналоговую или цифровую панель управления с функцией переключения «пеллеты–древа», инструмент для обслуживания. Дополнительное оснащение предусматривает: установ-

ку программируемых внешних датчиков температуры, автоматическую систему золоудаления, увеличение длины шнека, объема бункера, системы топливоподачи, выполненные по индивидуальному заказу (топливопроводы, датчики наполнения), подключение бойлера косвенного нагрева для ГВС, колосниковые решетки.

Кроме пеллет диаметром от 6 до 14 мм, в качестве топлива могут использоваться дрова, уголь, а также смесь пеллет и любой измельченной биомассы (опилки, стружка, солома и др.). Предусмотрена возможность перевода котла на газ и дизельное топливо.

### Grandeg (Латвия)



Начиная с 1993 г., компания Grandeg специализируется на производстве автоматических отопительных котлов с повышенной безопасностью и надежностью, работающих на пеллетах. В 1994 г. на базе завода был создан экспериментально-исследовательский отдел в целях наиболее эффективного управления процессом горения гранул и получения максимально возможного КПД котельной установки.

Grandeg – один из основоположников в создании современных и экономичных отопительных систем, работающих на гранулах (пеллетах), что подтверждают сертификаты качества, безопасности и экологичности.

Производя гранульные котлы уже более 20-ти лет, компания разработала уникальные технологии, предназначенные для отопления пеллетами. В предлагаемых котлах объединены высокая

надежность, значительная экономия расходов, простая, удобная и полностью автоматизированная работа отопительной системы.

В настоящее время на российском рынке представлены пеллетные котлы Grandeg серий Bio, Eko, Turbo, Aero, а также автоматическая система подачи пеллет Pneimo и система хранения гранул Silo. Мощность оборудования варьируется от 15 кВт до 1,5 МВт. Для отопления многоэтажных и промышленных объектов компания Grandeg разработала модульную котельную, функционирующую в автоматическом режиме с возможностью удаленного управления через мобильные устройства. КПД оборудования составляет от 88 до 93 % в зависимости от модели котла. Автоматическая работа котла регулируется с помощью цифрового контроллера с функцией поддержания заданной температуры. Котлы могут работать в полностью автоматическом режиме на одной загрузке контейнера от одной недели до нескольких месяцев. Котлы могут подключаться к системам ГВС и теплых полов. Размеры компактны – установочная площадка не превышает 2 м<sup>2</sup>.

### HERZ Energietechnik GmbH (Австрия)

Компания HERZ Energietechnik GmbH входит в промышленную группу компаний HERZ, все 8 заводов которой находятся на территории стран ЕС, 5 из них расположены в Австрии. HERZ Energietechnik по праву относится к числу наиболее опытных изготовителей котельных установок на твердом топливе растительно-



го происхождения. Основополагающими при создании установок от проектирования до наладки являются четыре составляющие: защита окружающей среды, высочайшее качество, экономичность и удобство при эксплуатации.

На российском рынке представлены водогрейные котельные установки компании HERZ: Pelletstar (10–60 кВт), Firematic (20–501 кВт), BioMatic (300–501 кВт), BioFire (500–1500). Установки работают на топливной щепе и пеллетах. Стандартная комплектация установок включает сдвоенный шнек загрузки в топку, цепной привод, дымосос с плавным регулированием числа оборотов, воздуходувки первичного и вторичного воздуха с плавным регулированием числа оборотов, системы автоматических розжига, очистки поверхностей теплообменника, чистки наклонной подвижной колосниковой решетки, автоматизированное удаление золы из блока топки и блока теплообменника, систему защиты от обратного возгорания, клапан перепуска дымовых газов, многозонную подачу воздуха в камеру горения, контроль уровня топлива в промежуточном бункере, температуры в шнековых каналах подачи топлива в горелку. Для управления используется встроенная сенсорная панель T-Control с ЖК-экраном, которая применяется для регулирования процесса горения, контура бойлера, управления контуром бака-аккумулятора, регулирования разряжения, положения клапана перепуска дымовых газов, управления контуром поддержания температуры обратного потока, двумя отопительными контурами (насос, трехходовой клапан, датчики температуры подающей и обратной магистралей), лямбда регулирования количества подаваемого воздуха и топлива.

С помощью этой панели осуществляется и контроль за работой котла через Интернет.

### BINDER (Австрия)

BINDER (принадлежит Herz) выпускает различные системы сжигания с широким выбором топлива к ним. В качестве стандартных продуктов BINDER предлагает отопительное оборудование номинальной мощностью от 100 кВт на воде

и перегретом пару с рабочим давлением до 10 бар. Компания может предложить практически любой вид специальных решений. Все котлы спроектированы и изготовлены в соответствии с действующими стандартами. Специально для международного рынка BINDER также предлагает оборудование со штампом ASME.

BINDER выпускает различные системы транспортировки топлива, такие как подача жестким шнеком (TS), гидравлическим поперечным (QFE) или цепочно-скрепковым (KKF) транспортером.

Доступен паровой котел мощностью от 200 кВт, комбинируется со всеми системами сжигания для производства пара. Уровень давления до 10 бар и выше по желанию заказчика. Автоматическая очистка котла HV. Высокоскоростная очистка осуществляется в программируемые интервалы без остановки процесса работы системы, предотвращает отложение сажи по всей длине труб теплообменника, поддерживая постоянно высокий КПД, как следствие снижает расходы на обслуживание до 1–2 раз в год и защищает котел от коррозии.

Кроме того, BINDER производит мини-ТЭЦ на основе своих паровых и термомасляных котлов.

Специальная система управления мощностью просчитывает нужную актуальную мощность и регулирует загрузку топлива и количество воздуха. Благодаря большему объему дымовых газов относительно содержания  $O_2$ , больше тепла выводится из камеры сгорания на теплообменник. Более низкие температуры повышают срок службы шамотного кирпича и колосниковой решетки.

Инновационная система BINDER 3D – визуализация – создается на основе индивидуального плана. Индивидуальные вкладки параметров с интегрированными окнами записи данных и возможность интегрировать камеру сгорания входят в пакет визуализации. При наличии интернет соединения можно внести изменения в работу оборудования. КПД котлов BINDER достигает 92 %.

### Kostrzewa (Польша)

Производственно-торговое предприятие Kostrzewa основано в 1978 г.,

производит отопительное оборудование для жилых и промышленных объектов. Выпускается линейка пеллетных котлов Kostrzewa с учетом разных задач, требований клиентов и видов топлива: Pellets Fuzzy Logic – мощность от 15 до 100 кВт, Pellets 100 – от 16 до 40 кВт, Mini Bio – от 10 до 20 кВт, плюс серия ЛЮКС с погодной автоматикой Compact Bio – от 10 до 24 кВт, плюс серия ЛЮКС с погодной автоматикой, Farmer Bio – от 16 до 24 кВт, Twin Bio – от 12 до 32 кВт, Maxi Bio – от 50 до 285 кВт, линейка пеллетных горелок PLATINUM BIO.

Пеллетный котел Maxi Bio используется для отопления зданий большой площадью в самых тяжелых климатических и инженерных условиях. Для получения тепла в системе отопления необходимо использовать только древесные топливные гранулы – пеллеты, конструктивные ограничения позволяют повысить КПД котла, но исключают использование другого вида топлива в котле. Преимущества котла: автономность – возможность подключения дополнительного топливного бака и применение системы золоудаления (автоматическая система удаление пепла); управляемость – как и у всех котлов с модуляцией Fuzzy Logic 2-го поколения обеспечивается дополнительная экономия топлива в теплую погоду или в полностью нагретом здании; эргономичность – отверстие подачи топлива легкодоступно; экологичность – выбросы  $CO_2 = 0$ ; энергоэффективность – низкое потребление электроэнергии, необходимой для работы; эффективность – малый расход топлива на каждый отапливаемый кубический метр помещения.

Конструктивные особенности: турбализаторы теплообменника котла автоматически удаляют пепел. Конструкция теплообменника выполнена в соответствии с правилами ЗТ (тайм-время, температура и турбулентность). Система удаления дымовых газов (теплообменник) трехходовая.

Инновационное управление процессом – Fuzzy Logic 2-го поколения. Модулирование Fuzzy Logic позволяет снижать мощность горелки и тем самым экономит топливо и электроэнергию.

Широкополосный лямбда-зонд автоматически идеально измеряет количество воздуха, необходимого для сгорания топлива. Горелка самоочищающаяся пеллетная, оснащена дополнительным движущимся винтом, который проталкивает пепел из котла. Предусмотрен датчик давления пеллетного котла, так как безопасность имеет первостепенное значение.

Автоматическая блокировка устройства в случае засорения, например в дымоходе.

Низкое потребление энергии. Контроль работы всей системы отопления. Котел на пелетах изготовлен из высококачественной прочной стали – гарантия 5 лет с возможностью продления еще на 2 года, если котел проходил ежегодное сервисное обслуживание. Керамическая камера сгорания нагревается до белизны, и как следствие, эффективность сгорания топлива стремится к 100 %. Автоматическое выключение освещения в устройстве. Возможность подключения второго большого резервуара для подачи топлива.



## ZOTA (Россия)



В 2016 г. компания ZOTA выпустила на рынок серию автоматических пеллетных котлов Pellet Pro мощностью от 130 до 250 кВт, расширив самую продаваемую в России линейку пеллетных котлов ZOTA Pellet. Основные алгоритмы управления процессом горения были успешно реализованы в котлах предыдущей серии и остались практически неизменными. Модуль управления, задающий все необходимые параметры и контролирующий исполнительные механизмы и физические показатели процесса горения, был сохранен практически неизменным, а самые существенные изменения коснулись конструкции теплообменника, устройства горелки и организации зоны удаления.

Все котлы работают в системах с давлением до 3 атм, поддерживая рабочую температуру теплоносителя до 90 °С. За выполнением рабочей программы котла следит многофункциональный контроллер. Он осуществляет контроль процесса горения в заданном режиме мощности по температуре теплоносителя, воздуха в помещении или в режиме погодозависимого управления. Котел оснащен датчиками температуры теплоносителя на подаче и «обратке», воздуха в помещении и на улице, уходящих газов.

Подача топлива обеспечивается двухшнековым механизмом с возможностью реверсивного вращения (аварийный режим в случае заклинивания).

Сгорание топлива происходит в ретортной прямоугольной горелке, расположенной в вертикальном трехходовом

теплообменнике, снабженном турбулизаторами, выполняющими функцию механической очистки. Топка котла выполнена шамотным кирпичом.

К другим полезным функциональным особенностям можно добавить: управление приводами двух трехходовых смесительных клапанов, работой трех насосов (основной отопительный контур, контур ГВС, насос рециркуляции), возможность подключения и настройки мощности дымососа (до 500 Вт) к контроллеру. Опционально возможно подключение модуля GSM, обеспечивающее дистанционное управление/контроль отопительного процесса с мобильного телефона. Во всех моделях реализован механизм автоматического зоудаления. Для обеспечения безопасной эксплуатации отопительной системы предусмотрено подключение трех блоков ТЭНБ (до 45 кВт) с управлением (опция).

## «Светлобор» (Россия)

Нижегородская фирма «Светлобор» производит водогрейные котлы на пеллетах и щепе в течение пяти лет. Конструкция котла соответствует европейскому уровню (например, австрийскому) и защищена десятком отечественных и европейских патентов (в том числе германским). «Светлобор» – участник проекта Сколково с 31 декабря 2015 г.

Отличительной особенностью котла «Светлобор» является встроенная система очистки дымогарных труб и колосниковой решетки. Благодаря автоматической системе очистки, осуществляющей раз в час, КПД котла всегда составляет 92–94 %. Для сравнения: котлы с ручной еженедельной очисткой имеют близкий КПД только в течение первого часа, а к концу недели КПД уменьшается на четверть. В результате «Светлобор» сжигает за сезон на 15 % меньше пеллет в сравнении с котлами с ручной очисткой. Отсутствие ручного труда по очистке котла – дополнительный бонус.

Второй важнейшей чертой котла «Светлобор» является наличие вакуумной системы подачи и большого внешнего склада (например, на 20 т). В процессе работы котел питается из встроенного бункера, рассчитанного на 8 ч работы. Для пополнения его автома-

тически включается шнек на внешнем складе и вакуумная система подачи. Наличие внешнего склада решает вопрос механизированной загрузки пеллет в биг-бегах (по 1000 кг). Отсутствует также потребность в грузиках.

Третьей отличительной чертой котла «Светлобор» является всеядность, т. е. неприхотливость к качеству пеллет. Котел работает на серых, так называемых промышленных пеллетах, в которых попадаются шлаки (песок) и металлические предметы (саморезы, болты). Данная способность осуществляется за счет автоматической очистки колосниковой решетки и наличия частотных приводов на всех электродвигателях. При попадании постороннего предмета в пеллеты частотный привод оперативно отслеживает перегрузку, включает реверс и только потом, при неустраниении проблемы, отключает привод и котел. (Ни о каких предохранительных шпонках и сгорании двигателей речи не идет.) Частотные приводы также позволяют оптимизировать работу котла на всех режимах мощности за счет оперативного изменения скорости вращения подающего пеллеты шнека, вентилятора и дымососа.



В сезоне 2016 г. линейка «Светлобор» представлена котлами мощностью от 16 до 170 кВт. На следующий год анонсируется котел мощностью 350 кВт. Гарантия на механику и электронику – 2 года, на непрогорание теплообменника – 10 лет. Котлы «Светлобор» тяжелые, толщина стенки – 6 мм.

# Внедрение малой генерации на объектах энергетики на примере районной котельной «Азино» в Казани

Д. Бальзамов, Б. Тимершин, ООО Инженерный центр «Энергопрогресс»

*В статье рассмотрена организация собственной мини-ТЭЦ на базе газопоршневых агрегатов в районной котельной «Азино» г. Казани, подсчитан экономический эффект.*

В текущей экономической ситуации предприятия стараются максимально мобилизовать свои ресурсы и минимизировать затраты. Расходы на электроэнергию для многих промышленных предприятий 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.

В качестве объекта для применения газопоршневых агрегатов (ГПА) рассматривается районная котельная «Азино», расположенная в Советском районе г. Казани (далее котельная «Азино»). Ее

характеристика приведена в табл. 1.

Как следует из табл. 1, котельная «Азино» характеризуется высоким потреблением электрической энергии на собственные нужды, ее энергоснабжение осуществляется по категории среднего напряжения.

Для снижения затрат на потребляемую электрическую энергию предлагается организовать собственный энергогенератор на территории котельной «Азино» на базе газопоршне-



вых двигателей. Установка газопоршневой электростанции (ГПЭ) в котельной позволит сократить затраты на приобретение электрической энергии из внешней сети, уменьшить тепловую нагрузку на котлоагрегаты путем использования утилизируемой теплоты в ГПА, повысить надежность системы электроснабжения.

При выборе мощностей установок были проанализированы получасовые графики электрических нагрузок (ГЭН) собственных нужд котельной «Азино» за 2014 г. В результате была подобрана оптимальная мощность силовых агрегатов ГПЭ с максимальным коэффициентом загрузки.

Простой установок при плановом и внеплановом ТО учтен с помощью применения коэффициента технического использования  $K_{ти}=0,9$ , принятого на основании документации завода-изготовителя оборудования и умноженного на плановую наработку ГПЭ 5230 ч. Плановая наработка ГПЭ определена, исходя из анализа данных по почасовому электропотреблению котельной «Азино» с учетом допустимой минимальной загрузки отдельных агрегатов.

При расчете экономического эффек-

Таблица 1. Характеристика котельной

| Параметр  | Значение |
|---|----------|
| Потребление газа, тыс. м <sup>3</sup> /год        | 21 244   |
| Потребление электрической энергии, тыс. кВт·ч/год | 21 822   |
| Выработка тепловой энергии, Гкал                  | 166 355  |
| Продолжительность работы, ч                       | 5230     |
| Тариф на газ (в ценах 2015 г. с НДС)              | 5,394    |
| Тариф на электроэнергию (в ценах 2015 г. с НДС)   | 4,385    |

Таблица 2. Номинальные характеристики ГПЭ

| Номинальная электрическая мощность на клеммах генератора, кВт               | 1000        |
|---|-------------|
| Напряжение, В   | 400         |
| Частота, Гц   | 50          |
| Модель двигателя  | БКГПЭА-1000 |
| Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин                         | 1500        |
| Расход топлива при номинальной мощности, норм. м <sup>3</sup> /ч            | 310         |
| Выделение тепла в систему утилизации на 100 % электрической нагрузки, кВт·ч | 1000        |

Таблица 3. Результаты ТЭО ГПА мощностью 3,0 МВт в котельной «Азино»

| Расчетная величина  | Значение   |
|---|------------|
| Стоимость строительства мини-ТЭС «под ключ» (с учетом ПИР), руб.                    | 11 514 582 |
| Суммарная электрическая мощность мини-ТЭС, кВт <sub>Эл.</sub>                       | 3 000      |
| Суммарная тепловая мощность мини-ТЭС, кВт <sub>Т</sub>                              | 3 000      |
| Потребление газа мини-ТЭС, м <sup>3</sup> /ч  | 930        |
| Производимое количество электроэнергии в год, кВт·ч/год                             | 14 121 000 |
| Производимое количество тепловой энергии в год, Гкал/год                            | 12 141,9   |
| Годовое потребление газа мини-ТЭС, м <sup>3</sup> /год                              | 4 377 510  |
| Годовые расходы на эксплуатацию мини-ТЭС, руб./год:                                 |            |
| покупка природного газа   | 19 501 807 |
| арендная плата  | 28 242 000 |
| потребление электроэнергии на собственные нужды ГПА                                 | 1 903 511  |
| обслуживающий персонал  | 522 787    |
| Всего расходы за год эксплуатации мини-ТЭС, руб./год                                | 50 170 105 |
| Годовые затраты на приобретение эквивалентного количества энергии, руб./год:        |            |
| электрической   | 47 587 770 |
| тепловой  | 7 175 119  |
| Всего затраты на покупку электро- и теплоэнергии со стороны, руб./год               | 54 762 889 |
| Общая экономия при эксплуатации мини-ТЭС, руб./год                                  | 4 592 784  |
| Структура себестоимости электроэнергии при ее производстве на мини-ТЭС, руб./кВт·ч: |            |
| удельная стоимость природного газа  | 1,38       |
| арендная плата  | 2,00       |
| потребление электроэнергии на собственные нужды ГПА                                 | 0,13       |
| затраты на обслуживающий персонал   | 0,04       |
| Себестоимость электроэнергии (без учета утилизации тепла), руб./кВт·ч               | 3,55       |
| Дополнительная удельная экономия при утилизации тепла, руб./кВт·ч                   | -0,5       |
| Себестоимость электроэнергии с учетом утилизации тепла, руб./кВт·ч                  | 3,05       |
| Срок окупаемости мини-ТЭС (с учетом утилизации тепла), лет                          | 2,51       |
| Дисконтированный срок окупаемости, лет  | 3,8        |

там были приняты следующие тарифы в ценах за первое полугодие 2016 г.

В расчете срока окупаемости тариф за электроэнергию по четвертой категории – 3,37 руб./кВт·ч. Стоимость газа составляет 4455 руб./1000 м<sup>3</sup>.

Согласно документу «Параметры прогноза социально-экономического развития РФ на плановый период 2016–2018 гг.», был принят среднегодовой размер индексации тарифов.

Форма владения энергоцентром – аренда. При этом арендодатель берет на себя обязательства по обслуживанию и качественной эксплуатации оборудования, а также выработку электрической энергии в количестве, предусмотренном договором аренды.

Работа энергоцентра на таких усло-

виях позволяет избавить заказчика от найма квалифицированного персонала для обслуживания и ремонта оборудования, платы за сервисное обслуживание и капитальный ремонт.

ГПЭ будет использоваться как основной источник электроснабжения для покрытия базовой части нагрузки собственных нужд котельной.

Проект не подразумевает полного отключения от внешней сети электроснабжения.

Для покрытия пиков нагрузки и обеспечения надежности ГПЭ будет работать в параллель с сетью. ГПЭ обеспечивает частичное энергоснабжение котельной «Азино» при максимальной загрузке агрегатов, тем самым снижая объем покупной электрической энергии.

Номинальные характеристики ГПЭ приведены в табл. 2.

Существует два варианта использования утилизированного тепла: на собственные нужды котельной и подмешивание утилизированного тепла в обратный трубопровод теплоснабжения для снижения нагрузки на котлоагрегат.

Выработка электрической энергии в год установкой мощностью 3 000 кВт составляет 14 121 000 кВт·ч.

Объем тепловой энергии, выработанной в системе утилизации тепла при мощности установки 3000 кВт, составляет 12 141,9 Гкал/год.

Результаты технико-экономического обоснования (ТЭО) проекта внедрения мини-ТЭЦ в котельной «Азино» на условиях аренды представлены в табл. 3.

В связи с большими капитальными затратами на реализацию проекта предполагается привлечение кредитных средств. Процент по кредиту принят на уровне 15 %, срок кредитования – 5 лет, сумма переплат составит 4 921 284 тыс. руб., что негативно сказывается на сроках окупаемости проекта, в связи с этим возникает вопрос решения финансового механизма реализации подобных проектов.

Несмотря на дополнительные затраты, связанные с выплатой процентов по кредиту, дисконтированный срок окупаемости предлагаемого проекта находится в оптимальных пределах, что свидетельствует о целесообразности строительства собственного энергоцентра на территории котельной «Азино».

Предполагается параллельное подключение ГПЭ к существующей электрической сети котельной без выдачи мощности во внешнюю сеть. На рис. 1 изображена схема подключения трех ГПА на базе агрегата БКГПЭА-1000 общей мощностью 3 МВт. От каждой ГПА в трансформатор ТМГ-1250 поступает электрический ток напряжением 0,4 кВ, затем напряжение повышается до 10 кВ, и ток подается потребителю. Трансформаторы ТМГ-1250 подключаются к резервным ячейкам № 6; 10; 21. Схема подключения ГПЭ представлена на рис. 2.

Размещение агрегатов планируется в контейнерном исполнении с общим отводом уходящих газов в одну дымовую трубу высотой 13 м (см. рис. 1).

Высота дымовой трубы определена, исходя из расчета концентраций загрязня-

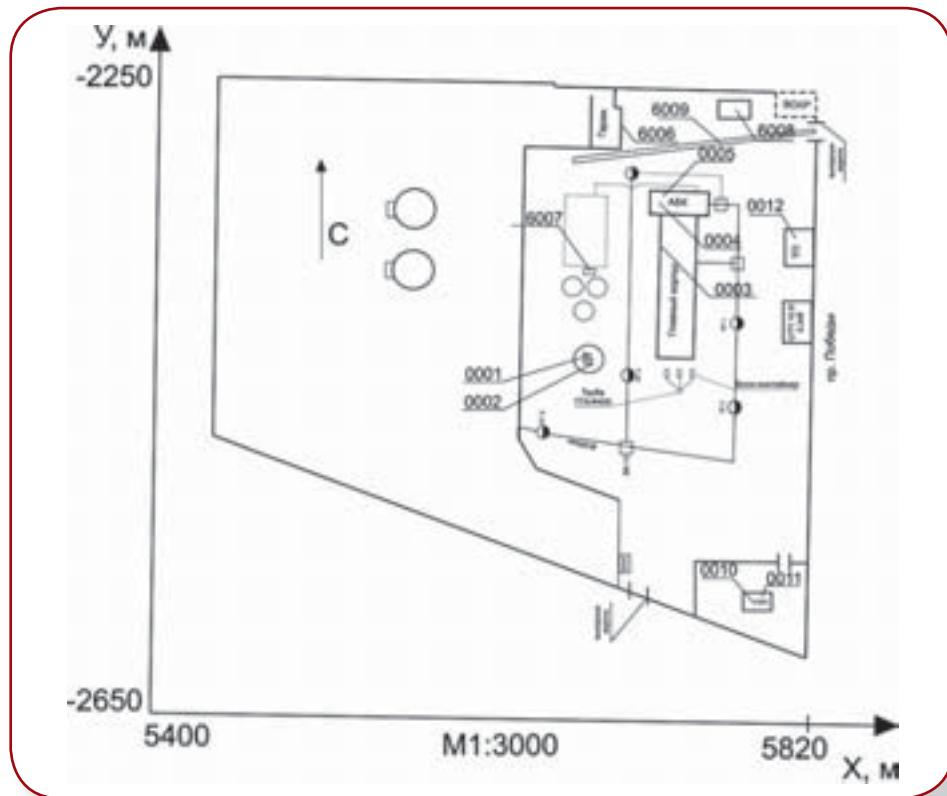


Рис. 1. Схема расположения ГПЭ

юющих веществ в приземном слое атмосферы с учетом работы котельной и ГПА.

Максимальная приземная концентрация  $\text{NO}_2$  составит 0,95 долей ПДК ( $0,19 \text{ мг}/\text{м}^3$ ),  $\text{NO}$  – 0,1 долей ПДК ( $0,04 \text{ мг}/\text{м}^3$ ),  $\text{CO}$  – 0,34 долей ПДК ( $1,7 \text{ мг}/\text{м}^3$ ), 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 не более 42,6 дБ. Данные параметры соответствуют санитарным нормативам, предъявляемым к территориям жилой застройки ночного времени суток.

Выполненные расчеты показали, что организация собственной мини-ТЭЦ для покрытия части потребляемой электрической энергии позволит снизить расходы котельной на 4 592 784 млн рублей при себестоимости получаемой электрической энергии 3,05 руб./кВт·ч с учетом утилизации тепла.

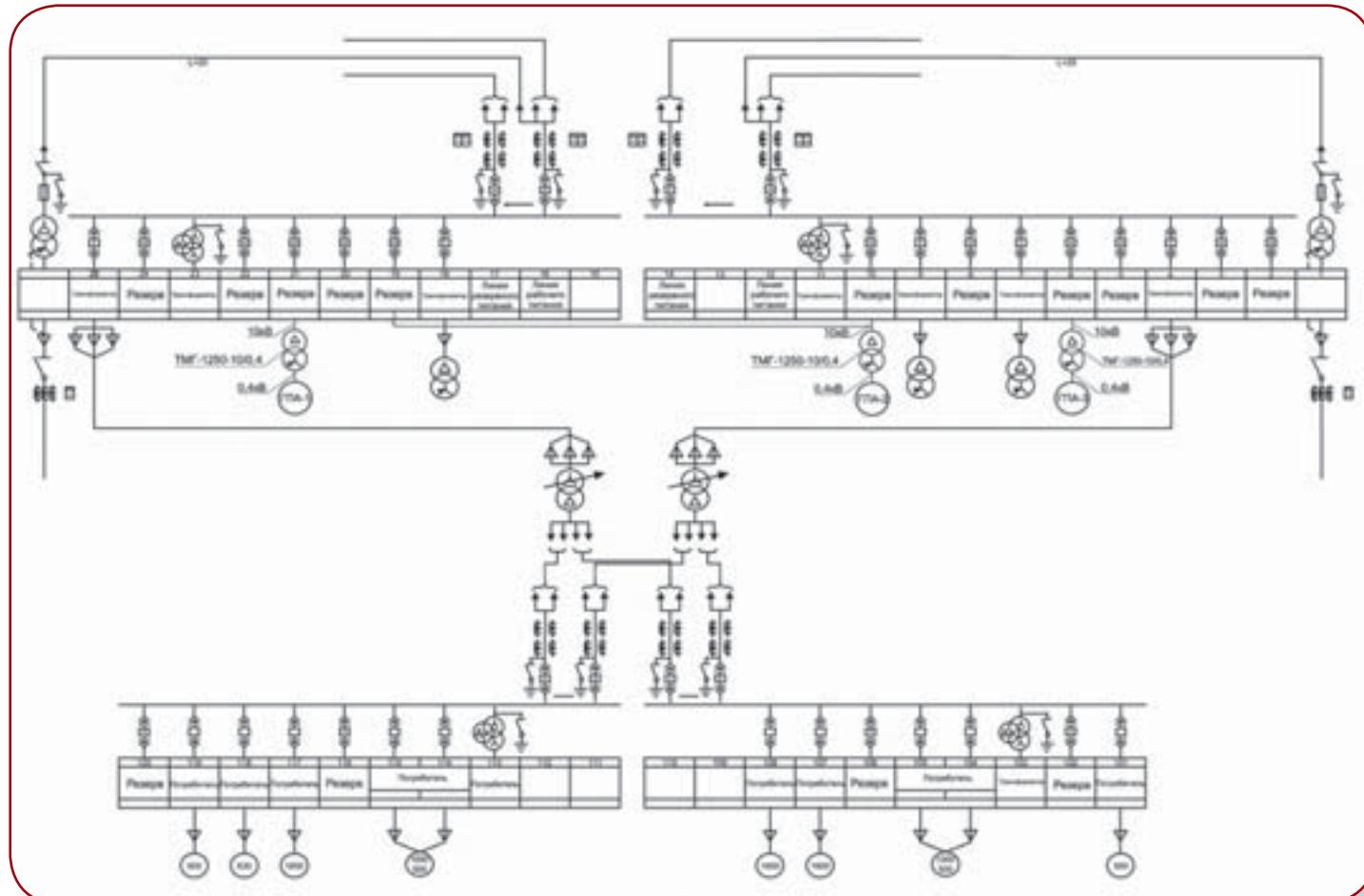


Рис. 2. Схема подключения ГПЭ к существующей электрической сети

СТАЛЬНЫЕ ДЫМОХОДНЫЕ СИСТЕМЫ

  
**SCHIEDEL**  
Дымоходные и Вентиляционные системы

Участник выставки

**HEAT&POWER**

25-27 октября 2016 г.

Реклама

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДЫМОХОДНЫЕ СИСТЕМЫ

[www.schiedel.ru](http://www.schiedel.ru)

Part of the BRAAS MONIER BUILDING GROUP



Правительством РФ и клубом «Легенды хоккея» было принято решение – на территории бывшего завода ЗИЛ создать ряд инфраструктурных объектов «Парка легенд», в том числе спортивный комплекс «Легенды хоккея». Для надежного энергоснабжения этого масштабного проекта потребовался энергocентр с мощными агрегатами, способными генерировать до 10 МВт тепловой мощности и обеспечивать электроэнергией весь комплекс.

## Энергocентр «Парка легенд» – комплексное решение для Москвы

В реализации проекта приняли участие компании: ЗАО «Ай-Теко», уже хорошо известная в России и СНГ, и Schiedel, профессиональные дымоходные системы которой едва ли нуждаются в особом представлении. Специальный корреспондент нашего журнала (ПКМ) попросил рассказать о реализации проекта «Энергocентр» его руководителей – Алексея Шерпаева, Дамира Салихзянова (компания «Ай-Теко») и Евгения Скороспелова (компания Schiedel).

**ПКМ:** «Ай-Теко» сравнительно недавно стала заметной на рынке крупных энергообъектов. Пожалуйста, расскажите об основных направлениях деятельности и стратегии развития компании.

**Дамир Салихзянов:** Компания «Ай-Теко», созданная уже почти 20 лет назад, сегодня входит в топ-15 круп-

нейших отечественных компаний и в топ-10 отечественных системных интеграторов в области консалтинга. В ней трудятся более 2500 человек, а оборот в прошлом году превысил 23 млрд рублей. Компания представлена еще в трех странах СНГ, в 15-ти крупнейших российских городах – Москве, Санкт-Петербурге, Казани и др.

«Ай-Теко» давно работала с крупнейшими отечественными энергосетевыми и энергогенерирующими компаниями, и в 2012 г. было организовано «Управление генерации», костяк которого составили высококвалифицированные специалисты ООО «Энерготех». Сегодня уже можно назвать несколько крупных реализованных проектов в области утилизации попутного нефтяного газа – «Новосибирскнефтегаз», «Славнефть» (РФ), «Геотех» (Казахстан). Объемы капитальных вложений в каждый из них составили десятки и сотни миллионов рублей.

**ПКМ:** Сложному объекту, конечно, потребовались и непростое обогорудование, и надежные поставщики-производители. Каким образом «Ай-Теко» решает такие задачи?

**Алексей Шерпаев:** Наш девиз – «холодная математика покажет», каждый объект уникален, а подбор обогорудования, в данном случае газопоршневых установок (ГПУ), пиковых котлов и систем дымоудаления, индивидуален. При этом программное обеспечение (ПО, soft) всего энергocentра – разработка нашей компании. Уже десять лет назад мы столкнулись с тем, что импортное ПО не только дорого, но и зачастую реализует отличные от отечественных подходы к устойчивости работы систем генерации энергии. Поэтому, например, наша компания обеспечивает сегодня собственными программными решениями практически любой свой энергопродукт. В энергocентре «Парка Легенд» это и ком-

плексная система безопасности, и повышение устойчивости работы.

На объекте установлены две ГПУ единичной мощностью по 4,3 МВт (в перспективе планируется установка еще двух машин, дымоходы под них уже смонтированы), при эксплуатации которых может потребоваться перераспределение нагрузки, включение или выключение агрегата. Внедренная система позволяет выводить машины на параллельную работу нажатием одной кнопки. Автоматика отслеживает, учитывает значение таких параметров, как напряжение, частота и фазность.

**Дамир Салихзянов:** Мы долго выбирали поставщиков ГПУ и остановились на машинах именно MWM только потому, что они в наибольшей степени подходили по мощности и эксплуатационным параметрам. Так, расчеты показали, что низкооборотные двигатели позволяют добиться экономии за счет пролонгированного сервисного интервала. Проще говоря, при средних нагрузках нарабатывают до капремонта на 20–25 ч больше. Изучали мы и экономичность с точки зрения топливного режима, и возможные затраты на ремонт, например, при замене коленвала. Словом, подходили к поставщику оборудования с критериями надежности (репутация) и оптимума капитальных затрат/эксплуатационных расходов.

Кроме стандартных для такого рынка процедур отбора, всех наших подрядчиков мы дополнительно проверяем на благонадежность – все документы компании, оборот, история и т. д. Параллельно наши технические специалисты выезжают, чтобы ознакомиться с его производственными мощностями.

**Алексей Шерпаев:** При работе с поставщиками проверяется вся «цепочка», все оборудование. При этом энергоцентр – социально значимый объект, рядом с ним расположены четырехзвездная гостиница, центр водных развлечений и другие важные объекты. Конечно, все одному–двум сотрудникам проконтролировать нельзя. Поэтому в нашей компании действует система качества, функционирует отдел технической экспертизы.

**Дамир Салихзянов:** Энергоцентр расположен практически на Третьем транспортном кольце столицы. Понятно,



что экологические требования очень жесткие и, соответственно, повышенное внимание было уделено системе отвода отработанных газов. По расчетам, высота дымовой трубы должна составить не менее 75 м и она должна была отвечать всем эксплуатационным требованиям – быть прочной, надежной, легкой и эстетичной, вписываясь в архитектурную концепцию «хай тек».

Кроме этого, к дымоходным системам применялись высокие требования с учетом основного оборудования энер-

гоцентра: ГПУ и резервных отопительных газовых котлов. Дымоходные системы должны быть газоплотными, чтобы выдерживать избыточное давление выхлопных газов от газопоршневых двигателей MWM.

Также в целях безопасности необходимо применение взрывных предохранительных клапанов. Понятно, что поиск производителя дымовых труб, отвечающих подобным требованиям, был делом непростым. Из трех претендентов мы остановились на компании Schiedel,

сумевшей оперативно (а в условиях стройки это немаловажно) предложить решение нашей задачи. Кроме того, сыграла свою роль и безупречная репутация этой компании как на мировом, так и на отечественном рынках.

**ПКМ: Расскажите подробнее об уникальной конструкции дымоходов из нержавеющей стали.**

**Евгений Скороспелов:** Проект был действительно сложным, но именно поэтому нам и было интересно над ним работать вместе с нашими партнерами: они знали, что им нужно, а у нас были технологии и опыт, которые мы могли им предложить. Оставалось лишь воплотить все задуманное в реальной конструкции.

Для ГПУ в первую очередь требуются газоплотные дымоходные системы. Schiedel располагает такими инженерными решениями, которые отвечают самым высоким требованиям по газоплотности.

Во-вторых, важным моментом при таких условиях эксплуатации является качество теплоизоляции. У Schiedel это SUPERWOOL – экологичный материал, выполненный из кремниевой ваты без связующего состава, что исключает возможную усадку изоляции в процессе эксплуатации и возникновения зон повышенного нагрева. Это важно, поскольку изоляция с содержанием связующего в своем составе не может применяться в выхлопных системах газопоршневых и дизельных двигателей. Связующее вещество при циклах нагрева/остывания выше 300 °C теряет свои механические и физические свойства и изоляция в лучшем случае дает усадку, а в худшем – осыпается. В штатном режиме работы газопоршневых и дизельных двигателей температура выхлопных газов достигает 500 °C, а машины работают с частыми запусками/остановками.

В-третьих, наша компания смогла обеспечить не только быструю адаптацию проекта к требованиям заказчика, но и различные варианты решений за счет автоматизированного проектного офиса.

Но все еще нужно было многократно проверить: наш участок работы – наша ответственность. В результате проработки различных вариантов конструкций был выбран внутренний диаметр дымовых труб для ГПУ 950 мм со слоем теплоизоляции 25 мм, для двух пиковых водогрейных котлов компании Viessmann –

900 мм, толщина нержавеющей стали для тех и других дымоходов – 0,8 мм. Секции дымоходов изготавливались на производственных мощностях компании в г. Торже.

**ПКМ: Потребовалось ли в процессе выполнения проекта какое-то особое решение?**

**Евгений Скороспелов:** Приоритет Schiedel – это надежность и безопасность, и лишь потом – стоимость. При использовании правильных материалов и соблюдении европейских стандартов качества и безопасности экономия на цене не может быть значительной. Тем не менее мы всегда стремимся создавать системные решения, отвечающие высочайшему уровню безопасности и вместе с этим позволяющие более экономно расходовать средства при монтаже и дальнейшей эксплуатации. Как уже говорилось коллегами выше, проект технологически сложный и требовал индивидуального подхода в решении многих задач. Одним из них была специально разработанная инженерами Schiedel конструкция вакуумно-пружинных клапанов.

Дело в том, что при эксплуатации ГПУ в дымовых трубах может создаваться как избыточное давление, например, при пуске или неполном сгорании топлива в нештатном режиме, так и частичный вакуум, например, при аварийной остановке. Словом, клапаны предохраняют дымоходы от разрушения при критических повышении/понижении давления, стравливании при значительном его повышении или подсасывании воздуха снаружи, выравнивая при резком понижении.

Была поставлена задача создать клапан многоразового применения, чтобы обслуживающему персоналу энергоцентра не нужно было время от времени подниматься на высотную отметку 12 м от уровня земли для регулярной замены вышедшей из строя мембранны. Инженерам Schiedel удалось создать универсальную стальную конструкцию газоплотного вакуумно-пружинного клапана многоразового использования, рассчитанную на весь срок эксплуатации трубы. Это повышает уровень безопасности объекта и позволяет заказчику экономить средства по сравнению с использованием одноразовых алюминиевых мембран, замена которых требуется после каждого аварийного срабатывания. В результате

вакуумно-пружинный клапан был испытан и внедрен в стандартную линейку элементной базы Schiedel.

**ПКМ: Достаточно посмотреть в окно, чтобы убедиться, что сложный и ответственный проект реализован без пресловутого долгостроя. Насколько велик вклад в этот результат взаимопонимания и сотрудничества заказчика и производителя оборудования?**

**Евгений Скороспелов:** Не думаю, что если бы партнеры искали друг у друга промахи, то можно было бы успешно осуществлять такие проекты, как создание энергоцентра. Работа на единую цель и командный принцип – стиль работы Schiedel. Это замечательно, что у нас с нашими партнерами в лице «Ай-Теко» общие ценности.

**Дамир Салихзянов:** Мы всегда очень ответственно подходим к выбору партнеров. Да, присматриваемся. Ведь качество и надежность нашей работы напрямую зависит от их соответствующих характеристик. И цена ошибки возрастает многократно при решении технологически сложных нестандартных задач. Это – алгоритм. Но есть еще и личностный фактор, тот уровень взаимопонимания, взаимодействия, который не ложится в прокрустово ложе инструкций и соглашений. Бывает, что именно этот фактор оказывается решающим для успеха.

**Алексей Шерпаев:** Мы – заказчики оборудования, компания Schiedel – его производитель. Но дымоходная система масштабного энергообъекта – не кухонный столик, собрать который можно по инструкции. Поэтому на всех этапах исключительно важно тесное взаимодействие с производителем оборудования от проектирования до ввода объекта в эксплуатацию. На подобных объектах всегда возникает масса вопросов, которые нужно решать «здесь и сейчас». Причем, решать быстро и квалифицированно. То, что уровень компетенции партнеров нас вполне устроил, можно видеть прямо из окна прорабской, в которой мы с вами беседуем: возведены фермы металлоконструкций и дымоходная система из шести стволов, уходящих на 75-метровую высоту.



[www.schiedel.ru](http://www.schiedel.ru)

4-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
промышленного и бытового оборудования  
для отопления, водоснабжения, вентиляции  
и кондиционирования

4th INTERNATIONAL EXHIBITION  
for industrial and domestic heating, water supply,  
ventilation and air-conditioning



# aqua THERM

NOVOSIBIRSK

14–17 февраля 2017

Новосибирск Экспоцентр • Россия  
Novosibirsk ExpoCentre • Russia

[www.aquatherm-novosibirsk.ru](http://www.aquatherm-novosibirsk.ru)

www.aquatherm-novosibirsk.ru

Организаторы / Organised by

 Reed Exhibitions<sup>®</sup>



Создатель / Developed by

 Reed Exhibitions<sup>®</sup>  
Messe Wien

Специализированные разделы /  
Specialised sections:

Climate Control  
Equipment

Специальный проект /  
Special project:



# Производственные стоки котельных и способы их очистки

М. Иванов

*В статье рассмотрены виды сточных вод, образующихся в котельных, целесообразные и эффективные способы их очистки.*

Все сточные воды делятся на бытовые и промышленные. Бытовые образуются в результате спусков воды из санузлов жилых помещений, офисов, коммерческих объектов, общественных зданий, государственных учреждений и организаций, а также предприятий питания и бытового обслуживания населения. Одним из подвидов бытовых сточных вод являются так называемые «серые стоки», которые содержат продукты жизнедеятельности человека, и в них может содержаться большое количество микроорганизмов, некоторые из которых являются патогенными.

Бытовые стоки представляют собой весьма сложную смесь, содержащую примерно 1–2 % примесей органических и неорганических веществ. Из неорганических в основном присутствуют хлориды, сульфиды, различные соединения азота и фосфора, а также карбонаты и бикарбонаты. Находящиеся же в бытовых сточных водах примеси органических веществ примерно на 90 % состоят из углеводородов и протеинов. Все эти загрязнения находятся в растворенном, взвешенном и коллоидном состояниях. Обычно бытовые стоки направляются в систему централизованной канализации, а в дальнейшем поступают на очистные сооружения. Несмотря на довольно многочисленный состав примесей, бытовые сточные воды относительно легко подвергаются очистке путем использования биологического метода обработки стоков.

Промышленные стоки также могут поступать в централизованную систему канализации, а затем на станции био-

гической очистки. Отличие от бытовых сточных вод заключается в том, что они образуются в результате работы промышленных предприятий. Состав стоков в этом случае в основном зависит от их вида деятельности.

Главным условием для сброса промышленных стоков в систему централизованной канализации является отсутствие загрязнений, способных ингибировать или вовсе прекращать биологически обработку.

В общем виде предприятия теплоперегетического комплекса могут образовывать следующие виды сточных вод:

- хозяйствственно-бытовые;
- дождевые с территории котельной;
- аварийные сливы и воды, загрязненные нефтепродуктами;
- производственные стоки от обмывки наружных поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов;
- отработанные растворы после химической очистки и консервации оборудования;
- воды гидроизолирования котельных, сжигающих твердое топливо;
- производственные стоки от продувки паровых котлов, систем охлаждения воды и охлаждения барботера постоянной продувки;
- производственные стоки от химводоподготовки питательной и подпиточной воды, а также установок по очистке конденсата;

Хозяйственно-бытовые стоки образуются в котельной теми же способами, что



и в быту, они обычно направляются в централизованную систему канализации.

Слив дождевой сточной воды с территории котельной в городскую систему ливневой канализации осуществляется после предварительной обработки на песколовке и ловушке нефтепродуктов.

Аварийные сливы на теплоперегетическом объекте могут появляться при следующих ситуациях. Например, в котельных, работающих на жидком топливе, неизбежны его утечки. Это вызвано организационными и технологическими причинами. К организационным можно отнести нарушения сроков ремонта оборудования и технологического режима эксплуатации. Технологическими причинами можно считать несовершенство технологии и конструкции оборудования, применяемого при закачке жидкого топлива.

Поскольку в большинстве случаев котельные, работающие на жидком топливе, используют мазут, то при его разгрузке из цистерн в хранилища, особенно в зимнее время года, применя-

ется для прогрева острый водяной пар. В результате этого в емкостях накапливаются так называемые подтоварные воды, требующие периодического сброса из хранилища. Эти сточные воды содержат примеси нефтепродуктов, которые удаляются нефтевушками.

Производственные стоки от обмывки наружных поверхностей нагрева образуются после чистки элементов паровых и водогрейных котлов. Особенно сильные загрязнения этих поверхностей наблюдаются у котлов, работающих на мазуте. Образующиеся обмывочные воды содержат грубодисперсные вещества, следы серной кислоты, частицы сажи и продукты коррозии металлов. Такие загрязненные воды перед сбросом должны быть очищены от механических примесей.

Чтобы уменьшить объемы сточных вод в промышленных и отопительных котельных, стали вместо обмывки водой применять другие способы их очистки. Так, обработку поверхностей нагрева котлов часто производят с помощью растворов гидразина или комплексона Трилона Б. В некоторых случаях используют метод фосфатно-аммиачной «выварки» или щелочные растворы, приготовленные либо на основе аммиака, либо с применением едкого натра с тринатрийфосфатом.

### Стоки при консервации котлов

Консервацию котлов следует проводить в соответствии с РД 34.20.591-97 «Методические указания по консервации тепломеханического оборудования». Одним из способов консервации, который используется для котлов всех видов, является создание в нем избыточного давления. Вода, которой заполняется оборудование, после расконсервации не сливается в сброс, а может использоваться в пароводяном цикле котла.

Чтобы полностью исключить образование сточных вод при консервации, в последнее время стали применять раствор контактного ингибитора М-1, который представляет собой соль циклогексиламина и синтетических жирных кислот. С одной стороны, этот способ увеличивает сроки работы котлов между промывками, с другой – раствор ингиби-

тора М-1 после расконсервации не выливают, а хранят в специальном баке для повторного использования.

Известен еще один вид производственных стоков, который появляется в котельных большой мощности, работающих на твердом топливе. В таких котельных часто применяют систему гидроудаления. При этом способе зола вместе с потоком воды направляется на золоотвалы, где грубодисперсные примеси отстаиваются, а осветленная вода сбрасывается в слив или возвращается в котельную для повторного использования. Наиболее важными показателями состояния такой сточной воды является ее щелочность и концентрация ней сульфатов.

Производственные стоки от пропарки котлов и барботеров содержат загрязнения, которые уносятся вместе с водяным паром. Обычно это твердые осадки, взвеси, шлам и капли воды, содержащие растворимые соли. Перед сбросом в канализацию этот вид стоков очищается от механических примесей.

Основной составляющей в формировании суммарного объема производственных сточных вод являются стоки после химводоподготовки. Как известно специалистам, в большинстве случаев в котельных создаются системы химводоподготовки питательной и подпиточной воды. Эта система обычно включает следующие стадии удаления механических примесей, умягчения, обессоливания и дегазации. Стоки на каждой из этих стадий отличаются по объему и составу.

Так, стоки на стадии удаления механических примесей образуются в результате отмычки используемых фильтровальных сред. В этом случае сточные воды загрязнены собранными уплотненными осадками, представляющими собой минеральные загрязнения, взвеси и хлопья. Такие стоки после удаления из них твердых образований могут соответствовать

требованиям «условно чистые сточные воды» и быть слиты в хозяйствственно-бытовую канализацию.

Чаще всего умягчение воды производится методом Na-катионирования при фильтровании через слой ионообменной смолы. Такие смолы после выработки своего ресурса подлежат регенерации, которая производится солевым раствором NaCl.

В процессе восстановления ионообменных смол образуются сточные воды, содержащие, помимо хлорида натрия, дополнительно еще  $\text{Ca Cl}_2$  и  $\text{Mg Cl}_2$  примерно в концентрациях около 1500 мг/л. Необходимо отметить, что объемы сточной воды на этой стадии водоподготовки достаточно значительны. Поэтому наиболее перспективным, по мнению специалистов, способом сокращения объема стоков может быть применение методов непрерывного ионирования воды и ступенчато-противоточного ионирования с последующей термической регенерацией ионитов.





Кроме ионообменной фильтрации для умягчения воды, в системах котельных применяется безреагентная обработка воды с использованием воздействия на воду электрических, магнитных, электромагнитных и кавитационных полей. При такой обработке из растворимых солей жесткости образуются легкие подвижные осадки, которые затем просто удаляются фильтрованием. Очевидно, в этом случае объемы сточных вод и степень их загрязнения значительно меньше.

Одним из наиболее распространенных методов обессоливания воды для котельных установок является также ионообменная фильтрация, которая в данном случае основана на последовательном пропускании воды через Н-катионную ионообменную смолу, а затем анионитный сорбент. После исчерпания своих возможностей эти ионообменные смолы регенерируются путем пропускания через них растворов кислот и щелочей. В результате образуются стоки с высоким содержанием солей.

Для обессоливания воды используются установки, работающие по принципу «обратного осмоса». В этом случае образуется малый объем не вредных отходов, но достаточно большой объем малозагрязненных сточных вод.

Для обессоливания применяется также электродиализ, однако в его процессе образуются значительные объемы солевых стоков. Хотя в настоящее время уже достигнуты существенные достижения, позволяющие до 70–80 % объема промывочных растворов возвращать в производство для повторного использования

ния, широкого применения этот метод пока не получил.

В некоторых случаях в котельных для обессоливания воды применяется выпарка. Этот метод позволяет утилизировать избыточное тепло теплоэнергетических объектов. Количество отходов небольшое. Принцип выпарки основан на том, что при нагревании воды до температуры выше кипения образуется водяной пар, который при определенном давлении практически не содержит растворимые соли. При выпарке вредных производственных стоков мало.

Дегазация воды выполняется для того, чтобы снизить в ней содержание  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ . Технология такой обработки основана на том, что при повышении температуры воды до кипения растворимость в ней газов сокращается практически до нуля. Этот вид дегазации питательной и подпиточной воды достаточно часто используется в котельных.

Как можно видеть из перечисленного, стоки в результате работы котельных содержат загрязнения на основе соединений кальция, магния, натрия, железа и марганца. Среди анионов преобладают хлориды и сульфаты. Также в этих производственных стоках присутствуют твердые осадки и взвешенные примеси.

В соответствии со СНиП II-35-76 «Котельные установки» выпуск сточных вод, загрязненных солями жесткости, следует предусматривать в сети производственной или централизованной бытовой канализации. Поэтому в большинстве случаев при разработке проектов теплоэнергетического и вспомогательного оборудования котельных проектировщики исходят из условия, что при нормальной работе всех агрегатов образующиеся сточные воды после необходимой предварительной обработки могут поступать в сети общей канализации. Для подключения котельной к системе городской канализации следует получить разрешение у надзирающих органов.

Помимо этого, необходимо обеспечить возможность регулярного отбора проб сбрасываемых стоков. Для этой

цели требуется сооружение специального контрольного канализационного колодца. Он должен находиться за пределами территории котельной, чтобы контролирующие органы могли иметь к нему свободный доступ. Для отбора проб такие колодцы должны быть оборудованы специальным приспособлением. При необходимости в трубопроводах производственных стоков могут быть установлены системы автоматического контроля за состоянием сточных вод.

Обязательным условием беспрепятственного слива производственных стоков котельных в централизованную систему канализации является то, что содержание в сточных водах каждого вида загрязнений не должно превышать определенных значений предельно допустимых концентраций (ПДК).

ПДК является законодательно установленным показателем, характеризующим максимально возможное содержание различных веществ в воде, которую сливают в канализацию.

Любая канализационная система является системой открытого типа, из нее сточные воды поступают на очистные сооружения, а затем в природные водоемы. Конечно, наилучшей ситуацией для природного водопользования являлось бы то, когда технологический цикл предприятий предполагал полное повторное использование сточных вод.

К сожалению, на данном этапе развития техники достичь абсолютной ликвидации сброса отходов производства в канализацию практически невозможно. Поэтому и были утверждены ПДК примесей для безопасного сброса сточных вод. Сброс в городскую систему стоков, в которых хотя бы по одному показателю значения ПДК превышены, не допускается. Превышение ПДК загрязнений в сточных водах, сливаемых в канализацию, влечет наложение на предприятие или физическое лицо штрафных санкций.

Интересно отметить, что величины ПДК меняются как для различных регионов России, так и для других стран. Так, согласно «Правилам приема производственных сточных вод в московскую городскую канализацию» №127 (Д) от 20.01.1984 перечислены следующие значения ПДК (см. таблицу).

Таблица. ПДК различных видов загрязнений в производственных сточных водах, спуск которых в централизованную систему канализации разрешен

| Показатель качества состояния стока или концентрация химических веществ, мг/л | Размерность         | Величина параметра |
|---|---------------------|--------------------|
| pH  | —                   | 6,5–8, 5           |
| Вещества во взвешенном состоянии  | мг/л                | 500                |
| БПК <sub>полн.</sub>  | О <sup>2</sup> мг/л | 500                |
| ХПК   | О <sup>2</sup> мг/л | 800                |
| Общая минерализация   | мг/л                | 1 000              |
| Плотный осадок  | мг/л                | 2 000              |
| Содержание хлоридов   | мг/л                | 350                |
| Содержание сульфатов  | мг/л                | 500                |
| Вещества, извлекаемые из осадка эфиrom  | мг/л                | 20                 |
| Температура стоков  | °С                  | <40                |
| Содержание соединений железа (общ.)   | мг/л                | 3                  |
| Содержание соединений марганца  | мг/л                | 2                  |
| Содержание нефтепродуктов   | мг/л                | 4                  |
| Содержание ПАВ  | мг/л                | 2,5                |

Если производственные сточные воды имеют параметры ниже указанных значений ПДК, то их можно сливать в сети бытовой канализации.

Однако в некоторых случаях сточные воды имеют превышение значений ПДК, чем наносят вред окружающей среде. Наибольшее загрязнение естественных водоемов от котельных происходит при сбросе в них сточных вод после стадии химводоподготовки, воды с примесями нефтепродуктов, стоков от обмывок наружных поверхностей нагрева и сточных вод от систем гидрозолоудаления. К сожалению, технология глубокой очистки таких стоков, делающая их безвредными, в настоящее время не получила широкого распространения. Поэтому уменьшение вредного влияния таких сточных вод на окружающую среду достигается за счет сокращения объемов сбросов, которое может быть достигнуто путем применения совершенных схем обработки воды, сокращения расхода воды на собственные нужды и повторным использованием сточных вод в технологическом цикле котельной, а также создания станций предварительной обработки сточных вод.

Станции предварительной обработки обустраивают на территории котельной. На этих установках производится предварительная очистка сточных вод

до требуемых значений ПДК. Системы предварительной их очистки обычно включают следующие стадии: удаление твердых и грубодисперсных примесей, коагуляцию с последующей утилизацией образованных осадков и применением нефтевушек, задерживающих в стоках следы масел жидкого топлива.

Однако такие станции предварительной обработки стоков целесообразно создавать исключительно на территории крупных котельных. При эксплуатации небольших котельных строительство таких станций не оправдано. Проектирование и строительство котельных относительно небольшой мощности и мини-котельных осуществляется в соответствии с СП 41-104-2000 «Проектирование автономных источников теплоснабжения». В этом нормативном документе указано, в каких котельных для отвода аварийных сливов следует предусматривать установку трапов. Помимо этого, встроенные и крышные котельные должны иметь пол с гидроизоляцией, которая была бы способна противостоять затоплению помещения до уровня ниже 10 см. Одновременно с этим входные двери автоном-

ных котельных должны иметь пороги для предотвращения попадания воды за их пределы при аварии трубопроводов и устройства для сброса ее в канализацию.

Стоки, появляющиеся при работе мини-котельных, сливаются в централизованную канализационную сеть, если в них нет превышения ПДК. Однако в некоторых случаях образуются сточные воды с высоким содержанием  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{MgCl}_2$ , суммарная концентрация которых может достигать 6000 мг/л. Очевидно, строительство установок по обессоливанию стоков в котельных небольшой мощности нецелесообразно. Поэтому понижение концентрации солей достигается путем смешения с другими стоками, в которых содержание солей мало.

Однако иногда бывают случаи, когда стоки с высоким содержанием солей перед сбросом в канализационную сеть, чтобы не было нареканий со стороны экологических или других надзирающих органов, разбавляют водой, и не просто загрязненной, обратной или технической, а питьевой водой из водопровода. По всей вероятности, такое решение проблемы, хоть и оправдано, но не является рациональным. Для таких котельных целесообразно предусмотреть выгребной колодец необходимого объема, в который сбрасывать сильно загрязненные сливы сточных вод.

После заполнения колодца организуют вывоз стоков с помощью автоцистерны на утилизацию. Этот вариант решения проблемы оправдан для котельных небольшой производительности, в которых стоков с высоким содержанием солей относительно немного.





Водород, солнце, ветер, биомасса – все эти ресурсы могут и должны стать конкурентоспособными в нашей стране и обеспечить ей мировое лидерство по ряду позиций.

# Накопители энергии, солнечная, ветровая, биоэнергетика – сегодня и завтра

В. Зайченко, А. Чернявский

## Способы аккумулирования электроэнергии

К настоящему времени в мире существует значительное число разработок по созданию различных видов накопителей энергии. В первую очередь для этих целей используются электрохимические аккумуляторы различных типов. Второе направление – электрохимические генераторы на топливных элементах, исследованием и разработкой которых занимаются многие центры, в том числе и в России.

Несмотря на полученные результаты в обоих направлениях, широкому их внедрению препятствует ряд проблем, связанных с неудовлетворительным удельным значением массогабарит-

ных параметров, со сложностью систем управления, с недостаточной стабильностью характеристик во времени и со значительной стоимостью. Наиболее перспективными признаны методы водородного аккумулирования.

В ряде организаций нашей страны ведутся исследования по созданию энергоаккумулирующих систем на водороде, получаемом методом электролиза воды. Технологии электролиза хорошо освоены, существует значительная номенклатура оборудования для получения водорода при работе возобновляемых источников в те периоды времени, когда производимая энергия превышает потребление.

Однако применение водорода в

системах аккумулирования тормозится отсутствием отработанных эффективных технологий получения электроэнергии при его использовании в качестве топлива. Работы по водородному аккумулированию ведутся в мире достаточно активно. С нашей точки зрения, исследования, проводимые в России, в некотором плане опережают существующий в мире уровень разработок его новых методов и технологий для распределенной энергетики.

Созданы крупномасштабные экспериментальные установки по использованию водорода в качестве топлива для выработки пара высоких параметров (водородный парогенератор), для газопоршневых электростанций и мини-ТЭЦ.

Полученный при проведении теоретических и экспериментальных исследований задел позволяет перейти к следующей стадии отработки технологий – проведению опытно-промышленных испытаний, в рамках которых должна быть отработана эффективные конструкции таких установок, что позволит перейти к их промышленному производству.

## Солнечная энергетика

Последние 5–7 лет солнечные технологии в мире демонстрируют небывалые для энергетики темпы роста установленных мощностей – 40–55 % в год. По этому показателю солнечная энергетика уверенно опережает как следующую на втором месте ветровую энергетику, так и все остальные энергетические технологии. Высокие темпы развития определяются значительным снижением стоимости технологического оборудования солнечных электростанций, в первую очередь фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) солнечного излучения в электрическую энергию наряду с одновременным ростом цен на ископаемое топливо по мере израсходования легко доступных его запасов.

Стоимость первых экспериментальных кремниевых ФЭП, созданных в США в 1954 г., составляла около 250 долл./Вт. С начала серийного производства первых ФЭП для космических аппаратов в 1977–1978 гг. их стоимость к настоящему времени снизилась более чем в 100 раз. Это объясняется тем, что цены на кремний «солнечного» качества, поставляемый на энергетический рынок в основном Китаем, за последние 4–5 лет снизились в 18 раз. А доля стоимости кремния в составе моно- и поликристаллических ФЭП достигает 50–70 %.

В 2012 г. наступил паритет себестоимости электроэнергии, генерируемой солнечными фотоэлектрическими и тепловыми электростанциями, в 2014 г. сравнялись стоимости электроэнергии на солнечных и ветровых электростанциях. После 2015 г. имеет место более низкая стоимость «солнечной» энергии в сравнении с «ветровой». Это и становится основой опережающего развития солнечной энергетики в перспективе. Теперь, вероятно, можно рассчитывать на вытеснение основных энергетических

технологий солнечными на большинстве территорий уже к 2025–2030 гг.

В России существуют вполне приемлемые условия для использования солнечной энергии практически на всей территории. Наиболее благоприятные для этого – на юге Европейской части России, Алтае, юге и востоке Сибири, Дальнем Востоке.

## Ветровая энергетика

Общие годовые запасы энергии ветра в мире оценены в 170 трлн кВт·ч или 170 тыс. тераватт часов (ТВт·ч), что в 8 раз превышает нынешнее мировое потребление электроэнергии. Все электроснабжение в мире можно было бы обеспечить исключительно за счет энергии ветра. А если учесть, что ее использование не загрязняет атмосферу, гидросферу и почву, то этот источник энергии кажется почти идеальным.

Ранее, в 1930–1950 гг., одним из лидеров в этой области был Советский Союз. В 1931 г. в Крыму, около Балаклавы, была введена в эксплуатацию ветроэлектростанция, которая работала до 1941 г. Во время боев за Севастополь она была полностью разрушена. Ветроагрегат с колесом диаметром 30 м и генератором 100 кВт был на тот период самым мощным в мире. Ветроагрегаты в Дании и Германии того времени имели диаметр колеса до 24 м, а их мощность не превышала 50–70 кВт.

В настоящее время мощности отдельных ветроустановок (ВЭУ) достигают нескольких мегаватт, а гигаваттные ветропарки сопоставимы с крупнейшими объектами «традиционной» энергетики – тепловой, атомной и гидроэнергетики. Общая установленная мощность ВЭС в мире приближается к 500 ГВт.

До недавнего времени, пока не стали низкими цены на фотоэлектрические модули, ветроэнергетика обеспечивала самую низкую себестоимость получения электрической энергии из всех видов ВИЭ. Благодаря этому, строительство ветроэлектрических станций получило опережающее развитие и широкое распространение в странах

Европы, США, Японии, азиатского региона.

В большинстве развитых стран за последние годы достигнут большой прогресс в строительстве и использовании ВЭС. Снижение стоимости и повышение их эффективности достигаются за счет увеличения мощности ВЭУ и ВЭС, роста технико-экономических показателей ВЭУ при внедрении новых научно-технических решений.

Поэтому развитие ВЭС идет по пути как увеличения единичной мощности ВЭУ, так и их количества в составе ВЭС и, соответственно, в целом мощности ВЭС. Модульная компоновка ВЭС при увеличении единичной мощности ВЭУ за последние годы до 5 МВт и более создает благоприятные условия для их работы в объединенных энергосистемах, позволяет повысить надежность и эффективность.

В 2013 г. установленная мощность ВЭС в мире достигла 318,5 ГВт, что превысило суммарную мощность всех АЭС на планете. В настоящее время более 4 % общего мирового потребления электроэнергии производится ВЭС. В промышленно развитых странах доля ветровой электроэнергии значительно выше.

В России на значительной части территории имеется удовлетворительный ветровой потенциал для создания рентабельных ВЭС, особенно с учетом существующей государственной поддержки согласно действующему законодательству. Однако в России еще не налажено производство ВЭУ мегаваттного класса, необходимых для создания мощных ВЭС. А ветровые условия позволяют строить эффективные ВЭС на побережье Северного Ледовитого и Тихого океанов.



анов, в республиках Северного Кавказа, в Ростовской и Астраханской областях, в Краснодарском и Ставропольском краях, в Крыму, Калмыкии, Дагестане, на Алтае.

За счет освоения экономического ветропотенциала в России возможно строительство ВЭС суммарной установленной мощностью 100–150 ГВт. Для размещения этих ВЭС потребуется общая площадь около 1 % территории страны.

Развитие крупномасштабной ветроэнергетики в России тормозится, прежде всего, отсутствием отечественного производства крупных ВЭУ, инвестиций для реализации строительства запланированных ВЭС, а также принятыми в настоящее время ограничительными мерами, препятствующими поставкам импортного оборудования в РФ. Эти же санкции не позволяют реализовать соглашение, подписанное А. Меркель и Д. Медведевым о строительстве совместного российско-германского предприятия в Волгограде по выпуску трехмегаваттных ветроэнергетических агрегатов на базе конструкции немецкой фирмы *Siemens*.

Сегодня решение вопросов организации отечественного производства крупных ВЭУ является важнейшей научно-технической задачей.

### **Биоэнергетика. Энергетическая утилизация биомассы**

К настоящему времени известны две технологии получения энергетического газа при термической переработке биомассы: пиролиз и газификация.

При пиролизе (нагреве перерабатываемого материала без доступа окислителя) возможно получение энергетического газа (синтез-газа) с теплотой сгорания до 5000 ккал/м<sup>3</sup>. Побочными продуктами пиролиза являются твердая и жидккая фазы. Теплота сгорания получаемой газообразной фазы не превышает 25 % энергии, аккумулированной в перерабатываемой биомассе. Оставшаяся энергия распределяется между жидкой и твердой фазами. Но переработка либо утилизация твердой и жидкой фаз пиролиза связаны со значительным усложнением технологии и дополнительными затратами.

Газификация биомассы с использо-

ванием известных автотермических технологий имеет тот недостаток, что получаемый газ обладает низкими потребительскими свойствами: теплота его сгорания не превышает 1300 ккал/м<sup>3</sup>, а адиабатная температура горения – 1400 °С.

Получаемый при газификации газ примерно на 50–60 % состоит из водорода и окиси углерода, остальную часть составляет азот.

При использовании известного метода с применением парокислородного дутья показатели получаемого газа улучшаются, но значительно возрастают капитальные вложения и эксплуатационные расходы. А использование газа с низкой теплотой сгорания в современных энергетических агрегатах, рассчитанных на высокие тепловые нагрузки, неэффективно.

Для энергетического использования продуктов переработки биомассы необходимо осуществление процесса получения энергетического газа экологически безопасными методами. При этом такой газ не должен содержать жидкой фазы и должен иметь достаточный уровень теплотехнических параметров, обеспечивающий возможность его использования в современном высоконапряженном энергетическом оборудовании.

В соответствии с этим важнейшей научно-технической задачей является разработка новых методов конверсии биомассы с получением энергетического газа с теплотой сгорания не менее 2500–3000 ккал/м<sup>3</sup> и адиабатной температурой горения 1900–2000 °С, но без наличия жидкой фазы. Технология конверсии различных видов биомассы в энергетический газ с повышенными теплотехническими параметрами должна стать базовой для системы распределенной энергетики во многих регионах нашей страны, имеющих значительные ресурсы биомассы.

Новый процесс термической конверсии биомассы в синтез-газ в соответствии с поставленными задачами разработан в ОИВТ РАН. При температуре переработки торфяных пеллет 1000 °С получаемый газ на 90 % состоит из смеси водорода и окиси углерода в приблизительно равных долях, и остальное – небольшие примеси других газов. Газ, получаемый при переработке древес-

ных и различных сельскохозяйственных отходов, имеет аналогичный состав.

Газ может быть использован в виде топлива для различных видов электрогенерирующего оборудования и является идеальной смесью для синтеза искусственных жидкого топлив из биомассы. Относительно последнего, видимо, необходимо дать некоторые разъяснения.

Интерес к получению жидкого моторных топлив из биомассы в мире большой, и Россия здесь значительно отстает от многих стран. Технологии получения таких топлив развиваются в настоящее время быстрыми темпами. Как известно, в ЕС даже подготовлено решение о частичном использовании с 2020 г. биоавиакеросина в виде авиационного топлива. Объявлено, что прилетающие в Осло самолеты уже можно заправлять биокеросином.

Отсутствие биоавиатоплива может быть связано с большими экономическими потерями для нашей страны. Однажды мы уже столкнулись с результатами ограничительной политики в области авиации, когда были вынуждены покупать самолеты за границей, поскольку наши не соответствовали принятым в Европе критериям по шумности. Теперь – биоавиакеросин.

Сейчас иногда говорят, что затраты на приобретение биоавиатоплива потребуют, возможно, больших затрат, чем мы вкладываем в развитие шельфовых месторождений нефти. Мы здесь отстаем, и это может иметь для нас достаточно неприятные последствия. Биоавиакеросин также должен выпускаться в нашей стране.

В заключение можно сказать, что некоторые научные центры в нашей стране занимались разработкой новых технических решений в области энергетики. Поскольку основной упор в этой сфере в течение длительного времени делался на разработку дотируемых из бюджета неконкурентоспособных технологий, именно отечественные разработки в этой области могут стать основой создания новых технологий и обеспечить нашей стране лидирующие позиции в определенных сегментах мирового рынка распределенных энергетических систем.

## «Биоэнергетика: пеллеты, брикеты, щепа, котельные и ТЭЦ на биотопливе»

Конференция с таким названием пройдет 24 октября 2016 г. в ЦВК «Экспоцентр» (Москва) в рамках выставки «Лесдревмаш-2016». Организаторы – ИАА «ИНФОБИО», журнал «Международная биоэнергетика», генеральный партнер – Polytechnik при поддержке: ЗАО «Экспоцентр», НП «Национальный биоэнергетический союз».

Среди участников и выступающих – представители крупнейших энергетических концернов Европы, ведущие специалисты биотопливной отрасли, производи-



тели котельного оборудования для сжигания биотоплива, технологий по гранулированию и брикетированию из Европы и России, представители органов власти, транспортные и логистические компании, банки и инвестиционные фирмы.

Будут раскрыты многие секреты биотопливной отрасли. Ожидается участие 150 специалистов из России и других стран, состоится дискуссия. Участие в конференции платное.

Подробная информация:  
[info@infobio.ru](mailto:info@infobio.ru), тел. +7 (812) 356 55 88.

## Топливо из лузги

В Башкирии на Маячном маслоз extrакционном заводе (МЭЗ, г. Кумертау) начали выпускать экологически чистое топливо из подсолнечной лузги. Лузгу подсолнечника, отделяемую в процессе производства растительного масла, на предприятии перерабатывают в гранулированную. Лузга в гранулах является возобновляемым экологически чистым топливом. На заводе используется лузга в негранулированном виде, ее сжигание в твердотопливных котлах обеспечивает получение паровой и электрической энергии.

В республике Маячный МЭЗ в производстве подсолнечной лузги в гранулах не первопроходец. С 2008 г. этот вид топлива выпускает и поставляет в страны Европы Чишминский МЭЗ. 24 июня на Маячном МЭЗ состоялась отгрузка первой партии подсолнечного жмыха. Сегодня на предприятии перерабатывают 300 т семян подсолнечника в сутки. В перспективе планируется выйти на производственную мощность 1200 т сырья в сутки. Общий объем инвестиций в проект превысит 6 млрд рублей.

На продах рекламы

НЕМЕЦКИЕ ДЫМОХОДЫ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ JEREMIAS - КАЧЕСТВО, СЕРВИС И ИННОВАЦИИ

Применение: для частных домов, квартир и промышленных зданий. Диаметр: 80 мм - 3500 мм.

• Завод в городе Королеве (Московская область) • Тел: +7 (495) 664 23 78 • [info@jeremias.ru](mailto:info@jeremias.ru) • [www.jeremias.ru](http://www.jeremias.ru)



# ПОДПИСКА - 2016

**Уважаемые читатели!**

**Оформите подписку на 2016 г. на журналы Издательского Центра «Аква-Терм»**

**Вы можете подписаться в почтовом отделении через альтернативные агентства подписки:**

**Москва**

- «Агентство подписки «Деловая пресса», [www.delpress.ru](http://www.delpress.ru),
- «ИД «Экономическая газета», [www.ideg.ru](http://www.ideg.ru),
- «Информнаука», [www.informnauka.com](http://www.informnauka.com),
- «Агентство «Урал-Пресс» (Московское представительство), [www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru).

**Регионы**

- «Агентство «Урал-Пресс», [www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru).

**Для зарубежных подписчиков**

- «МК-Периодика», [www.periodicals.ru](http://www.periodicals.ru),
- «Информнаука», [www.informnauka.com](http://www.informnauka.com),
- «Агентство «Урал-Пресс» (Россия, Казахстан, Германия), [www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru). Группа компаний «Урал-Пресс» осуществляет подписку и доставку периодических изданий через сеть филиалов в 86 городах России.

**Через редакцию на сайте [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru):**

- заполните прилагаемую заявку и позвоните по тел. (495) 751-6776, 751-3966
- или по e-mail: [book@aqua-therm.ru](mailto:book@aqua-therm.ru) [podpiska@aqua-therm.ru](mailto:podpiska@aqua-therm.ru)

## ЗАЯВКА НА ПОДПИСКУ

|                                     |       |                      |
|-------------------------------------|-------|----------------------|
| ПАО СБЕРБАНК Г. МОСКВА              | БИК   | 044525225            |
| Банк получателя 7733734943          | Сч. № | 30101810400000000225 |
| ООО «Издательский Центр «Аква-Терм» | Сч. № | 40702810038170015431 |
| Получатель                          |       |                      |

## Счет на оплату № 6102-987 от 10 августа 2016 г.

Поставщик Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Центр «Аква-Терм»,  
Исполнитель ИНН 7733734943, КПП 773301001,  
125464, г. Москва, Новотушинский проезд, дом № 10, корпус 1, тел.: (495) 7513966

| № | Товары (работы, услуги)   | Кол-во | Ед. | Цена   | Сумма    |
|---|---|--------|-----|--------|----------|
| 1 | Годовая подписка на журнал «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» на 2016 год | 6      | шт. | 842,37 | 5 054,24 |

**Итого: 5 054,24**

**Сумма НДС: 909,76**

**Всего к оплате: 5 964,00**

Всего наименований 1, на сумму 5 964,00 руб.

Пять тысяч девятьсот шестьдесят четыре рубля 00 копеек

Внимание!

Оплата данного счета означает согласие с условиями поставки товара.

Уведомление об оплате обязательно, в противном случае не гарантируется наличие товара на складе.

Товар отпускается по факту прихода денег на р/с Поставщика, самовывозом, при наличии доверенности и паспорта.

Руководитель



Барубо Т.А.

Бухгалтер

Вантеева О.Ф.

25-27 ОКТЯБРЯ 2016  
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»



ВЫСТАВКА ПРОМЫШЛЕННОГО  
КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛООБМЕННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ  
АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ



Реклама

- промышленное котельное оборудование
- теплообменное оборудование
- системы автономного энергоснабжения



Организатор  
Группа компаний ITE  
+7 (499) 750-08-28  
heatpower@ite-expo.ru



Стратегический  
партнер выставки



Генеральный  
информационный партнер



Генеральный  
интернет-партнер

# Импульс Техно

## СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

- Проектирование
- Монтаж
- Пусконаладка
- Сервисное обслуживание
- Аренда и продажа блочно-модульных котельных



- Промышленные и бытовые котельные
- Системы отопления и водоснабжения
- Водоподготовка ХВО
- Локальные очистные сооружения ЛОС

## Импульс Техно

Московская обл., Люберецкий район,  
г. Котельники, Новорязанское ш., д. 6

+ 7 (495) 543-96-15  
prd@impulsgroup.ru



[www.impulstechno.ru](http://www.impulstechno.ru)