

# КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



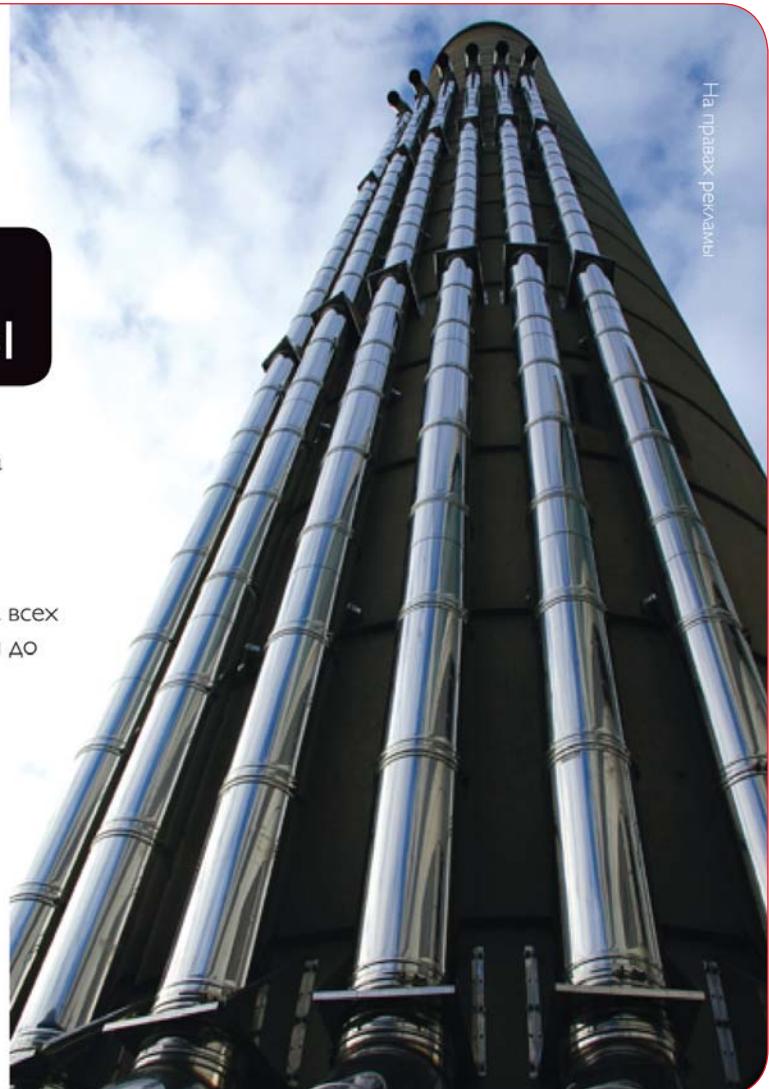
## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДЫМОХОДНЫЕ СИСТЕМЫ



- Первая в мире библиотека 3D CAD BIM на рынке дымоходных систем
- Техническая поддержка на всех этапах: от проектирования до сдачи объекта
- Локализованное производство Schiedel, г. Торжок, Россия



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



На правах рекламы

### Обзор рынка

Новые  
конденсационные  
и термомасляные  
котлы

### Репортаж с объекта

Уникальный паровой  
котел для  
АО «ТРАНСКЕМИКЛ-  
экспресс»

### Энергосбережение

Новый метод  
термической  
конверсии биомассы

# РУССКОЕ ТЕПЛО

## Лидер водогрейного рынка России

Специализация в теплоэнергетике с 1962 года

Лучшая номенклатура водогрейного оборудования

Ноу-хай и инновации

Уникальные технологии производства

Высочайший уровень качества



Котлы мощностью от 9,65 до 209МВт типа ПТВМ, КВ-ГМ, КВ-Р/КВ-Ф

Реклама.



Горелочные устройства



Аварийные котельные



Котлы мощностью от 0,05 до 7,56МВт жаротрубные, водотрубные, туннельные, вакуумные



Модульные котельные МК ДКМ мощностью от 0,22 до 32МВт



### **Уважаемые коллеги!**

Дорогобужскому котельному заводу 1 января 2017 г. исполнится 55 лет.

На пороге новой вехи в истории предприятия нам есть чем гордиться, к чему стремиться.

За время работы в отечественной теплоэнергетике предприятие прошло путь от открытой производственной площадки до одного из ведущих котлопроизводителей в РФ.

Юбилей – отличный повод не только принимать поздравления, но и адресовать слова благодарности клиентам, партнерам – всем тем, кто был с заводом на протяжении долгих лет.

Именно диалог с Вами, нашими уважаемыми заказчиками, монтажниками, проектировщиками, эксплуатационниками, позволяет предприятию идти вперед, развиваться.

Мы готовы к сотрудничеству с Вами по любому профильному направлению на базе самого широкого в России типоряда водогрейных котлов.

Это оказание услуг «под ключ» – от проекта, изготовления и поставки продукции с учетом конкретных требований до монтажа, шеф-монтажа и ПНР. Это реализация проектов модернизации/реконструкции установленного оборудования со значительным улучшением эксплуатационных показателей. Это создание новой продукции, ориентированной на Ваши будущие потребности. Это постоянный поиск новых комплексных решений в соответствии с современными реалиями рынка.

АО «Дорогобужкотломаш» создано и работает на смоленской земле, изготавливая котлы, разработанные с учетом местных условий эксплуатации. Несмотря на сложное положение в отечественной экономике, мы продолжаем строить планы по развитию.

Дорогобужский котельный знает почти все о «русском тепле». Надеемся, что наше партнерство будет долгим и плодотворным и создаст надежную основу для обеспечения эффективного и безопасного теплоснабжения страны!

*Елена Петрикова, генеральный директор АО «ДКМ»*



## Содержание

### НОВОСТИ

4, 23, 61

### КОТЕЛЬНЫЕ

- 8** Газогенерация: этапы эволюции и перспективы развития  
**12** КПД котлоагрегата в обычном и конденсационном режимах  
**14** Топливные смеси с водой для котельных и мини-ТЭС

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

- 16** Русское тепло АО «Дорогобужкотломаш»  
**18** Рекомендации концерна KSB по выбору трубопроводной арматуры в области перекачивания сточных вод  
**22** Российская экономика делает ставку на автоматизацию

### КРУГЛЫЙ СТОЛ

- 24** Перспективы применения конденсационных котлов в коммунальной и промышленной теплоэнергетике

### ОБЗОР РЫНКА

- 30** Термомасляные котлы – современные решения  
**36** Конденсационные котлы на российском рынке

### ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

- 42** Мини-ТЭЦ на газе для отрасли защищенного грунта  
**44** Автономный мини-энергоблок на основе свободнопоршневых двигателей Стирлинга  
**48** Водяные насосы KSB для обеспечения электроэнергией отдаленных районов и сельской местности

### Репортаж с объекта

- 52** Впервые уникальный паровой котел запущен в эксплуатацию в котельной АО «ТРАНСКЕМИКЛ-экспресс»  
**54** ЭнергоЦентр «Парка легенд» – комплексное решение для Москвы

### ВОДОПОДГОТОВКА

- 58** Применение искусственных цеолитов в подготовке подпиточной воды водогрейных котлов

### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

- 60** Политопливные теплогенерирующие системы на местных возобновляемых энергоресурсах



ООО «Издательский Центр «Аква-Терм»  
Директор  
Лариса Шкарабо  
[magazine@aqua-therm.ru](mailto:magazine@aqua-therm.ru)

Главный редактор  
Юлия Ледяева  
[prom@aqua-therm.ru](mailto:prom@aqua-therm.ru)

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

Служба подписки  
Лариса Журавлева  
[market@aqua-therm.ru](mailto:market@aqua-therm.ru)

Члены редакционного совета:  
Р.Я. Ширяев, генеральный директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,  
президент клуба теплоэнергетиков  
«Флагистон»  
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 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.  
Рег. № 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.

## ТРУБОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА для

- МОНТАЖА
- ЭКСПЛУАТАЦИИ
- АВАРИЙНОГО РЕМОНТА



ООО "ВАЛРОСА"  
24 часа, ежедневно

WALROSA

- КЛИНОВЫЕ ЗАДВИЖКИ
- ШАРОВЫЕ ОБРАТНЫЕ КЛАПАНЫ
- ЧУГУННЫЕ ФИТИНГИ
- ФЛАНЦЕВЫЕ МУФТЫ ПФРК
- РЕМОНТНЫЕ МУФТЫ И ХОМУТЫ
- ДОУПЛОТНИТЕЛИ  
РАСТРУБОВ



Реклама

ООО "ВАЛРОСА" +7(495) 60-41-300 [www.valrosa.ru](http://www.valrosa.ru)

IDRA

DOMEX

JAFAR®  
FABRYKA ARMATUR  
SA

BOHAMET®

## Котлы Bosch и Buderus для предприятий ГК «АгроЭко»



Промышленные котлы Bosch поставлены для котельных шести свиноводческих комплексов ГК «АгроЭко» в Воронежской области. На каждом объекте будут установлены два водогрейных котла Bosch UT-L 2500 мощностью 2,5 МВт каждый с горелками Dreisler. Котлы произведены в России на заводе Bosch в г. Энгельсе Саратовской области с соблюдением немецких требований качества. Также котлами марки Buderus будут оборудованы три котельные, обслуживающие административные и вспомогательные здания. Сдача объектов в эксплуатацию намечена на конец 2016 г.

Промышленные котлы Bosch UT-L относятся к серии трехходо-

вовых котлов мощностью от 650 до 19200 кВт. Котел отличается широкой областью применения, высокой функциональностью – надежная трехходовая конструкция позволяет котлу демонстрировать качественный уровень теплоизоляции и высокий номинальный КПД (до 92,5 и 105 % при отсутствии и наличии теплообменника отработанных газов, соответственно). Возможно использование оборудования при низких температурах обратного потока (от 50 °C) и при высоком допустимом перепаде температур (до 50 °C). Предусмотрены полное техническое обслуживание, чистка и ревизия. Котел Bosch UT-L может быть поставлен в различных вариантах комплектации. Сотрудничество «Бош Термотехника» и ГК «АгроЭко» началось два года назад. В октябре 2014 г. для пароводогрейной котельной завода комбикормов были поставлены два паровых и два водогрейных котла Buderus. Совокупная мощность котельной составила 8 т пара в час и 3 МВт по ГВС. В 2017–2018 гг. планируются дальнейшие поставки котлов Bosch на объекты ГК «АгроЭко».

## testo 330i – первый газоанализатор с дистанционным управлением



Новый анализатор дымовых газов testo 330i решает проблему неудобства использования приборов при диагностике и наладке систем отопления и позволяет существенно повысить эффективность и качество работы. В основе прибора технология, отлично зарекомендовавшая себя в газоанализаторе testo 330LL. Принципиальное отличие модели testo 330i состоит в отсутствии собственного дисплея – управление прибором, так же как и считывание показаний, теперь осуществляются по

каналу Bluetooth через смартфон или планшет с мобильным приложением. Впервые данная технология управления была успешно реализована в линейке приборов Testo Smart Probes. Благодаря инновации, результаты измерений всегда под рукой – в мобильном устройстве. По завершении работы можно создать финальный отчет прямо в смартфоне, добавить в него комментарии или фотографии установок, отправить клиенту по e-mail. Значительно улучшен зонд отбора пробы. Он фиксируется в дымоходе с помощью абсолютно нового специального механизма крепления testoFix, что в сочетании с измененным дизайном корпуса анализатора позволяет закрепить на нем и сам прибор.

Новый анализатор дымовых газов testo 330i поставляется в двух комплектах.

## Тригенерация в Липецкой области – энергоцентр для «Кузьминки-Молоко»

ООО «Компания МВ» (МАСТЕР-BATT) приняла участие в разработке, комплектации, поставке и пусконаладочных работах проекта энергоцентра для «Кузьминки-Молоко» (Липецкая обл.). В энергоцентре совместно вырабатываются электрическая, тепловая энергия в виде насыщенного пара и холод для кондиционирования помещений производственных цехов. В сентябре 2016 г. состоялся пуск паровой котельной энергоцентра.

Особенностью проекта является применение комбинированных паровых котлов с газовой горелкой и дополнительным контуром утилизации уходящих газов после газопоршневых установок (ГПУ). Данный технический подход позволяет паровой котельной работать как совместно с ГПУ, так и самостоятельно. В паровой котельной использовано оборудование чешской фирмы TH s.r.o., поставщик (представитель завода в России) – ООО «Компания МВ» (МАСТЕР-BATT). В составе оборудования паровой котельной энергоблока комбинированные паровые котлы THS-32 KOMBI и THS-25 KOMBI с газовыми горелками Elco и с функцией утилизации выхлопных газов ГПУ; деаэрационная термическая установка для подготовки питательной воды паровых котлов; система сбора и перекачки конденсата. Для тригенерации энергоцентра задействованы газопоршневая когенерационная установка MWM TCG 2020 V12 6,3 кВт (1200 кВт); газопоршневая когенерационная установка MWM TCG 2020 V20 6,3 кВт (2000 кВт); абсорбционная бромисто-литиевая холодильная машина (АБХМ) SHUANGLIANG на горячей воде для производства холода (2000 кВт); испарительная, вентиляторная, перекрестнопоточная градирня Mesan.



## Новая трубопроводная арматура IDRA®

Ассортимент компании «Валроса» расширен новыми фланцевыми и соединительными муфтами IDRA®.

Фланцевые муфты (ПФРК) IDRA®BF FL MAXI имеют конструкцию с внутренним упором, облегчающую их монтаж в сложных условиях.

Обжимной диапазон IDRA®BF FL MAXI расширен, это позволяет применять муфты практически на любых трубах, в том числе и на трубах нестандартных размеров.

Соединительные муфты (ДРК) IDRA®BF ST MAXI имеют не только расширенный обжимной диапазон, их корпус удлинен до 30 см. Эта модель муфты, также как и модель BF FL MAXI, создана по запросу клиентов компании «Валроса» специально для решения задач реконструкции или аварийного ремонта труб с возрастными изменениями. Проблема обозначена специалистами по монтажу трубопроводов и отмечена как одна из самых сложно решаемых в текущих условиях.



Муфты IDRA®BF FL MAXI и BF ST MAXI доступны на складе в Москве. Кроме того, расширен типоразмерный ряд ремонтных уплотнений раструбных соединений марки IDRA®SJ до 400 размера.

-----

## Pirobloc – тепло и эффективный нагрев

PIROBLOC

PIROBLOC RUSSIA Moscow  
+7 9852233333 [www.pirobloc.ru](http://www.pirobloc.ru)

Реклама

## Сделано в Испании    Более 30 лет опыта

- ◆ конструирование, производство
- ◆ установка и наладка оборудования на базе технологии термического масла
- ◆ промышленное оборудование под заказ самого высокого качества

## Системы котельного оборудования RAZ 2-150



Используя системы котельного оборудования RAZ 2-150, партнеры компании РАЦИОНАЛ смогут оптимизировать свой бизнес, получив значимые преимущества:

– ускорение проектирования на 90 % при применении 3D Библиотеки РАЦИОНАЛ для подбора оборудования котельной и подготовки проектной документации;

– сокращение времени на производство собственной котельной на 80 % при использовании систем котельного оборудования RAZ полной заводской готовности;

– уменьшение времени на монтаж и пусконаладку котельной на 70 % за счет простого соединения между собой узлов котельного оборудования R 1-8 и заводской настройки шкафов регулирования;

– сокращение времени на 60 % на закупку компонентов;

– уменьшение расходов на транспортировку до 50 % за счет использования малотоннажных грузовиков для доставки систем RAZ 2-150 до места монтажа.

## Новая модель пеллетного котла «СТАРТ»



Модельный ряд пеллетных котлов «СТАРТ» пополнился котлом средней мощности 50 кВт – «СТАРТ»-50-GR. Он оснащен чугунной горелкой и автоматикой польского производства. Горелка может работать на пеллетах любой зольности (гречка, подсолнечник) и дробленом угле. Теплообменник котла горизонтальный, жаротрубного типа, четырехходовой. Он спроектирован таким образом, чтобы дымовые газы максимально прошли вдоль

всех теплообменных поверхностей котла. Для этого предусмотрены турбулизаторы и перегородки, вынимаемые при чистке котла. Чистка не представляет трудностей, так как все поверхности в котле легко доступны.

Котел имеет очень большой зольный ящик – 19 л, а объем стандартного бункера – 400 л. Опционально котел может быть оснащен бункером увеличенного объема, модулем GSM управления, комнатным термостатом и выносной панелью управления. Качество котлов «СТАРТ» находится на высоком уровне. В июне 2016 г. был запущен роботизированный сварочный комплекс на базе японского робота KUKA. В настоящее время он используется для сварки всех котлов мощностью 100 кВт, а также некоторых элементов остальных котлов. В ближайшее время все модели будут свариваться этим роботом.

Котлы «СТАРТ» зарекомендовали себя как надежные и удобные в управлении.

## Новое поколение инверторных тепловых насосов «Данфосс»

Инженеры «Данфосс» разработали инверторный геотермальный тепловой насос DHP-H Varuis Pro+. Новинка на 12% эффективнее предшествующей модели DHP-H Opti Pro+. Инновационные технологии обеспечивают оптимальную производительность. Разработка имеет самый высокий уровень SCOP (сезонный коэффициент эффективности), что на практике означает сокращение энергозатрат до 75 %. Применение инверторной технологии позволяет регулировать тепловую нагрузку. Инвертор управляет компрессором и выходной тепловой мощностью в соответствии с установленными требованиями и условиями. Специальный алгоритм гарантирует необходимый режим работы на отопление и ГВС и отвечает за использование минимума энергии.

Одновременно с поставкой тепла в систему отопления осуществляется подготовка горячей воды. DHP-H Varuis Pro+ укомплектован встроенным баком на 180 л. Уникальные ноу-хау обеспечивают быстрый нагрев воды в отличие от любого другого теплового насоса со встроенным бойлером. Технология Hot Gas Water (горячего газа) увеличивает эффективность производства на 20 %, а интегрированная технология Tap Water Stratificator (стратификация водопроводной воды) обеспечивает на 15 % больше горячей воды.

Оборудование снабжено цветным сенсорным экраном с простым и понятным пользовательским интерфейсом. Оптимальны сроки окупаемости и безопасность при эксплуатации. Дополнительно может быть обеспечен удаленный мониторинг и управление через Интернет в режиме реального времени.

Линейный ряд представлен моделями мощностью 5-17 кВт.



## Самая мощная котельная на северо-западе России



В г. Тихвине введена в эксплуатацию новая городская котельная суммарной мощностью 209 МВт (180 Гкал/ч). В мероприятии приняли участие председатель правления ПАО «Газпром» Алексей Миллер и губернатор Ленинградской области Александр Дрозденко. Специалистами компании ООО «Полиимпекс» проведены работы по шеф-монтажу и шеф-наладке горелочного оборудования в новой городской котельной: установлено горелочное устройство Energy IBSR13MG (Италия), работающее на двух видах топлива (природном газе и дизельном топливе), на на котле POLYKRAFT серии Eurotherm-35/150. Собственник оборудования – АО «Газпром Теплоэнерго». Компания-застройщик – ООО «Единые коммунальные системы». Оборудование работает стablyно.

## Оснащение от НПФ «РАСКО»

Научно-производственная фирма «РАСКО» получила статус официального дилера ООО «Предприятие «КОНТАКТ-1». В широкий ассортимент продукции добавлены комбинированные регуляторы давления серии РС (ООО СП «ТермоБрест»), тягомеры ТмМП-100-М1-Р-270, напоромеры НМТ-100-М1-Р-270 и тягомеры ТНМП-100-М1-Р-270 с радиальным исполнением штуцера, модификация частотного преобразователя для системы водоснабжения частных домов и коттеджей «Эрманджайзер» мощностью 2,2 кВт, а также системы газового лучистого отопления (АО «Сибшвянк») и приборы безопасности (сигнализаторы газов) (ЗАО «Хоневел», Honeywell) и др.

ООО «НПФ «РАСКО» специализируется на комплексном оснащении предприятий различных отраслей промышленности современным газовым оборудованием, приборами теплотехнического контроля и регулирующим оборудованием.



ARMATUREN

[www.ari-armaturen.ru](http://www.ari-armaturen.ru)

Реклама

ООО «АРИ-АРМАТУРЕН РУС»

Официальное коммерческое представительство  
с собственным складом в России.

Тел: +7 499 608 02 34 | E-Mail: [info-rus@ari-armaturen.com](mailto:info-rus@ari-armaturen.com)



Размышления об опыте, полученном в ходе разработок газогенерационного оборудования, знакомство с последними исследованиями в этой области навели на мысль о новом «прочтении» этих устройств.

## Газогенерация: этапы эволюции и перспективы развития

С. Передерий, Германия

По информации, публикуемой статистическими службами РФ, сегодня до 60 % территорий, на которых проживает до 10 % населения страны, не имеют возможности получения централизованного электроснабжения. У централизованного теплоснабжения еще более «скромные» показатели. Энергообеспечение этих территорий осуществляется посредством выработки электро- и теплоэнергии автономными энергетическими установками, работающими в основном на жидким и твердом топливах, при этом их стоимость постоянно растет. Поэтому возможность использования других «энергетических потенциалов», таких как отходы биомассы, отработанное вторичное топливо (RDF, refuse derived fuel), становится объектом пристального внимания со стороны разработчиков автономных энергетических установок.

К тому же нельзя забывать, что биомасса в виде отходов сельского и лесного

хозяйств РФ представляет внушительную по своим объемам сырьевую базу (ежегодный объем отходов растениеводства и деревопереработки в сельскохозяйственном и лесопромышленном комплексах составляет около 80 и 145 млн т у. т., соответственно, гидролизного лигнина еще около 4 млн т у. т. и т. д.). Поэтому биомасса становится важным фактором при планировании организации локальных энергогенераторов, а способность этой базы к самовоспроизводству является ее неоспоримым преимуществом над многими видами ископаемых топлив.

Сегодня можно с уверенностью говорить, что, благодаря развитию технологий, мы начинаем открывать новые «горизонты возможностей» региональной энергетики на местных возобновляемых ресурсах.

В начале 1970-х гг. направление газогенерации исследовал С. И. Чуваев, в те годы заведующий лабораторией теплообменных процессов Всесоюзного НИИ металлургической теплотехники (далее ВНИИМТ), изобретатель и разработчик газогенерационных установок (обладатель более 10-ти патентов в данной



области), а сегодня технический директор екатеринбургской компании ООО «Энергоинжиниринг», к. т. н.

Для представления эволюционного процесса газогенерационных устройств рассмотрим только те из них, которые в своей конструкции используют автотермический процесс и наиболее распространены в настоящее время. Устройства же, основанные на аллотермическом процессе, – это отдельная «школа» газификации твердых видов топлива, решения которой позволяют получать более высококалорийный газ. В силу этого обстоятельства в некоторых кругах разработчиков укоренилось мнение о единственно верном пути – дальнейшей перспективе развития газогенерации именно в этом направлении. Однако осуществление для таких целей двухзонного процесса газификации предусматривает совершенно отличные от автотермических установок набор и сложность устройств (глубокая автоматика, сложные теплообменные устройства и т. п.), и как следствие – их стоимость и уровень квалификации специалистов по обслуживанию (профессионалам известны примеры таких установок).

В современной, динамично развивающейся системе технических изысканий никогда нельзя быть до конца уверенными в правоте и приоритетности развития в рамках одной выбранной концепции. Поток научной мысли, как вода, всегда находит обходные пути и дает шанс, казалось бы, уже отвергнутому пути развития на возрождение. Этот процесс не обошел и газогенерацию в целом, и ее направления развития, в частности, чтобы в этом убедиться, вспомним, как бурно развивалась газогенерация в СССР.

Внедрение газогенерационных технологий получило широкое распространение в народном хозяйстве с начала 30-х гг.

XX в. К 1958 г. в СССР действовали 350 газогенераторных комплексов в мощностном диапазоне от 100 кВт до 3 МВт, работающих на торфе и древесной щепе, а также 47 газогенераторных заводов мощностью от 1 до 5 МВт, использовавших в качестве исходного топлива бурый и каменный уголь и сланцы. Эти производства поставляли в основном промышленным предприятиям до 500 млрд м<sup>3</sup> генераторного газа.

В 1930 г. в Свердловске, на Урале, был организован ВНИИМТ, первоначально как филиал Всесоюзного теплотехнического института (ВТИ) в Москве. В программе его работ значилась тема производства силовых газов для применения в промышленности. Разработанные институтом устройства вырабатывали газ, который использовался в термических печах и прокатных станах, служил топливом в мартеновских печах. Работы в научном плане велись в содружестве с Д. Б. Гинзбургом, Б. В. Канторовичем, Л. Н. Хитриным, З. Ф. Чухановым. Последний считается автором энергетико-технологического подхода к использованию твердого топлива. С. И. Чуваеву представилась возможность личного общения с ним по теоретическим и прикладным вопросам разработок.

Во ВНИИМТ была основана научная школа термических процессов в псевдоожиженном (кипящем) слое для металлургических процессов. Возглавлял направление д. т. н. А. П. Баскаков, впоследствии признанный родоначальником данной научной школы.

С. И. Чуваев наряду с общепринятой системой классификации предлагает ввести ряд дополнительных критериев оценки различных типов газогенераторов для более наглядной демонстрации их сильных и слабых сторон.



К наиболее распространенным атмосферным газогенераторам с плотным слоем, в которых процесс протекает при давлении, близком атмосферному, относятся большинство их конструкций, работающих по схеме прямого (автотермического) процесса. При этом такой процесс газификации топлив, богатых летучими веществами, дает генераторный газ с большим содержанием смол и других конденсирующихся углеводородов, что не всегда желательно. Например, этот газ не пригоден для двигателей внутреннего сгорания и не может транспортироваться даже на небольшие расстояния из-за засмоления трубопроводов, арматуры и самих двигателей.

Для того чтобы освободить генераторный газ от этих примесей, не применяя специальных и достаточно сложных аппаратов очистки, можно осуществить обращенный процесс газификации. В нем зоны горения и восстановления меняются местами. В настоящее время особенно для целей малой и средней энергетики

Таблица 1. Слоевой газогенератор обращенного типа

Целесообразность применения в мощностных диапазонах			Полнота сгорания топлива (КПД)	Глубина регулировки поддержания топливного режима	Образование смолистых веществ
Малый до 500 кВт	Средний до 2 МВт	Большой свыше 2 МВт			
Да	Требуется существенное укрепление конструкции	Нет	70 %	Из-за высокой инерционности сложно регулировать переход на другой топливный режим	Большое

Продолжение таблицы

Унос не прореагированного топлива	Скорость протекания реакции	Требования к размерности кусков топлива	Наличие высоконапорного наддува в слой	Сложность конструкции, объем футеровки, вес	Размеры устройства, требования к установке
Зашлаковывание до 30 %	Медленная	Кусковое топливо без мелких фракций	Нет	Несложная, вся камера сгорания и «шахта», вес большой	Большие по высоте, малые мощности на станции; средний фундамент

## КОТЕЛЬНЫЕ

Таблица 2. Газогенератор с циркулирующим кипящим слоем

Целесообразность применения в мощностных диапазонах			Полнота сгорания топлива (КПД)	Глубина регулировки удержания топливного режима	Образование смолистых веществ
Малый до 500 кВт	Средний до 2 МВт	Большой свыше 2 МВт			
Нет	Нет	Да	92 %	Сложно регулировать переход на другой топливный режим	Небольшое

Продолжение таблицы

Унос непрореагированного топлива	Скорость протекания реакции	Требования к размерности кусков топлива	Наличие высоконапорного наддува в слой	Сложность конструкции, объем футеровки, вес	Размеры устройства, требования к установке
Нет	Средняя	Топливо мелких фракций	Да	Сложная, вся камера сгорания и «шахта», вес большой	Большие по высоте, фундамент

Таблица 3. Газогенератор с вихревой (циклонной) топкой

Целесообразность применения в мощностных диапазонах			Полнота сгорания топлива (КПД)	Глубина регулировки удержания топливного режима	Образование смолистых веществ
Малый до 500 кВт	Средний до 2 МВт	Большой свыше 2 МВт			
Нет	Да	Да	70 % при однокамерной конструкции	Сложно регулировать переход на другой топливный режим	Небольшое

Продолжение таблицы

Унос непрореагированного топлива	Скорость протекания реакции	Требования к размерности кусков топлива	Наличие высоконапорного наддува в слой	Сложность конструкции, объем футеровки, вес	Размеры устройства, требования к установке
До 30 % углеродного остатка	Высокая	Специально подготовленное топливо мелких фракций	Да	Сложная, вся камера сгорания, вес небольшой	Небольшие, средних размеров станина, большой фундамент

Таблица 4. Газогенератор с псевдоожиженным слоем зеркала горения с регенеративными элементами конструкции ООО «Энергоинжиниринг»

Целесообразность применения в мощностных диапазонах			Полнота сгорания топлива (КПД)	Глубина регулировки удержания топливного режима	Образование смолистых веществ
Малый до 500 кВт	Средний до 2 МВт	Большой свыше 2 МВт			
Да	Да	Да (в каскадном исполнении)	92 %	Быстрый переход на другой топливный режим, регулировка 1:6	Небольшое

Продолжение таблицы

Унос непрореагированного топлива	Скорость протекания реакции	Требования к размерности кусков топлива	Наличие высоконапорного наддува в слой	Сложность конструкции, объем футеровки, вес	Размеры устройства, требования к установке
Нет	Средняя	Топливо мелких фракций, в том числе мелкокусковое (зависит от размеров питателя)	Нет	Несложная, только зона нагрева камеры сгорания, вес не большой	Небольшие, станина, возможно контейнерное исполнение для всех мощностей

газогенераторы обращенного процесса нашли широкое применение в небольших установках, вырабатывающих газ для двигателей внутреннего сгорания. Освобождение газогенераторного газа от конденсирующихся углеводородов значительно упрощает газоочистительные устройства. Однако вследствие разложения углеводородов теплота сгорания такого газа ниже, чем в случае осуществления прямого процесса. Кроме того, эта конструкция газогенератора характеризуется большими потерями генераторного газа, с

физическим теплом и плохим выжиганием углерода из шлаков и сложностью.

Характеристика газогенератора обращенного типа по предложенным критериям оценки представлена в табл. 1.

В большинстве известных газогенераторов топливо находится в плотном слое, однако имеются конструкции, в которых газификация осуществляется в «кипящем» слое или во взвешенном состоянии, где энергичное смещивание частиц сглаживает температуру слоя, а учитывая, что эта температура значительно по величи-

не, происходит глубочайшее разложение продуктов сухой перегонки. В результате в газе понижается содержание смол, кислот и оксибензолов, что, с одной стороны, упрощает их чистку, с другой, – понижает теплоту сгорания газа. Характеристика газогенератора с кипящим циркулирующим слоем по предложенным критериям оценки выглядит следующим образом (табл. 2). С. В. Чуваев исследовал газификацию в высокointенсивном вихревом потоке. На предприятии по переработке овса в овсяные хлопья была построена

вихревая газогенерационная установка. Овсяной шелухи на предприятии – до 1 т/ч, есть котельная с двумя паровыми технологически необходимыми котлами по 5 МВт, работающими на природном газе.

Установка была построена мощностью по газу 2,5 МВт с расходом шелухи до 650 кг/ч. Общая цепочка: подача шелухи в бункер пневмотранспортом, расходный бункер, система дозированной подачи шелухи в газогенератор, трубчатый охладитель газа – до 300–350 °С, мультициклонный уловитель зольного остатка, теплоизолированная труба подачи газа в котельную диаметром 250 мм, запорно-регулирующая арматура, подача газа в специально разработанную и установленную на одном из котлов горелку, позволявшую либо раздельно, либо совместно сжигать в котле генераторный и природный газы (см. фото).

Опыт показал, что так работать можно, но в вихревой камере проходит скоротечный процесс, при котором интенсивно выделяются летучие вещества, и если удается организовать их горение, то хорошо, но остается значительная доля углеродного остатка, реагирование которого протекает в условиях диффузии реагентов в твердой фазе, что медленнее на порядок диффузии в гомогенной газовой среде. Отсюда – большой недожог (до 30 %) при использовании одной вихревой камеры, и как следствие для попыток привлечь вихревой принцип – добавка второй вихревой камеры и т. д., что ведет к усложнению и удорожанию всего мероприятия. Характеристика газогенератора с вихревой топкой по предложенным критериям оценки представлена в табл. 3.

В результате многолетних разработок учеными и специалистами во главе с С. И. Чуваевым предложен и запатентован отличный от ранее известных способ сжигания мелкодисперсного твердого топлива на зеркале псевдоожженного минерального слоя с использованием регенеративных элементов для топочных устройств малой и средней мощностей, работающих как в режиме полного сжигания, так и газогенерации (возможно, это новый подвид классификации). Такой способ выводит на новый уровень представления о размерах и металлоемкости газогенерационных устройств.

Характерно, что данная разработка может способствовать вовлечению в топливно-энергетический оборот маловостребованных (ввиду практически отсут-

ствующих для малой и средней энергетики технологий) «местных», некондиционных и неподготовленных видов топлива. При этом разработка ни в коей мере не опровергает утверждение о необходимости использования возобновляемых источников энергии, так как эти виды топлива являются для нее пригодными.

Устройство испытано при работе с мелкодисперсными видами топлива (0–6 мм), каменным и бурым углем, торфом, древесными опилками, шелухой овса и риса. Влажность – до 50 % в режиме полного сжигания топлива и до 30 % в режиме газогенерации. Устройство также хорошо работает на пеллетах любого размера (зависит от характеристик питателя).

Практически обоснованная глубина регулировки мощности составила 1:6 (раз), т. е. 30-киловаттная установка вполне устойчиво функционирует при установленном 5-киловаттном режиме.

По удельным тепловым мощностям следует отметить следующее. В режиме полного сжигания на зеркале горения диаметром 300 мм тепловая мощность устройства при работе на каменном угле составляет 30 кВт или 423 кВт/м<sup>2</sup>, однако с увеличением диаметра установки прирост мощности находится в нелинейной зависимости. В режиме газогенерации мощность по выходу генераторного газа при диаметре печи 300 мм составляет 60 кВт, что позволяет говорить о возможности получения 10–12 кВт электрической энергии при использовании его совместно с газопоршневым двигателем-генератором, в этом случае показатель удельной мощности будет равен 846 кВт/м<sup>2</sup>. Получаемый в установке газ – 4,4–4,5 МДж/м<sup>3</sup> и по составу ничем не отличается от общезвестного.

С габаритными размерами устройства ситуация следующая. Допустим, ставится задача выработки на двигателе внутреннего сгорания 150 кВт электроэнергии, тогда мощность по газу должна быть не менее 600 кВт, общая же мощность данной установки при известном в научной среде к данному процессу КПД (85 %) составит 706 кВт. При этом диаметр печи будет равен 900 мм при высоте реактора ~1000 мм. Внешний размер реактора при изоляции его плитами МКРП (температура внутри – в пределах 1100 °С) – 1300x1300x1500 мм (высота с учетом редуктора в нижней части установки).

Характеристика газогенератора с псевдоожженным слоем зеркала горе-



ния с регенеративными элементами конструкции ООО «Энергоинжиниринг» (г. Екатеринбург) по предложенным критериям оценки приведена в табл. 4.

В то же время экономический эффект, который может быть получен на разных территориях и при разных тарифах, трудно недооценить. Например, для когенерационного устройства электрической мощностью 150 кВт на территории с не самыми высокими тарифами на электро- и теплоснабжение – в Мурманской области – можно провести такой расчет. Взяты действующие розничные цены на сортовые марки каменного угля (калорийность 5600 Ккал/кг = 23,5 МДж/кг) с доставкой потребителю в пределах территории области. (В действительности установка, как уже отмечалось, способна без потери качества генераторного газа использовать как топливо рядовой уголь любых марок, что скажется на снижении цены.) Средняя цена, принятая к расчету, составила 5500 руб./т. Расход угля (расчетно-экспериментальные данные) – 0,027 кг/с или 97,2 кг/ч. Соответственно, в месяц – 69,9 т. Расходы на топливо для работы в течение 1 ч – 535 рублей, соответственно, в месяц – 385 200 рублей. Тогда получаем, что, реализовав объем электро- и тепловой энергии, выработанной на установке ДЭС с использованием генераторного газа (КПД 25 %), пропорционально описанным КПД за вычетом потерь, по тарифам, установленным РЭК, выручка составит:

- за электроэнергию – 2,6 руб./кВт ч × 150 кВт = 390 руб./ч;
- за тепло (вода) – вырабатывается за 1 ч = 0,27 ГКалл – 3008,5/3,7 = 813,1 руб./ч. Общая сумма – 1203,1 рублей, соответственно, в месяц – 866 232 рублей.

Таким образом, в условиях отсутствия централизованного трубопроводного газоснабжения устройство на генераторном газе имеет достаточно высокую экономическую эффективность.

# КПД котлоагрегата в обычном и конденсационном режимах

Е. Шадек, независимый эксперт

Значения КПД котлов в конденсационном режиме по низшей теплоте сгорания порядка 104–107 % нередко вызывают вопросы даже у специалистов. Поэтому будет нeliшним дать в порядке справки соответствующую информацию. К тому же анализ привел к простому способу расчета утилизированного тепла при глубокой утилизации.

Низшая рабочая теплота сгорания  $Q_H^P$  меньше высшей  $Q_B^P$  на то количество теплоты, которая затрачивается на испарение воды, образующейся при сгорании топлива, а также влаги, содержащейся в нем.

Высшую теплоту сгорания определяют без учета затрат теплоты на испарение влаги топлива и влаги, полученной при сгорании свободного и связанного водорода (углеводороды топлива).

Величина  $Q_H^P$  определяется из высшей теплоты сгорания за вычетом тепла, израсходованного на испарение влаги, как имеющейся в топливе –  $W^P$ , %, так и образующейся при сжигании топлива (около 600 ккал/кг влаги).

Поскольку 1 кг водорода дает при сгорании 9 кг воды, а конденсация 1 кг пара при 20 °C – около 600 ккал/кг влаги теплоты, то

$$Q_H^P = Q_B^P - 600 (9H^P/100 + W^P/100), \text{ ккал/кг},$$

где  $H^P$  и  $W^P$  выражается в %.

В России (в отличие от США и Великобритании) в теплотехнических расчетах используют низшую теплоту сгорания  $Q_H^P$ , поскольку пары воды (несконденсированные) обычно выбрасываются с продуктами сгорания.

В нашей справочной литературе приводятся, как правило, только значения  $Q_H^P$ .

КПД котла (как любой теплоиспользующей установки)  $\eta_K$  равен отношению полезного тепла  $Q_{\text{пол}}$  к израсходованному, т. е. к мощности (теплопро-

изводительности) котла  $N^K$  (по низшей теплоте сгорания), равной  $N^K = BxQ_H^P$ , где  $B$  – расход топлива.  $Q_{\text{пол}}$  – разность между  $N^K$  и суммой тепловых потерь котла  $\Sigma q$ . В эту сумму входят потери:  $q_2$  – физическое тепло с уходящими газами;  $q_3$  и  $q_4$  – вследствие химической и механической неполноты горения, соответственно;  $q_5$  – рассеянием в окружающую среду (через ограждения).

$$\eta_K = (N^K - \Sigma q)/N^K. \quad (1)$$

Преобладающей является потеря  $q_2$ . Ввиду малости остальных статей, в практических расчетах ими пренебрегают, что близко к реальности. Тогда

$$\eta_K = (N^K - q_2)/N^K. \quad (2)$$

При глубокой утилизации (ГУ) продукты сгорания (ПС), уходящие из котла, охлаждают до температуры ниже точки росы  $T_p$  (для ПС природного газа  $T_p = 50–55$  °C), при этом конденсируются водяные пары, образовавшиеся при сжигании топлива и содержащиеся в дутьевом воздухе, а выделившееся тепло испарения  $Q_{\text{ути}}$  используется в технологической схеме котла или котельной (обычно для подогрева обратной воды). Для подсчета КПД котла  $\eta_{K,\text{конд}}$



с глубокой утилизацией (конденсационные котлы) в числителе формулы надо прибавить величину  $Q_{\text{ути}}$  к полезному теплу котла. В результате получаются значения  $\eta_{K,\text{конд}}$  больше 100 %. Очевидно, нарушения закона сохранения энергии здесь нет, а есть принятая в расчетах величина  $Q_H^P$ , которая меньше высшей теплотворности  $Q_B^P$  на количество тепла, затраченного на испарение содержащейся в ПС воды (скрытая теплота парообразования).

Величина  $Q_{\text{ути}}$  не связана с коэффициентом расхода воздуха  $\alpha$ , но он влияет на значение  $T_p$ : оно снижается (например, для природного газа с 53 до 51,4 °C) с увеличением  $\alpha$  (с 1,2 до 1,55, соответственно).

Рассмотрим определение КПД котла по  $Q_P^H$  и  $Q_P^B$ .

С учетом тепла утилизации получим КПД котла в конденсационном режиме  $\eta_{K,\text{конд}}$  при расчете по  $Q_H^P$ :

$$\eta_{K, \text{конд}}^H = (N^K - q_2 + Q_{yT}) / N^K \quad (3)$$

В балансе котла для простоты учитывается только статья  $q_2$ .

Так как величина  $Q_{yT}$  больше  $q_2$ , то значение  $\eta_{K, \text{конд}}^H$  будет больше единицы.

Здесь разность  $N_B^K - q_2$  – полезное тепло, реализуемое непосредственно в котле.

При расчете КПД в конденсационном режиме  $\eta_{K, \text{конд}}^B$  по  $Q_B^P$  в знаменателе дроби (3) подставляют значение мощности котла, рассчитанное не по  $Q_H^P$ , а по  $Q_B^P$ , т. е.  $N_B^K = BxQ_B^P$ , так как для технологической схемы котлоагрегата учитывается приход тепла конденсации ПС, входящего в величину  $Q_{yT}$ , а та в свою очередь входит в мощность котла  $N_B^K$ :

$$\eta_{K, \text{конд}}^B = (N^K - q_2 + Q_{yT}) / N^K \quad (4)$$

Нижние индексы Н или В при  $Q$  означают, что эти величины относятся (рассчитаны) соответственно нижней или высшей теплоте сгорания.

Покажем расчет КПД для котла ПТВМ-30М, ориентируясь на типичный эксплуатационный режим (статья Е. Шадек, Б. Маршак и др. в журнале «Примышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ», №2 (23), 2014. – С. 38–39, табл. 1). Там же описано применение известной методики расчета ГУ (величины  $Q_{yT}$ ) в практических расчетах для котлов. Исходные данные: расход газа  $B_\Gamma = 3600 \text{ м}^3/\text{ч}$ , температура ПС за котлом  $T_{yX} = 130^\circ\text{C}$ , коэффициент расхода воздуха – 1,25, топливо – природный газ с  $Q_H^P = 8558$ ,  $Q_B^P = 9496 \text{ ккал}/\text{м}^3$ ; удельный объем влажных ПС  $V=13,1 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ; теплоемкость ПС  $C = 0,33 \text{ ккал}/\text{м}^3 \text{ гр.}$

### Режим без утилизации

Тепловая мощность котла по  $Q_H^P$ :

$$N^K = B_\Gamma x Q_H^P = 3600 \times 8558 = 30,808 \text{ Гкал}/\text{ч.}$$

Объем ПС  $W = B_\Gamma x V = 3600 \times 13,1 + 47160 \text{ м}^3/\text{ч.}$

$$q_2 = CxWxT_{yX} = 0,33 \times 47160 \times 130 = 2,023 \text{ Гкал}/\text{ч.}$$

$$\text{По формуле (3) } \eta_{K, \text{без ут}}^H = (N^K - q_2) / N^K = (30,808 - 2,023) / 30,808 = 0,934.$$



### Режим с глубокой утилизацией (конденсационный)

В литературе указывается диапазон значений  $Q_{yT}$  от 10 до 12 %  $N^K$ . Принимаем величину  $Q_{yT}$  равной 11 %  $N^K$  (по опытным и расчетным данным).  $Q_{yT} = 0,11x N^K = 0,11 \times 30,808 = 3,39 \text{ Гкал}/\text{ч.}$

КПД конденсационного режима по  $Q_B^P$  (формула (3)):

$$\eta_{K, \text{конд}}^B = (30,808 - 2,023 + 3,39) / 30,808 = 1,044.$$

Принимаем постоянство расхода газа  $B_\Gamma = 3600 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{const.}$

Тепловая мощность котла  $N_B^K$  (верхний индекс В) по  $Q_B^P$

$$N_B^K = B_\Gamma x Q_B^P = 3600 \times 9496 = 34,18 \text{ Гкал}/\text{ч.}$$

КПД конденсационного режима по  $Q_B^P$  (формула (4)):

$$\eta_{K, \text{конд}}^B = (N_B^K - q_2 + Q_{yT}) / N_B^K = (30,808 - 2,023 + 3,39) / 34,18 = 0,941 \text{ (ср. с 1,044).}$$

Значения  $q_2$  и  $Q_{yT}$  не зависят от методики расчета, они остаются неизменными.

Близкие значения  $\eta_{K, \text{конд}}^B$  дают расчет и для постоянной тепловой мощности котла  $N^K = 30,808 \text{ Гкал}/\text{ч} - \text{const.}$

Таким образом, при расчете по высшей теплоте сгорания  $Q_B^P$  получены значения КПД в конденсационном режиме меньше 1.

Из физического смысла величин  $Q_B^P$  и  $Q_H^P$  (см. выше) ясно, что их разность и есть, по определению, тепло конденсации паров в ПС при ГУ, т. е. значение  $Q_{yT}$ ! Получаем простейший способ ориентировочного расчета этой величины, не прибегая к громоздким вычислениям по известной методике. Очевидно, что утилизация тепла  $Q_{yT}$  дает повышение КПД, равное соотношению

$$\eta_{K, \text{конд}}^B / \eta_{K, \text{без ут}}^H = 1,044 / 0,934 = 1,11$$

(тождественно равному соотношению  $Q_B^P / Q_H^P = 9496 / 8558 = 1,11$ ). Это означает экономию топлива на 11 % при сохранении мощности котла или повышение мощности при том же расходе топлива в результате ГУ, что соответствует исходным данным.

Умножив разность  $Q_B^P - Q_H^P = 9496 - 8558 = 938 \text{ ккал}/\text{м}^3$  на расход топлива, получим то же количество утилизируемого тепла  $Q_{yT} = 938 \times 3600 = 3,38 \text{ Гкал}/\text{ч}$ , совпадающее со значением, рассчитанным по известной методике, 3,39 Гкал/ч.

# Топливные смеси с водой для котельных и мини-ТЭС

И. Трохин

Во Всероссийском научно-исследовательском институте электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ) изобрели устройства, с помощью которых можно будет приготовить водоуглеводородные жидкие топливные смеси для тепло- и электроэнергетических установок. При использовании таких смесей экономятся углеводородные топлива и повышается экологическая эффективность работающего на них оборудования.



Д. С. Стребков – д-р техн. наук, акад. РАН, науч. руководитель ВИЭСХ

Падение воды в дизельное топливо или мазут – явление неблагоприятное. Поэтому, как известно, ее допустимое содержание в горючем регламентируется соответствующими нормативными документами в области качества топливной продукции. Однако акад. РАН Д. С. Стребков и канд. техн. наук В. Г. Чирков с коллегами сумели превратить негативное явление в позитивное (рис. 1). Композиционное жидкое топливо представляет собой смесь углеводородного горючего и воды, соединенных на молекулярном уровне. Это принципиально новый вид жидкого топлива, отличающегося от исходного углеводородного особенностями выгорания и теплообмена.

В процессе соединения воды и углеводородов на молекулярном уровне вода становится своеобразным катализатором, улучшающим процесс сгорания топлива в бензиновых либо дизельных двигателях или топочных устройствах котлов.

Технологический комплекс имеет в своем составе вихревой кавитатор,

блок диспергации, центробежные насосы с электрическим приводом, узел смешения, загрузочную и приемную емкости, соединительные трубопроводы с запорной арматурой, контрольно-измерительные приборы, блок управления. Оборудование позволяет потребителю производить недорогие и качественные смесевые (композиционные) топлива (рис. 2) на основе жидкого горючего. Реализуется возможность увеличения объема исходного топлива за счет разбавления его водой. Получаемая топливная композиция обладает лучшими характеристиками в отношении полноты сгорания и образования при сгорании вредных веществ, а ее использование не требует изменения системы подачи топлива и не приводит к ухудшению его распыления. Оборудование для



приготовления смесевых жидкых топлив может эксплуатироваться принципиально на любых объектах, где осуществляется процесс горения в промышленных масштабах (см. рис. 2).

Существующие технологии получения углеводородных топлив основываются на реализации высокотемпературного крекинг-процесса с применением катализаторов. Он представляет собой расщепление высших углеводородов на углеводороды с меньшим молекулярным весом вследствие разрыва углеродных связей этих веществ в газовой фазе. При этом образуются высоколетучие метильные и этильные радикалы, которые не могут использоваться в производных топливах. Технологии являются многостадийными, длительными по времени и характеризуются низким выходом бензиновых фракций.

Снижение потребительских качеств углеводородных жидкых топлив также связано с организацией самого процесса их горения в двигателях внутреннего сгорания и топочных устройствах котлов – возникают побочные продукты неполного сгорания и снижается теплота сгорания топлива. Это связано с тем, что процесс горения требует наличия водной фазы для своего инициирования и поддержания свободных радикалов. Вода является практически единственным их источником. Водная фаза забирается из воздуха или содержится в виде примесей в самих топливах. Экспериментально и теоретически доказано, что процесс горения углеводородов без воды не происходит.

Для повышения концентрации ион-радикалов предназначается установка, с помощью которой обеспечивается специальная обработка топлив, называемая активацией. При последней происходит не только увеличение содержания ион-радикалов, но и изменяются свойства исходного жидкого топлива (вязкость, текучесть и прочие). В воде и углеводородах появляются новые фазы вещества, стабилизируемые электростатическими силами от связанных зарядов. В этом случае концентрация свободных радикалов может существенно возрастать, что позволяет реализовать низкотемпературное горение, более полное использование топлива, резкое сниже-



Рис. 1. Спектр патентных документов по тематике приготовления водоуглеводородных топливных смесей



Рис. 2. Экспресс-информация о водоуглеводородных топливных смесях

ние в выхлопе концентрации продуктов неполного сгорания, увеличение срока службы и КПД двигателя либо топочного устройства котла.

При определенных условиях можно вызывать гидродинамическую кавитацию «срывного типа», при которой кавитационные пузырьки схлопываются в жидкости, а не на стенках каналов, что позволяет использовать разрушительный эффект кавитации для интенсивной обработки жидких составов без разрушения рабочих органов оборудования. По сравнению с кавитацией, создаваемой в ультразвуковых аппаратах, гидродинамическая кавитация имеет ряд преимуществ, выражющихся в меньших удельных затратах энергии, более низкой

стоимости, простоте конструкции и эксплуатации технологической установки.

Использование оборудования для подготовки композиционного жидкого топлива обеспечивает увеличение количества исходного горючего после обработки до 50 %. Теплота сгорания смесевого топлива оказывается не ниже или даже выше, чем у исходного, а вязкость композиционного топлива – ниже, чем у исходного. Расход получаемой топливной смеси в системах подачи и количество вредных выбросов в атмосферу уменьшаются и не приводят к ухудшению работы двигателей или горелочных устройств.

Количество структурно измененной

воды, вводимой в топливо, может доходить до 70 %. Допустимо вводить обводненные мазуты и загрязненные мазутом сточные воды. Даже при наличии в емкостях хранения исходного топлива «водяных линз» больших размеров, после обработки в технологической установке по подготовке композиционного топлива получается горючее весьма высокого качества. Таким образом, реализация предлагаемых изобретений (см. рис. 1) позволит потребителю снизить или совсем исключить затраты на обезвоживание исходного жидкого топлива. Наибольшие экономический и экологический эффекты достигаются при добавлении в исходное жидкое топливо 10–15 % воды.

Производство моторных и котельных смесевых водоуглеводородных топлив с помощью рассмотренного оборудования рационально осуществлять в непосредственной близости от потребляющих жидкое топливо источников тепловой и (или) электрической энергии. Это позволит снизить расходы на приобретение дорогостоящего дизельного топлива, где оно используется для обеспечения работы основных источников энергии в негазифицированных регионах России, и повысить экологические показатели функционирования энергетических установок. Перспективно было бы внедрять данное оборудование и на транспорте.

# Русское тепло АО «Дорогобужкотломаш»

*В январе 2017 г. Дорогобужскому котльному заводу (АО «Дорогобужкотломаш») исполняется 55 лет.*

*Пройдя путь от открытой производственной площадки до одного из ведущих котлопроизводителей теплоэнергетической отрасли страны, предприятие знает почти все о «русском тепле».*

**Л**етопись АО «ДКМ» начинается в 1960 г. с организации на базе Дорогобужской ГРЭС (в настоящее время филиал ПАО «Квадра», п. Верхнеднепровский) цеха водогрейных котлов.

Как самостоятельное предприятие Дорогобужский котельный завод учрежден **1 января 1962 г.** (Постановление № 441 Смоленского Совета народного хозяйства от 09.12.1961 г. размещено на сайте [www.dkm.ru](http://www.dkm.ru)).

Решение о строительстве было принято в связи с непрофильностью выпуска на заводах большой энергетики теплофикационных котлов, устанавливаемых в коммунальных сетях для обеспечения населения теплом и горячей водой.

Выбор места обусловило выгодное геополитическое расположение – 300 км западнее г. Москвы, на крупном железнодорожном узле, вблизи автомагистрали Москва–Минск.

В начале своего существования Дорогобужский котельный завод представлял собой площадку с временным деревянным зданием, где работало примерно 30 человек и располагался парк из шести станков. В 1960-е гг. возникли основные цеха и формировалась материально-производственная база.



Выпуск продукции Дорогобужский котельный завод под руководством первого директора В. Г. Кузьмина начал с освоения водогрейных водотрубных котлов ТВГМ-30, предназначенных для производственно-отопительных котельных.

На их базе при участии специалистов Центрального котлотурбинного института им. И. И. Ползунова, г. Ленинград, разработан новый тип прямоточных теплофикационных водогрейных модернизированных котлов ПТВМ-30М. В 1961 г. изготовлены 10 первых котлоагрегатов. В 1962 г. начато производство ПТВМ-50, а через три года – КВ-ГМ и КВ-ТС мощностью 10–30 МВт.

В 1970-х гг. в связи с промышленным подъемом и развитием жилищного строительства страны, которые потребовали быстрого наращивания тепловых мощностей, номенклатуру дополнены котлы КВ-ГМ-50 и 100, КТК-100, ПТВМ-100 и 180.

Поставки продукции осуществлялись не только на территории СССР, но и в другие страны. В число покупателей котлов ДКЗ вошли Венгрия, ГДР, Польша, Монголия, Афганистан, Китай, Сирия. Горелки, энергозапчасти, охладители, проб пары и горячей воды экспортировались в Йемен, Корею, Эфиопию, Аргентину, Вьетнам, Индию, Болгарию, Бангладеш, Ирак, Турцию, Иран, Югославию, на Кубу.

С 1961 по 1965 гг. заводом выпущен 281 котельный агрегат, а в следующую пятилетку (1966–1970 гг.) – 681.

1970–1980-е гг. стали периодом наращивания мощностей предприятия

ем. Об этом свидетельствуют увеличивающиеся объемы реализуемой продукции: с 1971 по 1975 гг. заводом изготовлено 1278 единиц котельной техники, с 1976 по 1980 гг. – 1983, с 1981 по 1985 гг. – 2475. Рекордные показатели приходятся на 1989 г., когда было произведено 969 котлов суммарной мощностью порядка 17400 Гкал/ч.

Труд дорогобужских котельщиков получает заслуженное признание: только за XI пятилетку ДКЗ трижды при殊дались второе и третье места по Министерству тяжелого машиностроения, а по итогам Всесоюзного социалистического соревнования 1985 г. – первое место с вручением переходящего Красного знамени и Диплома 1-й степени.

В 1981 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР за достигнутые успехи Дорогобужский котельный завод награжден Орденом «Знак Почета».

Высоко оценены не только показатели завода в изготовлении продукции, но и ее качество: в 1974 г. «Знак качества» присвоен котлу КВ-ГМ-10, а двумя годами позже – котлу ПТВМ-30.

Многие рабочие, инженеры и техники завода были отмечены в эти годы правительственными и отраслевыми наградами: орденами, медалями, почетными званиями. Одна из бригад удостоилась премии Ленинского комсомола.

Переход к рыночным отношениям был непростым. Заводу пришлось сократить объемы производства, передать на баланс районной администрации непрофильные активы.

Предприятие выдержало испытания на прочность, прошло процесс акционирования (с 1992 г. торговую марку «ДКЗ» сменила марка «Дорогобужкотломаш»), сохранило номенклатуру и начало освоение новой продукции.



Процесс децентрализации теплоснабжения, разукрупнения котельных сформировал спрос на оборудование для малой теплоэнергетики. Для удовлетворения потребности в котлах малой и средней мощности завод запустил в серийное производство котлы до 7,56 МВт.

#### АО «ДКМ» сегодня – это:

- около 700 квалифицированных профессионалов;
- территория площадью 20 га;
- собственное конструкторско-технологическое бюро;
- современное оборудование, в том числе сварочная колонна для сварки под слоем флюса, четырехвалковые гибочные вальцы, трубогибочные станки для сложной пространственной трехмернойгибы;
- опытный участок с аттестованной экспериментальной лабораторией;
- котлы для большой теплоэнергетики с 55-летним опытом производства;
- котлы для малой теплоэнергетики с большим потенциалом для расширения сотрудничества с заказчиками.

Со времени основания завода изготовлено 17 тыс. котлов, которые эксплуатируются на объектах систем теплоснабжения в РФ и за рубежом. В числе заказчиков – ОАО «РЖД», ПАО «Газпром», Министерство обороны РФ, ПАО «МОЭК», ГУП «ТЭК СПб». Продукция востребована генерирующими компаниями, организациями ЖКХ мегаполисов, городов и поселков.

Предприятие оказывает услуги «под ключ» на базе самого широкого в РФ типоряда водогрейных котлов.

Основу номенклатуры составляют серии, ставшие традиционными: ПТВМ, КВ-ГМ, КВ-Р (КВ-ТС) мощностью от 10 до 209 МВт.

По просьбе потребителей разработаны и внедрены технические решения по модернизации/реконструкции установленных котлов, позволившие в существующей котельной ячейке повысить единичную мощность на 20 % и более, снизить выбросы NO<sub>x</sub> до 140 мг/м<sup>3</sup>.

Созданы новые котлы – ПТВМ-60 и ПТВМ-60Э, ПТВМ-120 и ПТВМ-120Э, КВ-ГМ-120.

Предприятие оказывает помощь заказчикам в восстановлении рабочей документации на котлы; осуществляет модернизацию котлов ТВГМ-30 до соответствия современным котлам ПТВМ-30; поставку котлов под замену ПТВМ-50 импортного производства, модернизацию котлов с уменьшением количества горелочных устройств и заменой на горелки собственного производства.

Выпуск котлов мощностью от 0,05 до 7,56 МВт – еще одно ключевое направление деятельности АО «ДКМ». Потребителю предоставлен выбор котлов различных конструкций, от популярных моделей до инновационных, не имеющих полных аналогов на рынке: водотрубные, жаротрубные, трехходовые водотрубные, вакуумные, туннельные.

Каждый клиент получает профессиональное сопровождение на всех стадиях взаимодействия: от консультаций на этапе проекта и подбора оборудования с учетом конкретных требований до непосредственного присутствия специалистов сервисного центра АО «ДКМ» на шеф-монтаже и пусконаладке.

Ответом на запросы эксплуатирующих компаний стало возобновление выпуска котлов мощностью 209 МВт в пиковом и основном режимах.

Задачи потребителей, имеющих на балансе ТВГ-8, ДЕ и ДКВР-10-13, выполняют котлы КВ-Г-9,65 и КВ-Г-14-150: в существующей котельной ячейке они обеспечивают замену выработавшего ресурс оборудования при увеличении мощности и сокращении выбросов за счет новых горелочных устройств. Запуск в серию паровых котлов Е-1,0-0,9ГМ в современном дизайне и функционале избавил клиентов от значительных затрат на доставку продукции из дальних регионов.

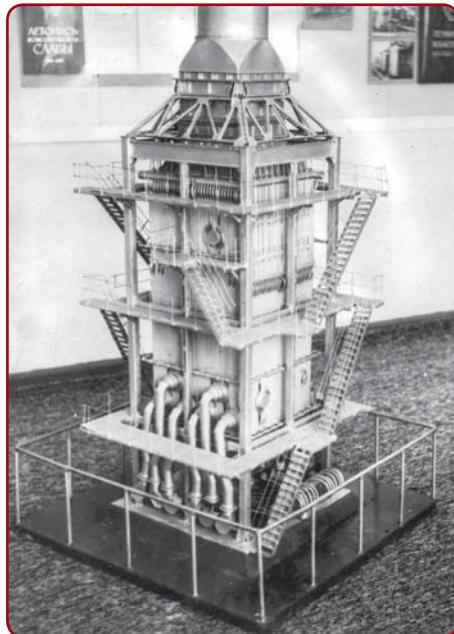
Спрос на горелочные устройства российского производства удовлетворяет одна из «крайних» разработок – горелки ГМГР мощностью до 45 МВт.

В производстве продукции используются уникальное оборудование и передовые технологии.

Завод имеет собственную научную базу, создан опытный участок с экспериментальной лабораторией для испытания котлов и горелок.

Испытание и внедрение новых типов конструкций, материалов, изоляции, разработка новых горелочных устройств – все эти шаги в перспективе дадут возможность улучшить технические параметры оборудования и снизить один из основных коэффициентов – расход металла.

Ожидаемый результат – оптимизация цены, что даст предприятию и заказчику



дополнительный импульс к развитию сотрудничества.

АО «ДКМ» создано и работает на смоленской земле, изготавливая котлы, разработанные в России для местных условий эксплуатации.

Предприятию есть чем гордиться, к чему стремиться.

Дорогобужский котельный уверен, что впишет в историю отечественного теплоснабжения новые страницы, и русское тепло получат тысячи новых потребителей!



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

# Рекомендации концерна KSB по выбору трубопроводной арматуры в области перекачивания сточных вод

При транспортировке сточных вод основные функции трубопроводной арматуры заключаются в перекрытии и открытии трубопровода, предотвращении обратного течения, управлении расходом (не всегда применимо при перекачивании стоков), вентиляции и удалении воздуха из труб. При организации водоотведения используются запорные задвижки (клиновые, параллельные), запорные, мембранные клапаны, регулирующие задвижки (параллельные), цилиндрические краны, обратные клапаны с рычагом и грузом или внутренним валом, мембранные/створчатые и шаровые, а также клапаны для вентиляции и выпуска воздуха различной конструкции.

Условием бесперебойной эксплуатации, технически правильного монтажа и техобслуживания, а также высокой степени готовности оборудования к работе является детальное проектирование трубопроводов и арматуры, устанавливаемых внутри и снаружи насосной станции или насосной установки.

Для обеспечения надежного транспортирования бытовых сточных вод рекомендуется свободный проход от 100 мм



Обратный клапан в вертикальной части вертикального трубопровода

для рабочего колеса насоса, а также для арматуры и нагнетательного трубопровода. Просвет трубопровода должен быть не менее 80 мм.

Критерии выбора трубопроводной арматуры зависят от следующих факторов: рабочее давление перекачиваемой среды, рабочая температура, физический и химический составы стока, колебания давления и температуры, периодичность выполнения циклов срабатывания или переключений, тип привода, конструкционная и функциональная пригодность для перекачиваемой среды, материальное исполнение.

Для использования арматуры при обработке сточных вод необходимо

соблюдение особых требований к ее конструктивному исполнению. Это обусловлено наличием в стоках крупных (волокнистых) и механических включений, абразивных частиц и других компонентов. В связи с этим, при выборе арматуры необходимо обеспечить свободный проход для потока жидкости в арматуре, правильный выбор уплотнения и его материального исполнения в соответствии с параметрами перекачи-



## BOAVENT-SVA:

PN [бар] – 16;  
DN [мм] – 50–200;  
T [°C] – от -10 до +70.

## Описание:

трехфункциональный автоматический воздушный клапан с одним поплавком, с фланцами или резьбовым патрубком, корпус из чугуна с шаровидным графитом, одинарный клапан с поплавком из полипропилена. Воздушный клапан обеспечивает надежное функционирование трубопроводной сети, допускает всасывание и нагнетание больших объемов воздуха и высвобождение воздушных пузырьков в условиях эксплуатации.



## BOA-RPL:

PN [бар] – 10/16;  
DN [мм] – 25–400;  
T [°C] – от -10 до +70.

## Описание:

обратные клапаны по DIN/EN с фланцами или резьбовыми патрубками F/F из чугуна с шаровидным графитом, шаровой наконечник с покрытием NBR, с закрепленной болтами крышкой для горизонтальной и вертикальной установки.

## Область применения:

в системах водоснабжения, очистки, для сточных вод.

## Область применения:

в системах водоснабжения, для сточных вод, необработанных стоков.

**COBRA- SCBS:**

PN [бар] – 16;  
DN [мм] – 50–300;  
T [°C] – от -10 до +300.

**Описание:**

обратный затвор в соответствии с британским стандартом, с фланцами, с металлическим уплотнением, корпус и диск из чугуна с шаро-видным графитом, с закрепленной болтами крышкой, втулки из нержавеющей стали / графита.

**Область применения:**

в системах водоснабжения, в водоподготовке, распределении, для сточных вод, в орошении, для питьевой воды, воздуха, газа, масла.

ваемого стока, защиту от блокирования потока при управлении арматурой.

Выбор материалов осуществляется в зависимости от химической агрессивности перекачиваемых стоков. Данные о материалах, как правило, подразделяются изготовителями арматуры на группы элементов конструкции – корпус, клапан, седло, уплотнение, вал, соединительные болты и т. д. При работе с химически агрессивными стоками рекомендуется применять арматуру из коррозионно-стойких сплавов, неметаллических материалов или из чугуна и стали с внутренним антикоррозионным защитным покрытием, например ЕКВ (эпоксидные). Важен также материал уплотнений. Обычно для бытовых сточных вод используется этиленпропиленовый (EPDM) и нитрильный (NBR) каучук, для промышленных сточных вод целесообразно применение витона (фторкаучук FPM). В случае промышленных сточных вод может потребоваться арматура из

**SISTO-KB:**

PN [бар] – 10;  
DN [мм] – 15–200;  
T [°C] – от -20 до +140.

**Описание:**

мембранный запорный клапан по DIN/EN с фланцами, с уплотнением на проход и внешним уплотнением посредством запорной мембраны, обтекаемый корпус с облицовкой и без нее, индикатор положения со встроенной защитой штока, от DN 125 до DN 200 с резьбовой втулкой, все функциональные детали не имеют контакта с рабочей средой, не требует технического обслуживания.

**Область применения:**

в оборудовании для зданий, промышленных установках, на электростанциях для абразивных и агрессивных сред, таких как техническая вода, сточные воды, кислоты, щелочи, шлам и взвеси.

нержавеющей стали. Выбор материала всегда осуществляется индивидуально, с учетом всех параметров и характеристик рабочей среды, условий эксплуатации арматуры и практического опыта предприятия.

Одним из важных аспектов, которые необходимо учитывать при проектировании системы и выборе арматуры, является ее монтажное положение. Оно в свою очередь определяется следующими факторами: производственно-технической функцией, функциональными граничными условиями, доступностью и удобством обслуживания.

Установка арматуры, например, в

**Арматурная шахта**

напорном трубопроводе осуществляется в верхней области конструкции шахты (для обеспечения лучшего доступа, снижения возможного образования отложений твердых веществ в обратном клапане). При более глубоком монтаже следует соблюдать минимальное расстояние до опорного колена, иначе не исключены сложности при запуске из-за образования воздушной подушки. При установке запорной арматуры следует следить за тем, чтобы положение элементов управления (например, маховика) не препятствовало подъему/спуску насоса. Вертикальные трубопроводы, расположенные над обратным клапаном, должны быть как можно короче (с учетом локальных условий) в связи с возможным образованием отложений твердых веществ.

При определении места расположения арматуры учитываются все факторы, на основании чего разрабатывается проектное решение. Например, при выполнении производственно-технической функции запорная задвижка с напорной стороны насоса используется для перекрытия трубопровода в случае ремонта насоса и обратного клапана, поэтому она должна быть установлена непосредственно после насоса и обратного клапана. Однако функциональные граничные условия (максимальный уровень воды в зумпфе насоса) и удобство обслуживания требуют другого расположения арматуры. Обратный клапан должен находиться непосредственно за насосом. Уровень воды и доступность также подтверждают целесообразность его установки в указанном месте трубопровода. Клапан вентиляции и выпуска воздуха всегда располагается непосредственно у высшей точки трубопровода (это обу-



Арматурный отсек

словлено производственно-технической функцией). Доступность его в данном положении обеспечивается при строительстве и монтаже.

На монтажное положение большое влияние оказывают функциональные граничные условия. Например, указания по монтажу от изготовителя арматуры (вертикально/горизонтально) либо зависимость от расположения напорного трубопровода. При использовании длинного вертикального напорного трубопровода следует отказаться от глубоко расположенного обратного клапана в вертикальной части трубы. В противном случае функция обратного клапана будет нарушена отложениями примесей (песок, камни, иловые отложения). Не исключены повреждения падающими камнями. В таких случаях обратный клапан необходимо устанавливать на горизонтальном участке трубопровода, который должен быть заранее предусмотрен в проекте. Важно учесть и максимальный уровень воды, и присоединение индивидуальных напорных трубопроводов к коллектору.

Доступность для персонала является очень важным фактором, обуславливающим удобство эксплуатации, технического обслуживания и проведения ремонтных работ. При этом гарантируется соблюдение правил безопасности, что также влияет на процесс проектирования. Для обеспечения удобства обслуживания и доступности имеются следующие возможности: размещение арматуры в одной части сооружения; специальная установка лестниц и помостов; архитектурное решение сооружения с учетом требований эксплуатации и технического обслуживания.

Рациональные строительные решения, обеспечивающие доступность и удобство обслуживания включают:



**HERA-BD:**

*PN [бар] – 10;  
DN [мм] – 50–1200;  
T [°C] – от -10 до +120.*

**Описание:**

зажимная параллельная задвижка по DIN/EN, корпус из серого чугуна, неразъемный или разъемный корпус с уплотнениями с двух сторон, с сальником, невращающийся шток, защита от коррозии за счет покрытия эпоксидной смолы.

**Область применения:**

в промышленных установках, канализационном хозяйстве, технологиях производственных процессов и пищевой промышленности. Для воды, стоков и сред с содержанием твердых материалов. Другие среды по запросу.

– арматурные шахты. Рядом с насосной шахтой может быть предусмотрена отдельная сборная шахта для установки арматуры. Правильная установка ее ограждения обеспечивает простоту монтажа и замены оборудования;

– арматурные отсеки. Для насосных станций большого размера с большим номинальным диаметром труб и арматуры существенное значение имеет планирование арматурных отсеков. Комплексная обвязка индивидуальными и коллекторными трубопроводами, вся арматура и измерительные приборы рационально размещаются при строительстве с учетом обеспечения благоприятных условий работы.

При проектировании следует обеспечить удобство не только монтажа, но и в

первую очередь последующего технического обслуживания и замены арматуры. В связи с этим возникает вопрос о необходимости применения специальных переходных и съемных деталей рядом с арматурой или арматурной группой.

Концерн KSB (Германия) является одним из мировых производителей и поставщиков не только высокотехнологичного насосного оборудования, но и качественной трубопроводной арматуры для инженерных систем зданий и сооружений, объектов водопроводно-канализационного хозяйства, промышленности и энергетики. Производство арматуры компания начала в 1872 г., в настоящее время ее доля составляет 20 % общей производственной программы оборудования KSB. В Россию арматура KSB поставляется более 30-ти лет: в 1970-е гг. в связи с развитием тепловой и атомной энергетики появилась потребность в поставке арматуры высокого давления, а также для производственных процессов. Позднее была налажена поставка арматуры для водоснабжения, водоотведения и инженерных систем зданий и сооружений. В настоящее время производственная программа KSB включает клиновые и шиберные задвижки, запорные и обратные клапаны, поворотные затворы, мембранные клапаны, фильтры.

Арматура KSB производится из высококачественных материалов, оснащается различными типами приводов (ручной, электрический, гидравлический, пневматический). Все это позволяет расширять область ее применения. Для систем водоснабжения востребованы поворотные затворы BOAX B, ISORIA, DANAIS, для водоотведения – шиберные задвижки, задвижки с обрезиненным клином, широкий спектр запорных и регулирующих клапанов.

Таким образом, продукция концерна KSB помогает решать вопросы не только подачи воды (с помощью насосов), но и регулирования подачи (с помощью трубопроводной арматуры) и перекрытия подачи (с помощью запорной трубопроводной арматуры).

**Технологии со знаком качества**



# TRANSCHEMICAL

express



\*Станция водоподготовки, которую изготавливают и устанавливают специалисты компании для хозяйствственно-питьевого водоснабжения



\*Складские емкости и ж/д контейнеры, используемые для хранения и перевозки химических реагентов на станции водоочистки и водоподготовки

- ◆ АО «ТРАНСКЕМИКЛ-экспресс» основано в 1989 году.
- ◆ Курс на развитие передовых технологий в области химии для водоочистки и водоподготовки
- ◆ Комплексные решения для хранения и работы с химическими реагентами
- ◆ Уверенная конкуренция на рынке пищевой, металлургической и в других отраслях промышленности
- ◆ Сервисное обслуживание
- ◆ Эффективное решение технологических проблем клиентов

Компания внедряет высокотехнологичные продукты на основании мирового опыта таких компаний, как *Kemira*, *LOWARA*, а также ряда производств Китая, Турции, Индии и стран Евросоюза в области водоподготовки, водоочистки, поставки и хранения различных химических веществ

**[www.transchemical.ru](http://www.transchemical.ru)**

Tel.: +7 (495) 984-73-35 E-mail: [info@transchemical.ru](mailto:info@transchemical.ru)

# Российская экономика делает ставку на автоматизацию

*За рубежом давно наметилась тенденция к замене человеческого труда машинным, а в России она начала отчетливо проявляться в связи с экономическим кризисом.*



Осенью 2016 г. увидел свет первый доклад столетнего исследования Стенфордского университета, в котором приведены основные тренды развития и использования искусственного интеллекта. Одним из них стала повсеместная и массовая замена человеческого труда машинным.

«Замещение человеческого труда на уровне применения автоматических линий и программируемых станков является повсеместной практикой. Сегодня оно реализуется на более высоком уровне – через внедрение интеллектуальных систем управления предприятием, в том числе удаленного. Применение таких решений позволяет увеличить производительность труда, снизить аварийность на производстве и минимизировать влияние человеческого фактора на его результаты. В период кризиса автоматизация становится инструментом повышения экономической эффективности предприятия», – комментирует Павел Федотов, менеджер по работе с ключевыми клиентами компании «Данфосс».

В качестве примера специалист приводит разработанное российским подразделением концерна Danfoss собственное уникальное решение Cloud-Control для

автоматизации контроля за производственными процессами. Система создана для удаленного управления преобразователями частоты, что позволяет дистанционно контролировать и программировать работу электродвигателей, являющихся основной движущей силой любого производства. Решение универсально и может использоваться практичес-

ков, локализации аварийных ситуаций. Cloud-Control применяется везде, где применяются электродвигатели», – рассказывает Павел Федотов.

Как показывает практика, подобные решения востребованы в России. Например, специалисты Института воды Томского политехнического университета и научно-производственного предприятия «Кавитон» недавно запустили в эксплуатацию в пос. Междуреченский (ХМАО) водоочистную станцию на 10 тыс. жителей, для удаленного управления которой нужен один оператор со смартфоном.

Согласно исследованиям, скорость распространения подобных технологий и повышение общего уровня автоматизации производств определяются не местом государства в мировой экономике и ситуацией на его внутренних рынках, а особенностями национальной экономики.

Если говорить о России, то, по мнению доцента кафедры менеджмента и предпринимательства факультета экономических и социальных наук РАНХиГС Евгения Ицакова, определяющую роль играет склонность населения страны к прогрессивному мышлению. Поэтому уровень автоматизации и роботизации российской экономики будет расти даже в кризисные годы. Это подтверждает и анализ ситуации на рынке труда.

Теперь Cloud-Control умеет: взаимодействовать одновременно с несколькими частотными преобразователями, объединенными в общую сеть; работать со всеми основными сериями частотных преобразователей VLT компании «Данфосс»; сохранять рабочие настройки и создавать новые путем копирования. Кроме того, с 2016 г. система поставляется с библиотекой готовых настроек, что позволяет обходиться без дополнительного штата сервисных инженеров.

«Cloud-Control – это облачный сервис, в котором все данные преобразователей частоты хранятся в зашифрованном виде. Доступ к нему может быть осуществлен с помощью любого браузера, как с компьютера, так и с планшета или смартфона. Система может быть использована для управления оборудованием и оптимизации режимов его работы, мониторинга технологических процес-



## НОВОСТИ ОДНОЙ СТРОКОЙ

В течение ближайших четырех лет Крым получит 50 млрд рублей на модернизацию энергетической системы.

Минэнерго разрабатывает новые правила свободного выхода розничных потребителей на оптовый энергрынок и стимулирования заключения свободных договоров с генераторами, нововведения намечены на начало 2017 г.

Германская фирма Etrade Energiesysteme AG планирует построить 400 мини-ТЭЦ в Японии, работающих на радиоактивной древесине Фукусимы, отходы которой будут утилизированы экологичным способом.

АО «Птицефабрика "Роскар"» планирует запустить проект по переработке куриного помета в энергию, инвестиции в него составят 1 млрд рублей.

По сообщению министра ЖКХ Московской области Евгения Хромушкина, более 1,2 млн жителей Подмосковья получили качественные услуги по теплоснабжению за счет строительства новых и реконструкции существующих котельных.

На Вологодчине создадут логистические центры сбыта биотоплива местных производителей, такую задачу поставил губернатор Олег Кувшинников в ходе рабочего визита в Белозерский район.

Эксперты РАНХиГС, Института Гайдара и ВАВТ в новом мониторинге экономической ситуации сообщают о приостановке процесса импортозамещения в России.

На крупнейшем энергетическом форуме ENES-2016 заместитель губернатора Мурманской области Евгений Никора подписал соглашение с генеральным директором ОАО «Биоэнерго» Алексеем Гарбузовым о сотрудничестве в целях реализации проекта модернизации системы теплоснабжения Мурманской области на 2015–2030 гг., предусматривающего, в том числе, строительство котельных на торфе.

В Красноярске на VII Сибирском энергетическом форуме шла речь о том, что регионы Сибири должны развивать альтернативные источники энергии, использовать экологичные установки, работающие на нефти.

We measure it. **testo**



## 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

# Перспективы применения конденсационных котлов в коммунальной и промышленной теплоэнергетике

Проблемы использования конденсационных котлов в журнале поднимались неоднократно, в частности, они изложены в статьях следующих номеров: №2 (23) 2014 (с. 36–40), № 5 (26) 2014 (с. 10–13), №5 (38) 2016 (с. 10–15). В настоящей публикации в формате «круглого стола» на вопросы редакции (ПКМ) ответили:



Геннадий Топоров,  
руководитель направления  
«Напольные котлы» компании  
«Бош Термотехника»



Олег Козлов,  
ведущий инженер  
компании «Де Дириш  
Термик»



Игорь Кениг,  
к. т. н., руководитель  
«Академии Viessmann»



Евгений Шадек,  
независимый эксперт



Борис Маршак,  
ведущий специалист  
ООО «Рэйнбоу-Сервис»

**ПКМ: Назовите неоспоримые преимущества конденсационных котлов: КПД, экологичность, компактность размеров, возможность каскадирования и др. Какие из них являются решающими при выборе с учетом цены? Имеют ли значение факторы удобства и имиджа?**

**Олег Козлов:** Принципиальным техническим преимуществом конденсационного котла является его наивысшая эффективность. При расчете КПД по стандартной методике (по низшей теплоте сгорания газа) для конденсационного и стандартного котлов его значения в среднем 109 % против 93 % для низкотемпературного режима работы котла и 98 % против 92 % для высокотемпературного. Для объектов средней и большой мощностей эти несколько процентов повышенной эффективности

дают сотни тысяч рублей экономии в год только на стоимости газа.

К важнейшим преимуществам конденсационных котлов, особенно ощущимым на этапе строительства котельной, относят малый вес и габариты, короткий дымоход малого диаметра, отсутствие вибрации и низкий уровень шума. Также важной особенностью для эксплуатации и надежности является возможность котла работать в больших диапазонах модуляции мощности (18–100 %) и температур теплоносителя (20–90 °C), что позволяет идеально адаптироваться к текущей нагрузке (даже в минимальном летнем режиме), не устанавливая дополнительных котлов для режима сниженной (летней) нагрузки.

**Игорь Кениг:** Многие преимущества уже перечислены. Самыми важными, на наш взгляд, являются эффективность,

экологичность и функционал. В наше время потребитель все чаще задумывается о таком факторе, как «стоимость владения», и конденсационные котлы предлагают не только значительно возросший КПД, но и технологические решения в конструкции, позволяющие упростить котел и снизить расходы на обслуживание и текущие работы. Например, отсутствие требований по расходу теплоносителя через котел, ограничений на температуру обратной магистрали или перепад температур, самоочищающиеся теплообменные поверхности со стороны продуктов сгорания.

Как бы ни было поразительно, но и экологичность конденсационного котла может стать решающим фактором при выборе оборудования. Компания Viessmann уже имеет значительное

количество референц-объектов, таких как крышные и пристроенные котельные или решения с поквартирным теплоснабжением в центрах крупных городов. В этих случаях выбирают конденсационные котлы в связи с низкими показателями выбросов вредных веществ, ведь это те самые случаи, когда требования по рассеиванию противоречат требованиям градостроительной политики и архитектуры.

Кроме того, конденсационные котлы предлагают еще более комфортное и функциональное отопление. Широкий диапазон модуляции (до 1:19, т. е. модуляция от 5 до 100 % мощности) и погодозависимого регулирования, низкие требования к давлению при подключении магистрального газа, самая современная автоматика и системы дистанционного управления – все это востребовано потребителем.

**Борис Маршак:** Ключевым преимуществом как бытовых, так и промышленных конденсационных котлов является более высокий КПД благодаря эффективному использованию энергетического потенциала природного газа. Теоретический КПД при этом составляет 111 %, на практике достижимы показатели в 108–110 %.

**Евгений Шадек:** Решающее преимущество конденсационных котлов – эффект глубокой утилизации тепла продуктов сгорания котла, а именно: увеличение КПД котла  $n_k$ , т. е. либо снижение расхода топлива  $B_{\Gamma}$  при сохранении его тепловой мощности  $N_k$ , либо повышение  $N_k$  без увеличения  $B_{\Gamma}$ .

Температуру продуктов сгорания на выходе из котлов в России поддерживают на уровне 110 ( $n_k = 0,93$ ) – 130 °C ( $n_k = 0,92$ ). В конденсационном режиме КПД котла  $n_k^K = 105$  % по  $Q_p^H$ , УРУТ  $q^K_{\text{уд}} = 136,06$  кг у. т./Гкал.

База для сравнения – газовый отопительный котел со штатным (максимальным паспортным) КПД 92 %, температурой уходящих газов за  $T_{\text{ух}} = 130$  °C; для него  $q_{\text{уд}} = 152,8$  и экономия от использования глубокой утилизации составит 16,74 кг у. т./Гкал. Так же подсчитывается выигрыш в тепле для любого случая. При общей оценке эффективности глубокой утилизации можно принимать количество сэкономленного тепла  $Q_{\text{ГУТ}} = 10\text{--}12$  % величины  $N_k$  и  $q_{\text{уд}}^K = 136,06$  кг у. т./Гкал.



Следующее преимущество – выработка избыточной воды за счет конденсации водяных паров продуктов сгорания. После обработки (очистки) конденсат может использоваться в качестве подпиточной воды котла, что сокращает или исключает ее расход, или на другие нужды.

Важное преимущество – улучшение условий и продолжительности службы газового тракта, так как конденсация локализуется в узле глубокой утилизации независимо от температуры наружного воздуха. Отпадает надобность в рециркуляционной насосной установке (штатное оборудование отопительных котельных) для подмешивания прямой горячей воды к холодной обратной в целях исключить конденсацию в газоходе (экономия электроэнергии, площади, эксплуатационных затрат).

Реализация глубокой утилизации требует установки дополнительного оборудования (водогазового конденсационного теплообменника, байпаса, узла очистки конденсата и пр.). Поэтому говорить об уменьшении габаритов котельной установки не приходится. Трудностей в каскадировании нет.

**ПКМ: Как рассчитать при выборе оборудования для котельной оптимальное соотношение между КПД конденсационного котла и конечной стоимостью котельной?**

**Олег Козлов:** Во-первых, многие модели конденсационных котлов De Dietrich уже сейчас стоят дешев-

ле, чем стандартные котлы аналогичной мощности. В этом случае выбор очевиден. В тех случаях, когда конденсационный котел дороже, для принятия решения о выборе оборудования полезно рассчитать окупаемость котла большей эффективности. Это может быть сделано путем расчета или эмпирическим при определении и сравнении эффективности на уже имеющихся котельных. На практике при разнице КПД 15 % экономически оправдано использовать конденсационный котел даже при разнице в стоимости теплогенератора 50–60 %. Сегодня конденсационная техника уже стоит дешевле и даже при больших мощностях дороже стандартной всего на 30 %.

**Геннадий Топоров:** То, насколько заявленный производителем КПД будет реально достижим в тех или иных условиях – вот главный вопрос для проектировщика. Например, в котлах Buderus SB 745 с единичной мощностью от 800 до 1200 кВт высокий КПД на уровне 110 % достигается при графике 50/30 °C в отопительном контуре. Однако для нужд ГВС такой график может считаться неприемлемым. Предварительные расчеты в основном показывают, что стоимость котельной с конденсационными котлами будет все-таки выше, чем с классическими, но благодаря тому, что конденсационные котлы имеют существенно меньшие габариты, вес, лучшие показатели экологичности, малый расход газа, именно это дает возможность их применения в тех случаях, когда водогрей-



ные промышленные котлы использовать невозможно.

**Игорь Кениг:** Конечно же, использование конденсационных котлов в котельной увеличивает ее стоимость вследствие применения дорогостоящих конструкционных материалов в котле. Например, все конденсационные котлы Viessmann изготавливаются из высоколегированной нержавеющей стали. Однако применительно к котельной существует возможность установки в паре конденсационного и традиционного котлов и соответствующей настройки стратегии каскадного контроллера. Это позволит получить суммарный КПД порядка 106 % по низшей теплотворной способности против 92–93 % при использовании классических котлов. При этом стоимость котельной возрастает не так значительно – на 15–25 %.

**ПКМ: Каков срок окупаемости конденсационных котлов в России?**

**Олег Козлов:** Сегодня в сфере коммунальной и промышленной теплоэнергетики срок окупаемости составляет 3–4 года. При этом он может быть существенно снижен еще на этапе строительства при правильном использовании технических особенностей конденсационных котлов, таких как малые габариты и вес, простой дымоход, отсутствие вибрации и прочее. Все это может ощутимо сократить затраты на строительство котельной вплоть до нивелирования разницы в стоимости стандартного и конденсационного котлов.

**Геннадий Топоров:** В теории это показатель составляет 7–10 лет и более, на практике цифры могут существенно различаться. Достаточно часто случаи, когда котел эксплуатируется в неконденсационном режиме. Нередко бывает, что, покупая столь высокотехнологичную технику и даже устанавливая все остальные компоненты именно для работы в режиме конденсации, котлы эксплуатируются в обычном температурном графике и говорить об их скорой окупаемости уже не приходится. Самым главным фактором в вопросе окупаемости, безусловно, остается низкая стоимость газа. В Европе она в 10 раз и более выше по сравнению с Россией.

**Игорь Кениг:** Срок окупаемости очень индивидуальная цифра. Требуется оценка по каждому отдельному проекту: величина нагрузок, вид топлива, примененная схема работы. По грубой оценке, окупаемость для индивидуального дома малой площади (до 200 м<sup>2</sup>) составит 4–6 лет, для крупного дома – от менее 1 года до 4-х лет, крупные производственные и отопительные котельные – как правило, 3–5 лет.

**Евгений Шадек:** Рентабельность конденсационного котла определяют два фактора: стоимость топлива и коэффициент использования установленной мощности котла (КИМ).

По данным фирмы Bosch, затраты на котел UT 2,5 МВт окупятся примерно после 4200 ч работы при средней нагруз-

ке КИМ = 60 % и усредненной стоимости газа 49 евроцентов за м<sup>3</sup> (или около 34 рублей по курсу 70 руб./евро). При этом повышение КПД составит 7,5 %.

В условиях России значения КИМ отопительных котлов находится в пределах 0,3–0,6. Принимая для оценочных расчетов показатели для России (стоимость газа 5 руб./м<sup>3</sup>, КИМ = 30/60 %, длительность отопительного сезона см. ниже), получим экстраполяцией простой срок окупаемости, соответственно, около 23/11 лет, что явно выходит за рамки рентабельности.

Срок окупаемости обратно пропорционален мощности котла. Отсюда следует, что только при  $N_k$  от 10 МВт можно рассматривать вопрос о рентабельности. Он решается индивидуально в каждом конкретном случае.

В отличие от стран Запада, в России температура обратной воды  $T_{об}$ , как правило, выше температуры точки росы  $T_p$ . Установлено, что для Юга и центральной полосы России при отопительном графике тепловой сети 95/70 °C значение  $T_{об}$  находится в требуемых для глубокой утилизации пределах (40–45 °C) в течение от 1/4 до 1/3 отопительного сезона. В этом временном интервале котел работает в конденсационном режиме, КПД=105 %, а остальное время (2/3 – 3/4 сезона) – в сухом режиме (без глубокого охлаждения и конденсации).

Приведем пример расчета эффективности конденсационного котла.

Котел ПТВМ-30М,  $N_k=41,5/48,2$  (Гкал/ч)/МВт,  $B_f=5200$  м<sup>3</sup>/ч,  $T_{yx}=170$  °C (реальные данные отопительной котельной). КПД котла  $n_k = 0,90$ ,  $q_{уд}=158,74$  кг у. т./Гкал (расчет) сравнивается модель – такой же котел с системой утилизации, работающий:

а) 2/3 сезона в сухом режиме  $T_{yx}=90$  °C (принято),  $n_k$  С = 0,94,  $q_{удс}=152$  кг у. т./Гкал;

б) 1/3 сезона в конденсационном режиме  $n_k^K = 1,05$ ,  $q_{уд.}=136,06$  кг у. т./Гкал.

Результаты расчета для КИМ – 0,4: длительность отопительного сезона – 3504 ч, сухого режима – 2336 ч, конденсационного – 1168 ч. Средние значения за сезон  $n^{CP}_k = 0,976$ . УРУТ  $q^{CP}_{уд}=146,7$  кг у. т./Гкал.

Разности в показателях сравниваемых объектов: КПД  $\Delta n_k = 0,076$  (т. е на 7,6 больше),  $\Delta q_{уд}=12,04$  кг у. т./Гкал. Выигрыш от утилизации: в мощности –

$\Delta N_k=3,66$  МВт, в топливе – 500 кг у. т./ч, в тепле – 12264 Гкал/г, в расходе газа с  $Q_{PH}=8000$  ккал/м<sup>3</sup> –  $\Delta B_f=1,533$  млн м<sup>3</sup>/год. Или то же по значению КПД: экономия газа – 1,384 млн м<sup>3</sup>/г. Неувязка 149 тыс. м<sup>3</sup> или 9,71 % связана с погрешностями в определении КПД котла. При продажной цене 5 руб./м<sup>3</sup> экономический эффект составит около 7,655 млн руб./год. При стоимости реконструкции котла с внедрением системы глубокой утилизации 30 млн рублей простой срок окупаемости составит 4–5 лет.

**ПКМ: Как сравнить расходы топлива (газа) при работе конденсационных котлов с расходом топлива при работе котлов другого типа (например, жаротрубного)?**

**Игорь Кениг:** Процедура несложная, но требующая индивидуального подхода – расчета потребности тепла и топлива для объекта.

**ПКМ: Насколько меньше выбросы вредных продуктов сгорания при работе конденсационных котлов по сравнению с котлами других типов?**

**Игорь Кениг:** Значительно ниже, по выбросам вредных веществ конденсационные котлы значительно «обгоняют» традиционное, иногда на порядок. Как отмечалось ранее, это может стать решающим фактором при выборе оборудования. В значительной степени это заслуга не столько самих котлов и теплообменников, сколько применяемых в котлах горелок. Типичными показателями являются:  $NO_x$  – не более 27 мг/кВт·ч, СО – не более 6 мг/кВт·ч, что в 3–4 раза ниже значений традиционных котлов.

**Евгений Шадек:** Экологический эффект глубокой утилизации – снижение вредных выбросов ( $CO_2$ ,  $NO_x$ ) благодаря, во-первых, уменьшению температуры уходящих газов  $T_{ух}$  до 70–90 °С и, во-вторых, промыванию продуктов сгорания капельной влагой при их орошении конденсатом в узле глубокой утилизации (растворение окислов). По литературным данным, это снижение составляет порядка 40 %. Можно рассчитывать, что при организации эффективного орошения потока газов можно обеспечить практически экологически чистый процесс.

**ПКМ: Приведите, пожалуйста, примеры проектов (котельных городского и коммерческого типов), в которых в России работают конденсационные котлы. Какое еще оборудование использовано в этих котельных? Каков полученный экономический эффект?**

**Олег Козлов:** Одними из самых подходящих объектов для промышленных конденсационных котлов являются крышные котельные. В этом случае огромную роль играют все достоинства данных тепло-генераторов: малые габариты, небольшой вес, отсутствие вибрации, низкий уровень шума, простой и короткий дымоход и т. д.

В качестве примера можно привести одну из котельных в г. Петрозаводск на ул. Чапаева в 21-этажном жилом доме, где установлен конденсационный котел С 630-1140 Eco производства De Dietrich мощностью 1060 кВт. Общая смета котельной была сопоставима со стоимостью котельной со стандартным стальным жаротрубным котлом. Этого удалось достичь упрощением на стадии проекта самого здания котельной, перекрытий, дымохода и прочего, исходя из специфики самого котла. Годовой расход газа данной котельной составляет 253 809 м<sup>3</sup> (отопительный сезон 2015–2016 гг. и летний режим) или 1,244 млн рублей. Для сравнения, аналогичная котельная в том же городе со стальным котлом потребляет ежегодно природного газа на 1,419 млн рублей. Таким образом, на практике с конденсационным котлом удалось еще на стадии строительства добиться сокращения капитальных затрат и в последующем экономить почти 200 тыс. рублей в год.

**ПКМ: Как Вы оцениваете объем российского рынка конденсационных котлов: каков объем продаж в целом и Вашей компанией? Какими темпами растет рынок?**

**Игорь Кениг:** Объем рынка конденсационных котлов в целом в России пока невелик, но уже заметен в структуре поставок. Компания Viessmann по целому ряду независимых исследова-



ний занимает первое место в России по поставкам конденсационных котлов, что является прямым доказательством позиции компании Viessmann как технологического лидера отрасли и как следствие – высокого соотношения показателя «цена/качество» конденсационных котлов. Что примечательно, за последние два–три года конденсационные котлы являются чуть ли не единственным сегментом рынка, показывающим стабильный рост.

**Геннадий Топоров:** Рынок коммерческих/промышленных конденсационных котлов в России очень невелик: по оценкам различных источников, около 500 штук в год. Как ни странно, но даже в условиях кризиса эта цифра изменяется намного меньше, чем весь рынок в целом. Такой факт дает повод утверждать, что интерес к данному сегменту есть и он весьма стабилен.

Как правило, основным фактором, влияющим на выбор заказчика между системами с традиционными или конденсационными котлами, оказывается мнение монтажной организации или проектировщика. «Бош Термотехника» уделяет этому вопросу особое внимание и понимает важность данного сегмента, поэтому в учебном классе компании проводятся регулярные специализированные тренинги для разных групп слушателей. Получая достоверную информацию из первых рук, монтажник или проектировщик может в дальнейшем предло-



жить оптимальное решение для каждой конкретной ситуации. Сейчас все чаще и чаще заказчики конденсационных котлов при их выборе делают акцент на экономичности и высокой эффективности технологии, а также компактности и возможности каскадирования.

**Борис Маршак:** В Европе сегмент конденсационной отопительной техники насчитывает десятки предложений от ряда ведущих производителей, среди которых и предприятия группы Bosch, стоявшие у истоков конденсационной технологии.

В настоящее время в Европе конденсационные котлы постепенно приходят на смену традиционным конвекционным как в промышленности, так и в быту.

В сентябре 2015 г. в Европейском союзе вступили в силу строгие правила так называемой Директивы экологического дизайна, запрещающие установку неконденсационной техники выходной мощностью до 400 кВт. По оценке компании «Бош Термотехника», данная инициатива значительно сократит объемы производства конвекционных котлов в Европе, что приведет к выравниванию цен на разные типы котлов. На снижение цен конденсационного оборудования повлияет и выход новых производителей на расширяющийся рынок.

Столь активное замещение конвекционных котлов в Европе на конденсационные имеет объективные предпосылки, из которых важно отметить следующие:

1. Климатические условия отопительного сезона подавляющего количества стран Западной Европы позволяют использовать температурный график 50/30 или 50/40, когда температура теплоносителя обратной линии постоянно поддерживается на уровне ниже температуры точки росы, получая таким образом КПД на уровне 108–110 %, максимально используя преимущество конденсационных котлов в части экономии топлива (природного газа).

2. В странах Западной Европы стоимость газа весьма значительна – усредненно 0,5 евро/м<sup>3</sup>, при таких тарифах срок окупаемости конденсационных котлов составляет 3–4 года. При гарантированном сроке службы – не менее 15-ти лет, экономический эффект от их эксплуатации по сравнению с традиционными конвекционными котлами очевиден.

3. Применение конденсационных котлов уменьшает выбросы оксидов азота и углерода на 80–90 %, что делает их экологически чрезвычайно привлекательными.

Первые два обстоятельства из выше перечисленных, несомненно, сыграли решающую роль в их повсеместном использовании в странах Западной Европы. Кроме того, в потребительском сегменте можно отметить и ключевое значение факторов удобства и имиджа. Так, новые модели котлов оснащаются современной более простой и удобной автоматикой, которая в сочетании с модным дизайном и инновационностью

конденсационной технологии привлекает покупателей.

Что касается российского рынка конденсационных котлов, то он достаточно широко представлен производителями различных зарубежных фирм (Bosch, Viessmann, LAARS и др.).

Однако в настоящее время широкого распространения конденсационные котлы в России не получили. По прогнозам специалистов компании «Бош Термотехника», в масштабах всего российского рынка газовых отопительных котлов доля конденсационных котлов в 2016 г. не достигает и 1 % и к 2020 г., по оптимистическим прогнозам, может вырасти до 4 %.

**ПКМ:** Какие причины замедляют развитие рынка конденсационных котлов и что необходимо для его развития (стоимость, изменения в законодательстве, имиджевый фактор)?

**Евгений Шадек:** Конденсационные отопительные котлы получили на Западе массовое распространение, около 90 % выпускаемых крупными компаниями отопительных котлов – конденсационного типа (если это говорит об имидже).

Главная причина отставания России в данном направлении – низкая цена природного газа (в разы меньше, чем на Западе), отсутствие организации работ, финансовой поддержки государства, климатические условия, затрудняющие глубокую утилизацию в отопительных котлах, удорожающие оборудование систем глубокой утилизации и их эксплуатацию.

Стоимость зарубежного конденсационного котла в 3–5 раз выше цены обычного котла равной мощности.

**Борис Маршак:** На сегодняшний день можно выделить ряд очевидных причин, замедляющих распространение данного вида котлов в России, несмотря на все его преимущества.

На российском рынке ряд импортных моделей подобных котлов представлен, в том числе, бытовыми котлами Bosch Condens 3000W, 5000W, 7000W, Buderus Logamax Plus GB072, GB162, GB172i и Logano GB102, а также соответствующими промышленными решениями.

Основная причина малой популярности конденсационных котлов – более высокая стоимость. В настоящее время такие котлы значительно дороже традици-

онных (например, согласно прайс-лиstu «Бош Термотехника» за 2016 г., котел Logano plus GB312 стоит 12 141 евро, котел стальной SK655 той же мощности – 3131 евро и т. д.).

Парадоксальным обстоятельством отсутствия широкого использования конденсационных котлов в России является низкий тариф на природный газ – это очень хорошо для россиян, но делает сроки окупаемости вложений в конденсационные котлы в России сравнимыми с их сроком службы, сводя экономический эффект применения к нулю.

#### **ПКМ: Как Вы оцениваете перспективы российского рынка конденсационных котлов?**

**Борис Маршак:** Потенциал распространения конденсационных котлов в России весьма значителен, так как среднесуточный температурный график во многих регионах России (среднеевропейская часть и регионы, расположенные южнее, – от Московской области до Сочи) более чем благоприятен для использования конденсационных котлов. Например, в Московской области практически 65 % времени отопительно-го сезона среднесуточная температура не опускается ниже -3 °С, что делает возможным использовать конденсационный режим работы котла в полном объеме, а судя по скорости роста тарифов на природный газ, через 5–6 лет конденсационные котлы будут весьма востребованы.

Одним из важнейших потенциалов экономического эффекта является, возможно, не только практическое использование систем отопления конденсационных котлов, но и применение конденсационного режима в котельных малой и средней мощностей (котлоагрегаты отечественных производителей), находящихся в эксплуатации практически на всей территории России.

Речь идет о дополнительном получении тепловой энергии уходящих дымовых газов от многочисленных котлов типа ПТВМ, ТВГ, ДКВР, ДЕ и т. п. Используются устройства типа экономайзеров, а точнее конденсационных теплообменников-утилизаторов, способных на глубокую утилизацию с ростом КПД вышеуказанных котлов как минимум на 10–12 %, именно на такое повышение указывают расчетные данные.

Сложность реализации подобных проектов, несмотря на кажущийся очевидный эффект, заключается в организационных проблемах, связанных с многочисленными согласованиями с заводами-изготовителями отечественных котлов, проектных институтов, надзорных организаций и служб эксплуатации, не мотивированных на какие-либо новации в традиционных укоренившихся технологиях теплоснабжения. Тем более что имеются проблемы, связанные с применением технологий глубокой утилизации тепла продуктов сгорания:

1. Внедрение конденсационных устройств в тракт дымоудаления связано с изменением расчетных параметров аэродинамики этого тракта (что потребует изменения конструкции газоходов), с необходимым согласованием с вышеупомянутыми организациями.

2. Образование конденсата от уходящих газов ведет к получению значительной массы слабых кислот, непосредственный сбор которых в канализацию невозможен. Нейтрализация такого конденсата потребует устройств «раскислителей», что добавляет дополнительные расходы в сумме капитальных затрат на внедрение систем глубокой утилизации, да и увеличивает эксплуатационные расходы на сервисное обслуживание вновь вводимого оборудования.

Тем не менее экономические расчеты показывают жизнеспособность внедрения систем глубокой утилизации, особенно для котлов мощностью 10 МВт и более.

В недалеком будущем, вероятно, рост тарифов на энергоносители заставит пересмотреть отношение как к использованию конденсационных котлов, так и к применению систем глубокой утилизации в котельных на отечественных котлоагрегатах, поскольку потенциал их применения с получением экономического эффекта в России может быть весьма значителен.

**Олег Козлов:** Уже сейчас очевидно все большее замещение традиционных котлов котлами конденсационными. Особенно это отмечается в средних коммерческих котельных мощностями 100–400 кВт.

При выборе даже среднего по классу оборудования конденсационные котлы будут самым доступным вариантом для

такой котельной, не говоря уже об их технических достоинствах.

В более крупных котельных процесс тормозится более высокой ценой конденсационного оборудования, хотя разница не велика. Это происходит из-за недостаточной осведомленности застройщиков, монтажных и проектных организаций обо всех особенностях конденсационных котлов, иррационального скептицизма. Хотя для многих уже становится очевидным, что именно в промышленной и коммунальной энергетике (особенно при мощностях 600–2500 кВт) совокупная выгода от этапа строительства до конца срока службы котла является максимальной именно для конденсационной техники.

**Игорь Кениг:** Перспективы самые радужные. Даже без госрегулирования и стимулирования сектор конденсационных котлов расширяется, в первую очередь за счет возрастающих потребностей пользователя и растущих тарифов на энергоносители.

Государственное стимулирование, например, через изменения тарифной сетки на энергоносители в зависимости от годового потребления топлива, в значительной степени помогло распространению конденсационных котлов в России.

**Евгений Шадек:** В России востребованы водогрейные котлы для отопительных домовых, квартальных, районных и городских котельных мощностью от 1 до 50 МВт. Предложены схемные решения:

– встроенный конденсационный экономайзер – последняя по ходу газов секция хвостовых поверхностей в конвективной шахте котла;

– конденсационный теплообменник-утилизатор в газоходе на стыке с котлом. Узлы глубокой утилизации оборудуются системами сбора и отвода конденсата (поддон, баки, насос и пр.), каплеуловителем (если он целесообразен), КИПиА, участком обработки (очистки) конденсата (новое оборудование).

Схемы позволяют реализовать различные режимы теплоснабжения. Решения применяются как при создании (проектирование и изготовление) новых, так и модернизации, реконструкции действующих котельных установок.

Решается задача создания отечественного конденсационного котла, который станет импортозамещающим аналогом.

# Термомасляные котлы – современные решения

Время диктует применение экономичного, эффективного и безопасного оборудования. Сегодня во многих отраслях производства с успехом используются термомасляные котлы.

Термомасляный котел – это котел с многократной принудительной циркуляцией органического носителя при высоких температурах. Теплоноситель может быть как на синтетической, так и на минеральной основе. Нагревание масла (теплоносителя) осуществляется с помощью тепла, получаемого путем сжигания твердых, жидким, газообразных видов топлива, а также биотоплива.

Термомасляные котлы являются эффективной альтернативой паровым. В частности, неоценима возможность достижения высоких температур при относительно низких показателях давления. Этот фактор позволяет значительно снизить стоимость такого оборудования и повысить уровень безопасности его работы. Одновременно с этим низкое давление, малая вязкость и высокая термоустойчивость дают возможность быстро и просто управлять температурами в технологическом процессе.

Главные достоинства маслогрейных систем – простота управления и короткое время запуска, точное и легкое управление температурой, достижение высокой температуры при низком рабочем давлении.

Применение вторичного контура позволяет точно управлять температурой в системах потребителя, поддерживать разные рабочие температуры для нескольких пользователей, вырабатывать тепло для множества энергопотребляющих объектов, используя одну установку, получать пар с помощью включенного в установку парогенератора (теплообменника масла/пар). При этом отсутствуют проблемы, связанные с конденсатом, коррозией, а также необходимость водоподготовки.

Термомасляные котлы просты в эксплуатации и обслуживании, имеют долгий срок службы. На рынке представлены термомасляные котлы как зарубежного, так и отечественного производства. Рассмотрим некоторые из них.

## Babcock Wanson (Франция)

Термомасляные котлы Babcock Wanson представлены сериями TPC (мощность от 116 до 5814 кВт), TPC-H (мощность от 233 до 3488 кВт), TPC-LN (мощность от 291 до 2616 кВт), TPC-AS (мощность от 581 до 2326 кВт), EPC-ES (мощность от 1163 до 2907 кВт), EPC-H (мощность от 2326 до 13953 кВт).

Нагреватель диатермального масла Babcock Wanson состоит из нескольких змеевиков, что обеспечивает высокую эффективность его работы. Жидкий теплоноситель циркулирует в змеевике, нагревается пламенем горелки и образующихся дымовых газов. Затем он поступает через трубопроводы низкого давления к различным пользователям тепла. На обратном пути масло проходит через деаэратор, соединенный с расширительным баком (атмосферным или с инертным газом), это обеспечивает удаление воздуха, пара и летучих фракций, перед тем как теплоноситель возвращается в нагреватель.

Расширительный бак и деаэрационная система с тепловым буфером имеют важное значение для надежной и длительной эксплуатации термомасляной системы. Комбинированный деаэратор и расширительный бак (типа CDX) Babcock Wanson выполняют все функции и могут включать в себя прерывистую или непрерывную продувку.

Насосная группа обеспечивает циркуляцию в системе, чтобы принять тепло от нагревателя TPC и перенести его пользователям. Низкий уровень потерь излучаемого тепла достигается хорошей изоляцией труб в котельной.

Преимущества технологии: система не под давлением, замкнутая система без потери теплоносителя, есть возможность установки рядом с оборудованием, отсутствие водоподготовки и использования химических веществ, нет стоков и расходов на утилизацию, опасности замерзания теплоносителя, очень низкие затраты на техническое обслуживание, быстрый

запуск и выключение с минимальными потерями тепла, нет потерь на продувку котла, простая конструкция котельной, простое и точное регулирование температуры, отопление и охлаждение может осуществляться в одной системе, пропорционально уменьшены выбросы  $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_x$ , различные температуры для разных потребителей в одной системе.

## BINDER (группа HERZ, Австрия)



Тысячи установок по всему миру – от Канады до Японии – сделали BINDER одним из ведущих производителей оборудования для сжигания биомассы. В г. Бернбах на общей территории 11 га и производственной площади 6200 м<sup>2</sup> производятся более 200 установок ежегодно. Техническое обслуживание и ремонт обеспечивает сервисная служба в г. Бернбахе (Австрия), а также многочисленные партнеры по всему миру. В России есть представительство BINDER – ООО «Энерготехника» (г. Ярославль).

Австрийская компания BINDER специализируется на производстве водогрейных, паровых, термомасляных котельных установок и мини-ТЭЦ единичной мощностью от 100 кВт до 20 МВт.

Термомасляные котлы фирмы BINDER применяются в когенерационных установках с использованием технологии ORC – для одновременного получения тепловой

и электрической энергии. В настоящее время производятся установки единичной электрической мощностью от 300 кВт до 2,4 МВт. Термомасляные котлы используются для получения технологического тепла высокой температуры – до 310 °С.

Компания BINDER предлагает также когенерационные установки для выработки одновременно и тепла, и электричества. Для этого могут использоваться низко- и высокотемпературные котлы, паровые установки, генераторы горячих воздуха газа, термомасляные котлы. Выработка электричества из неиспользованного тепла отходящих газов повышает эффективность всей установки, а сам процесс производства является экологически безвредным и ресурсосберегающим.

Гордость BINDER – инновационная котельная установка, в которой применяются самые совершенные на сегодняшний день технические решения по сжиганию биомассы. Котел позволяет сжигать топливо высокой влажности с постоянно высоким КПД. Система управления котлом предусматривает регулировку его мощности от 20 до 100 %. Котел является полностью автоматизированным, и им можно управлять дистанционно. Система управления имеет удобный интерфейс, на котором отображена 3D-модель котла с параметрами управления. Система подачи топлива регулируется в соответствии с режимом горения системой управления котлом. Стальной котел с водяной рубашкой, которая окружает камеру сгорания со всех сторон и дополнительно позволяет использовать тепло от стенок топки на нагрев теплоносителя обратной магистрали и воздуха, подаваемого в камеру сгорания. Котел имеет горизонтальный 3-ходовой теплообменник. Нагрев теплоносителя начинается от первого хода камеры сгорания. Трубы теплообменника сконструированы и сварены по специальной технологии и при необходимости легко заменяются. Котел имеет встроенный предохранительный теплообменник для аварийного охлаждения в случае отключения энергоснабжения. Обмуровка топки выполнена из огнеупорных панелей, которые установлены на специальной конструкции. Изоляция котла – из минеральной ваты высокой плотности. Розжиг происходит автоматически с использованием электрического фена в котлах малой мощности и дизельной или газовой горелки в котлах большой мощности.

Система подачи обеспечивает подачу топлива размером до Р125; пожарную безопасность от обратного возгорания. Котел имеет энергонезависимую систему водяного тушения в случае обратного возгорания; предохранительный огра-

ничитель температуры котла; передовую систему очистки теплообменника. Котел использует систему подачи части дымовых газов обратно в топку в целях снижения температуры топки для предотвращения образования шлака и поддержания постоянной температуры горения. Энергопотребление котла низкое – порядка 8–10 кВт на 1 МВт тепловой мощности. Он способен сжигать различные виды биомассы: древесную пыль, щепу и пеллеты, торфяные и агропеллеты, ДСП, ДВП, плиты МДФ, выжимки и отходы производства фруктовых соков, шелуху семечек, щепу из кустарников и т. д.

### Bono Energia S.p.A. (Италия)

Имея более чем 30-летний опыт в проектировании и производстве котлов с высокотемпературными теплоносителями (BOT), компания Bono Energia занимает лидирующие позиции на мировом рынке. В 1960 г. Bono Energia выпустила первый нагреватель BOT, а в 1970 г. – первый котлоагрегат теплопроизводительностью 13 МВт. Bono Energia – один из крупнейших мировых производителей нагревателей BOT, который поставил более 4000 котлоагрегатов для различных отраслей промышленности по всему миру.

В настоящее время Bono Energia выпускает нагреватели серий OMV (змеевикового типа) и серий OMP, HTN (многотрубного типа), которые покрывают диапазон единичных теплопроизводительностей от 0,2 до 40 МВт с максимальной рабочей температурой до 400 °С.

Компания имеет обширный опыт по применению различных видов топлив (природный газ, дизельное топливо, мазут и др.), а также производит горелочные устройства и системы автоматизации, позволяющие оптимизировать работу котлоагрегатов и увеличить тепловой КПД.

Стандартная линейка нагревателей BOT представлена сериями OMV и OMP, производимыми в интервале единичных теплопроизводительностей от 0,2 до 17 МВт (максимальная рабочая температура – до 350 °С), в то время как котлоагрегаты серии HTN изготавливаются в интервале единичных теплопроизводительностей от 2 до 40 МВт (максимальная рабочая температура – до 400 °С) по спецификациям заказчиков и в соответствии с различными промышленными стандартами. Нагреватели серии HTN применяются в тех областях промышленности, где технологические процессы требуют высоких температур теплоносителей, а также при работе с теплоносителями с фазовым переходом.

Нагреватели BOT, производимые Bono Energia, применяются в химической и нефтехимической промышленностях, при перевалке и транспортировке нефтепродуктов, в пищевой отрасли.

### GekaKonus (Германия)

Немецкая компания GekaKonus – один из ведущих мировых производителей термомасляных котлов вертикального и горизонтального исполнений неоспоримо высокого качества, имеющих простую конструкцию и легких в обслуживании.

Напольный термомасляный котел GekaKonus® THERMOMAT® мощностью от 100 до 30000 кВт – это нагреватель с принудительной циркуляцией в трехходовом исполнении для органических высокотемпературных теплоносителей на минеральной или синтетическое основе. Благодаря своей эффективной трехходовой конструкции, в каждой точке поверхности нагрева термомасляного котла GekaKonus® THERMOMAT® достигается определенная теплопередача. Необходимая скорость потока теплоносителя для регулируемой принудительной циркуляции обеспечивается посредством постоянного измерения и контроля объемного потока теплоносителя. Применение термомасляных котлов GekaKonus® THERMOMAT® возможно во всех промышленных нагревательных процессах, от каучуковой промышленности до прачечных и т. д. В качестве топлива для термомасляных котлов GekaKonus® THERMOMAT® могут использоваться мазут, дизельное топливо, биодизель, сжиженный, природный, биогаз, а также по согласованию другие виды жидких и газообразных топлив.

Оснащение и производство термомасляных котлов GekaKonus® THERMOMAT® осуществляется в соответствии с техническими правилами ЕС (PED 97/23/EC) и других надзорных организаций во всем мире (например, SELO, ФСЭТАН, ASME, AS и т. д.). Элементы регулирования и безопасности термомасляных котлов GekaKonus® THERMOMAT® соответствуют действующим предписаниям ЕС и DIN 4754. Важным элементом безопасности термомасляного котла GekaKonus® THERMOMAT® является предохранитель потока, который обеспечивает возможность измерения и контроля минимально необходимого объемного потока теплоносителя, а также отключение и блокировку горелочного устройства при снижении газа. Ограничители температуры в подающей магистрали и дымоходе котла предотвращают недопустимое повышение температуры теплоносителя в подающей магистрали и отходящих газов.

## ICI Caldaie (Италия)



Компания ICI Caldaie S.p.A. представляет высокотехнологичное решение – трехходовой прямоточный змеевиковый генератор тепла на диатермическом масле серии OPX REC. Змеевик генератора формирует проходную топку и обеспечивает отвод дымовых газов в тыльную часть. Генератор спроектирован таким образом, чтобы обеспечить низкую теплонапряженность змеевика и высокую скорость течения теплоносителя во избежание риска теплового разложения диатермического масла при его перегреве. Кроме того, крайне низкая теплоемкость корпуса обусловлена сокращением площади обмуровки из огнеупорного цемента, что позволяет повысить его надежность и снизить риски перегрева даже в случае прекращения циркуляции масла в генераторе. Генератор оснащен рекуператором тепла уходящих дымовых газов, предназначенным для предварительного подогрева воздуха горения, поступающего на горелку, что позволяет существенно повысить КПД котла (свыше 91%). Передние дверцы крепятся к корпусу с помощью двойных шарниров, позволяя осуществлять открытие, осмотр и чистку змеевика без демонтажа горелки. Доступны модели серии OPX без рекуператора. Трехходовая конструкция отвода продуктов сгорания обеспечивает высокий срок службы котла на диатермическом масле (не менее 20-ти лет) и удовлетворяет самым строгим нормативам по защите окружающей среды. При необходимости получения пара змеевиковый прямоточный теплогенератор OPX REC может оснащаться генератором пара серии EVX, который не имеет горелочного устройства, а подвод тепла для выпаривания осуществляется посредством циркуляции в U-образном змеевике горячего диатермического масла, нагреваемого в теплогенераторе OPX REC.

Теплогенераторы на диатермическом масле серии OPX REC спроектированы и изготовлены в соответствии с действующими европейскими нормативами,

имеют соответствующий сертификат ТР ТС, оснащены необходимой арматурой и автоматикой регулирования и безопасности. В стандартном исполнении генераторы выпускаются мощностью до 9,3 МВт, давлением 10 бар и температурой теплоносителя до 300 °C (по запросу доступны модели до 20 бар, рабочей температурой до 400 °C и полезной мощностью до 20 МВт).

## I.VAR Industry (Италия)

Компания I.VAR Industry S.r.l. изготавливает котлы на высокотехнологичном оборудовании, имеет основные европейские сертификаты и не уступает по качеству ведущим мировым производителям. Термомасляные котлы этого производителя представлены сериями ODE/C (мощность от 116 до 5815 кВт) и ODE/V (мощность от 116 до 1163 кВт).

Котлы на диатермическом масле серии ODE/C горизонтального исполнения, теплоносителем служат минеральные и синтетические масла. Минеральные масла имеют рабочую температуру около 300 °C, синтетические – более высокую температуру – 350–360 °C. По заданию нагреватели могут иметь более высокую расчетную температуру и разные перепады температуры. Змеевик с двумя концентрическими кольцами и укрепленными торцевыми частями выполнен из закрытых спиральных бесшовных толстостенных труб, изготовленных из высококачественной стали. Для нагрева масла применяются дутьевые горелки, использующие в качестве топлива газ, мазут и легкое жидкое топливо. Современная конструкция котла позволяет достигать высокий КПД и сохранять эксплуатационные характеристики в течение всего срока службы котла.

По запросу возможны полный подбор всего оборудования для маслогрейной котельной, включая общую насосную станцию для двух и более котлов, арматуру, автоматику, расширительные баки и баки слива и хранения масла, разработка тепловой схемы и т. д. Используется дополнительная обшивка с теплоизоляцией передней стенки котла, что реально позволяет держать температуру не более 55 °C в соответствии с ПБ10-574-03. По запросу может быть произведена механическая и электрическая подготовки котла под устанавливаемую на него горелку.

Нагреватели диатермического масла вертикальные серии ODE/V – много трубные нагреватели с нагнетательным

сжиганием топлива. Змеевик с двумя концентрическими кольцами и укрепленными торцевыми частями выполнен из закрытых спиральных бесшовных толстостенных труб, изготовленных из высококачественной стали.

## Kohlbach (Австрия)

Австрийская компания Kohlbach, специализирующаяся на производстве водогрейных, паровых и термомасляных котельных установках единичной мощностью от 400 кВт до 18 МВт, имеет более чем 60-летний опыт работы в биоэнергетике. Компания была образована в 1945 г. г-ном Якобом Кольбахом, а свою первую установку для получения энергии из древесины для сушки пиломатериалов и отопления помещений она создала в 1954 г.

Термомасляные котлы используются для получения технологического тепла высокой температуры (температура подаваемого тепла от 150 до 315 °C). Котельные установки идеально подходят для использования в системах районного теплоснабжения жилых кварталов, экологических требовательных туристических центров, предприятий, производственных цехов, а также для подачи тепла в сушильные и паровые камеры, на предприятия молочного производства, пивоварни, в больницы, поликлиники и на другие объекты.

Термомасляные котлы фирмы Kohlbach предназначены для технологий с использованием ORC (органического цикла Ренкина) – для небольших комбинированных тепловых и энергетических установок мощностью от 200 до 3000 кВт с котлами низкого давления, очень высокой общей производительностью, отличными характеристиками для частичной нагрузки. Каждая система адаптируется под индивидуальные требования заказчика.

## Pirobloc (Испания)

Компания Pirobloc специализируется на конструировании, производстве, установке и наладке различного оборудования на базе технологии термического масла. Поставляет промышленное оборудование, специально разработанное для конкретного производства, полностью отвечающее его требованиям. Компания Pirobloc имеет представительство в России и странах СНГ.

Высокое качество продукции Pirobloc обусловлено узкой специализацией производства – компания производит только оборудование на термальном масле. Его линейка включает теплооб-

менники, газовые восстановительные и электрические паровые котлы. Все оборудование высокого качества и максимальной надежности, а предприятие имеет жесткую внутреннюю систему контроля качества, сертифицированную в соответствии с нормативами DIN EN ISO 9001-2000.



В настоящее время компания изготавливает уже пятое поколение термомасляных котлов со специальной топкой, сводящей к минимуму выбросы вредных веществ и повышающей КПД до 90 %. В базовой комплектации – насос для BOP Allweiler, горелка Weishaupt, электрошкаф с PLC и сенсорным дисплеем Telemecanique, пневмоэлементы Telemecanique, клапаны Ari.

Термомасляные котлы фирмы Pirobloc выпускаются мощностью от 0,1 до 15 МВт в вертикальном исполнении. Змеевик – двухкольцевой (один внутри другого), топка – трехходовая. Рабочее давление – 7 бар, максимальное давление – 16 бар, рабочая температура – 300 °C. Опционально возможно горизонтальное исполнение, рабочее давление – 20 бар, рабочая температура – 400 °C, откидные дверцы, система подачи N 2 или противопожарного состава, дистанционное управление, исполнение ATEX и исполнение по требованию заказчика.

## Thermax Group (Индия)

Thermax Group – индийская компания (штаб-квартира – в г. Пуна) с оборотом более 55 млрд индийских рупий (более 800 млн долл. США), предоставляющая широкий спектр технических решений для энергетики и защиты окружающей среды. Компания «Термакс» одной из первых стала принимать инновационные решения для широкого спектра промышленного и коммерческого применения отопления.

«Термакс» предлагает нагреватели термического масла / термической жидкости, работающие как на твердом, так и на жидком топливе / газе, что дает большое преимущество при выборе топлива. Диапазон мощности нагревателей термической жидкости – от 0,1 до 20 млн ккал/ч. Все нагреватели производятся со змеевиковым испарителем, что обеспечивает быстрый нагрев. «Термакс» предлагает следующие варианты топлива: тяжелая нефть, светлые нефтепродукты, газ, уголь, шелуха, жом и другие агропромышленные отходы.

На сайте московского представительства «Термакс» представлены термомасляные котлы «Дельтатерм». Жидкостно-фазная нагревательная система «Дельтатерм» состоит, главным образом, из полностью автоматизированного малогабаритного нагревателя, работающего на газе, жидком или твердом топливе. Термомасляный котел «Дельтатерм» может нагревать теплоноситель до температуры 300 °C при давлении, близком атмосферному, тогда как котел насыщенного пара для повышения температуры до 300 °C требует давление 86,5 кг/см<sup>2</sup>. Лишь немногие фирмы-изготовители предлагают такие котлы высокого давления. Термический КПД агрегата – 85±2 %. Тепловая мощность серийно вы-

пускаемых нагревателей – до 10 МВт. Система котла «Дельтатерм» имеет уникальную конструкцию, обеспечивающую низкую тепловую инерцию и отсутствие высокого давления, так как система является жидкостно-фазным нагревателем (не парофазным). Благодаря устройствам защиты, обеспечивающим полную безопасность при эксплуатации агрегата, система автоматически отключается в случаях возникновения ненормальных условий работы.

## Завод «Ковровские котлы» (Владимирская обл.)



Компания «Ковровские котлы» с 2004 г. выпускает термомасляные котлы в диапазоне мощностей от 0,1 до 7 МВт, работающие на твердом биотопливе. Максимальная температура теплоносителя составляет 350 °C, при низком давлении, позволяющим по сравнению с паровыми системами проще проходить регистрацию.

В качестве топлива в маслогрейных котлах ГЕЙЗЕР-Termooil используется различная биомасса – отходы деревообработки (опилки, стружка, щепа, кора) повышенной влажности, древесные пеллеты и гранулы, торф, отходы растениеводства (луга гречихи, жмых и шелуха семечек подсолнечника, лоза хмеля и ви-

**Настоящие**

**КОВРОВСКИЕ КОТЛЫ**

**Биотопливные водогрейные, термомасляные и паровые котлы мощностью от 0,3 до 50 МВт**

Мини-ТЭЦ, сушильные камеры, газовые котельные, модульные здания

г. Ковров, ул. Муромская 14, строения 2-5  
Тел./факс: +7 (49232) 6-16-96, 4-44-88, моб.: +7 (915) 77-22-776  
E-mail: geyser-msk@termowood.ru, <http://www.termowood.ru>



Реклама

нограда, коробочки льна, солома и т. п.).

Такие котлы применяются для обеспечения высокотемпературным низкодавленческим теплоносителем технологической цепочки предприятий лесопромышленного комплекса, фанерной и целлюлозно-бумажной промышленности, предприятий растениеводства.

Отдельное направление использования таких котлов – в энергоблоках с турбиной ORC в целях производства электрической энергии, где термомасляный котел является основным энергетическим звеном.

### Промышленная группа «РЭМЭКС» (Московская область)



Группа компаний «РЭМЭКС» включает два производства: ООО «Рэмэкс Тепломаш» в г. Малоярославце и ООО «РЭМЭКС» в г. Черноголовка. Компания основана в 1992 г. и занимается разработкой и производством надежного и высокоэффективного теплоэнергетического оборудования, в том числе проверенных временем водогрейных котлов ТУРБО-ТЕРМ пяти серий и блочно-модульных котельных полной заводской готовности. Продукция «РЭМЭКС» прекрасно зарекомендовала себя, поэтому часто применяется в удаленных и труднодоступных районах, крупных инфраструктурных проектах. Компания «РЭМЭКС» первой в нашей стране разработала и наладила промышленный выпуск термомасляных блочно-модульных котельных серий «РЭМЭКС-ТМ», которые уже активно применяются, например, в пунктах подогрева нефти нефтепровода «Заполярье–Пурпе» компании «Транснефть», помогая решать сложную технологическую задачу по перекачке высоковязкой нефти на большие расстояния в арктических условиях.

Преимуществами БМК «РЭМЭКС-ТМ» перед традиционными котельными с использованием пара являются надежность, легкий пуск котельной при отрицательной температуре и невозможность

«разморозить» систему, отсутствие высоких давлений, необходимости в сложном и дорогостоящем оборудовании (системы водоподготовки), трубопроводы не подвержены коррозии и др. В качестве теплоносителя используется диатермическое масло, которое не требует создания значительного избыточного давления в трубопроводах, так как закипает при очень высоких температурах (давление немногим больше атмосферного). Это позволяет достичь температур до 400 °C с точностью регулировки 0,5–1 °C.

Серийно производящиеся термомасляные БМК «РЭМЭКС-ТМ» являются компактным, надежным и эффективным источником тепловой энергии, позволяющим решать многие технические и технологические задачи в нефтяной, химической, пищевой промышленностях, на пищевых и асфальто-битумных производствах, при выпуске строительных материалов и т. д.

### ООО «УГК-Энергетика» (г. Екатеринбург)

Термомасляные котлы «Нейтрон» мощностью от 50 кВт до 24 МВт выпускает ООО «УГК-Энергетика» (г. Екатеринбург). Котлы работают на специально разработанных органических или полусинтетических маслах, что делает их долговечными и позволяет хранить котлы даже в сильные морозы, диапазон рабочих температур применяемого теплоносителя – от -45 до +350 °C. Давление теплоносителя в котлах не превышает 0,7 кг/см<sup>2</sup>. Уникальный змеевик и современная конструкция этих термомасляных котлов состоит из нескольких каналов, находящихся между двух обечаек, нагрев масла происходит через обечайки, такая конструкция позволяет уменьшить металлоемкость котла и повысить его надежность.

Термомасляные котлы «Нейтрон» укомплектованы горелками для газа или жидкого топлива, двухтопливными горелками, могут работать на любом твердом топливе в автоматическом режиме (древесные отходы, щепа, опил, торф) при относительной влажности не более 60 %. Допускается наличие крупной фракции в топливе размером не более 100×80 мм, не превышающей 50 % его общего объема. Термомасляные котлы на твердом топливе комплектуются многотопливными топками КСОМД с бункером топливоподачи (спиралевид-

ные шнеки подачи топлива с плавно регулируемой скоростью вращения), что соответствует требованиям современной промышленности.

Котлы «Нейтрон» имеют высокий КПД – 95–98 % на газовом и жидкотопливных; высокий КПД (не менее 86–88 %) достигается за счет эффективной конструкции термомасляного котла и многотопливной технологии для сжигания любого твердого топлива. Котлы позволяют автоматизировать все процессы. Максимальная заводская готовность термомасляного котла в облегченной теплоизоляции обеспечивает минимальные работы при монтаже. Полное сгорание топлива происходит благодаря уникальной разработке конструкции котла, многотопливной технологии сжигания топлива, при этом минимально количество вредных выбросов. Котел снижает расходы, так как не требует замены колосников (наклонно-переталкивающей решетки) и наличия в котельной обслуживающего персонала. Котлы при монтаже не требуют возведения специального фундамента. Многотопливная топка термомасляного котла выполнена из огнеупорного кирпича, что позволяет использовать его для сжигания сырых отходов повышенной влажности до 60 % и обеспечивает полную гарантию сохранности топочной обмуровки при транспортировке на дальние расстояния. Котел компактный, имеет оптимальное соотношение габаритов, массы и производительности, удобен в обслуживании, проста очистка поверхностей его нагрева.



Срок службы котла «Нейтрон» составляет 25–30 лет, он позволяет получать на выходе температуру, ограниченную только температурой кипения теплоносителя. Эта особенность помогает значительно расширить область применения термомасляных котлов, например, использовать их при разогреве битума или других технологических нуждах.

# ISH

Международная выставка  
сантехники, отопления, конди-  
ционирования, возобновляемых  
источников энергии

Франкфурт-на-Майне  
14. – 18. 3. 2017

# Energy

У нас есть решения:  
эффективность,  
возобновляемая энергия,  
комфорт

[www.ish.messefrankfurt.com](http://www.ish.messefrankfurt.com)

info@russia.messefrankfurt.com

Тел. +7 (495) 649-87-75



Страна-партнер

Turkey

 messe frankfurt

# Конденсационные котлы на российском рынке

Продолжая тему, обсуждаемую в данном выпуске журнала за круглым столом, представляем вашему вниманию подробный обзор новых и самых популярных моделей конденсационных котлов, представленных на российском рынке.

## ACV (Бельгия)



В ассортименте компании ACV настенные конденсационные котлы повышенной мощности представлены серией Prestige Solo, которая, кроме бытовых мощностей (24 и 32 кВт), включает модели ACV Prestige 50 Solo, ACV Prestige 75 Solo, ACV Prestige 100 Solo и ACV Prestige 120 Solo мощностью, соответственно, 50, 75, 100 и 120 кВт (60/80 °C). Котлы работают на природном газе и могут быть перенастроены на пропан. Они оборудованы теплообменником из нержавеющей стали, модуляционной горелкой предварительного смешения, закрытой камерой сгорания с коаксиальным или раздельным дымоходом. При работе котла на отопление при температуре теплоносителя 50/30 °C КПД достигает 107,9 %.

Максимальное рабочее давление составляет 4 бара, максимальная рабочая температура – 90 °C. На базе котлов Prestige Solo могут быть собраны каскады, включающие до восьми агрегатов. Для организации ГВС к котлу может быть подключен бойлер.

## BAXI (Италия)

Компания BAXI представляет в России широкий ассортимент газовых конденсационных котлов настенного исполнения. Для создания котельных повышенной мощности (до 100 кВт и выше) предлагается серия LUNA Duo-tec MP, включающая 7 моделей. Их максимальная полезная мощность – от 36,6 до 110,2 кВт (50/30 °C) и от 33,8 до 102 кВт (80/60 °C), КПД – от 107,3 до 107,6 % (при 30 %-ной нагрузке) или 97,2 (80/60 °C). Максимальные рабочее давление составляет 4 бара, максимальная температура – 90 °C. Котлы оснащены теплообменником и модуляционной горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали и закрытой камерой сгорания с коаксиальным или раздельным дымоходом. Объединение в каскад (до 16-ти котлов) позволяет создавать котельные мощностью свыше 1 МВт. Котлы имеют возможность подключения внешнего накопительного бойлера для горячей воды.

Напольные конденсационные газовые котлы в ассортименте BAXI представлены сериями Power HT, Power HT 230–320 кВт и POWER HT-A 430–650 кВт мощностью 430–650 кВт. Эти котлы предназначены для работы на природном или сжиженном газе. Они оборудуются модуляционной горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали и закрытой или открытой камерой сгорания. Первая серия включает 6 моделей максимальной полезной мощностью от 48,7 до 162 кВт (50/30 °C) и от 45 до 150 кВт (80/60 °C). Их КПД составляет от 107 до 108 % (50/30 °C) или от 97,4 до 97,5 % (80/60 °C). Power HT оборудуют теплообменником из нержавеющей стали.

Их максимальное рабочее давление – 4 бара, максимальная рабочая температура – 90 °C.

Серия напольных котлов увеличенной мощности Power HT 230–320 кВт и POWER HT-A 430–650 кВт включает семь моделей максимальной мощностью от 229,8 до 651,5 кВт (50/30 °C) и от 210,5 до 601 кВт (80/60 °C). КПД – от 106,9 до 109,7 % (50/30 °C) или от 97,9 до 98,5 % (80/60 °C). Котлы оборудуются теплообменником из сплава алюминия с кремнием (силимина), максимальное рабочее давление – 4 бара, максимальная рабочая температура – 90 °C. Котлы Power HT можно объединять в каскады до 12-ти агрегатов, котлы Power HT 230–320 кВт и POWER HT-A 430–650 кВт – по 16. Ко всем перечисленным теплогенераторам можно опционально подключить бойлер для организации ГВС.

## Buderus (Германия)

В программе поставок компании «Бош Термотехника», официального представителя Bosch Thermotechnik GmbH, присутствуют как настенные, так и напольные конденсационные котлы для бытового и коммерческого применения. Диапазон единичной мощности – от 14 до 1200 кВт. Компания поставляет оборудование с 2004 г.

Линейка котлов Buderus Logano plus GB312 представлена шестью типоразмерами номинальной тепловой мощностью 90, 120, 160, 200, 240, 280 кВт, а Buderus Logano plus GB402 – пятью типоразмерами номинальной тепловой мощностью 320, 395, 470, 545, 620 кВт. Высокопроизводительный теплообменник выполнен из специального алюминиевого

сплава и имеет особое конструктивное решение. Это обеспечивает высокую теплопроизводительность при максимальной теплопередаче с малыми потерями тепла с дымовыми газами. Результат – стандартизированный коэффициент использования до 110 %.

Конденсационные отопительные котлы Logano plus GB312/GB402 комплектуются автоматической модулированной газовой горелкой с предварительным смешиванием. Широкий диапазон модуляции в пределах 20–100 % обеспечивает оптимальную теплопроизводительность в течение всего отопительного сезона, а также снижение вредных выбросов и тихую работу установки. Опциональная система управления Logamatic 4000 позволяет организовать каскадное регулирование до 8-ми котлов в каскаде. Это означает, что можно построить компактную котельную из восьми котлов Logano plus GB402 суммарной мощностью около 5 МВт. Одним из последних примеров применения этих котлов в каскаде является объект в г. Тула – жилой комплекс «Вертикаль». Партия включает по 3 котла мощностью 395 и 470 кВт. Оборудование предназначается для крышных котельных трех 22-этажных жилых домов.

Единственный котел в этом сегменте, поставляемый полностью готовым к монтажу в котельной, Buderus Logano plus SB 745. Компактность, мощность, эффективность и эргономичность – такие параметры были заложены инженерами Buderus при его создании. Котел может работать не только на газовом, но и дизельном топливе и имеет три варианта мощности в диапазоне 800–1200 кВт. Высокий КПД (до 109 %) в режиме конденсации достигается благодаря встроенному термо-гидравлическому разделителю обратных линий отопительных контуров с разными температурными потенциалами. Теплообменник котла изготовлен из высококачественной нержавеющей стали, благодаря которой уменьшается восприимчивость к качеству воды. Нагревательная поверхность Kondens<sup>©</sup> обеспечивает высокую степень теплопередачи и повышает эффективность конденсации. В 2012 г. этот котел был отмечен наградой в области дизайна Red Dot Award, присуждаемой европейским институтом – Центром ди-



зыва земли Северный Рейн-Вестфалия, Германия.

В портфеле компании есть и каскадные решения мощностью до 1,6 МВт на основе настенных конденсационных котлов Buderus Logamax Plus GB172i и GB162 с автоматикой Logamatic MC400. Одним из примеров подобной системы является каскадная установка конденсационных котлов в автосалоне компании «Алан-Авто» в г. Пушкино Московской области.

Для снабжения салона теплом и горячей водой заказчиком были выбраны газовые конденсационные котлы марки Buderus Logamax plus GB162. Всего в каскаде было установлено четыре котла, из них три мощностью 80 кВт, один мощностью 100 кВт. Суммарная номинальная мощность котельной, обслуживающей три контура отопления и один контур водоснабжения, составила 359 кВт.

## ELCO (Ariston Thermo Group) (Голландия)

Компания Ariston Thermo Group объявила о запуске нового бренда на российском рынке – ELCO. Широкий спектр нового оборудования будет представлен инновационными настенными и обновленными напольными котлами конденсационного типа. Предыдущее поколение данного оборудования было известно в России под брендом Rendamax. Первыми на рынке появятся новые настенные модели Thision L Eco, а линейки усовершенствованных напольных котлов R600, R3400 будут выпускаться в 2017 г.

В настоящее время напольные конденсационные котлы Rendamax представлены двумя линейками – R600 и R3400. Серия R600 включает 7 моделей типа premix с суммарным КПД до 110 %,

предназначенных для использования в системах автономного отопления и прямого нагрева ГВС. Другая серия R3400 состоит из 10-ти моделей такого же типа с КПД до 100 %. В 2017 г. обе линейки напольных котлов выйдут уже под новым брендом ELCO. Эти котлы максимально соответствуют современным требованиям для использования в автономных источниках тепла. Их отличают компактные габариты и малый вес, низкий уровень шума и выбросов (NOx, CO), а также широкий модельный ряд с точки зрения мощности – от 140 до 1870 кВт.

Главным событием на рынке конденсационного оборудования в конце 2016 г. станет появление настенного котла Thision L Eco, позиционируемого производителем как «вершина инженерной мысли». Thision L Eco разработан для применения в сложных условиях. При этом он обеспечивает максимальную долговечность и эффективность на протяжении всего срока службы. Его конструкция помогает легко установить и быстро настроить котел. Кроме того, встроенный контроллер обеспечивает быструю оптимизацию системы, удобную настройку каскада с плановой ротацией котлов, а также программирование и возможность полной диагностики. Большим преимуществом новых настенных котлов ELCO является использование высокопроизводительных технологий, которые помогают уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Для представителей бизнеса особый интерес представляет высокий КПД (до 110 %) и экономичность Thision L Eco, достигнутая за счет системы энергоменеджмента и встроенного модулируемого насоса для каждого теплообменника. Также большим плюсом новых котлов является специально разработанная конструкция, обеспечивающая легкий доступ к внутренним элементам.

В конце 2001 г. завод Rendamax, выпускающий конденсационные котлы, вошел в состав международного концерна Ariston Thermo Group. Это стало важным этапом в его истории. Уникальные по своим качествам котлы дополнили продукцию линейку компании ELCO, под брендом которой они стали хорошо известны на западноевропейском рынке. В то же время в страны Восточной Европы и Рос-

сию котлы продолжали поставляться под брендом Rendamax.

Оборудование ELCO выгодно отличают такие характеристики, как эффективный нагрев воды, один из самых высоких КПД в своем классе, крайне малый расход энергии и низкий уровень воздействия на окружающую среду. Котлы ELCO намного легче аналогов, так как они состоят из проточных теплообменников с запатентованными оребренными трубками из нержавеющей стали. Именно поэтому они идеально подходят для установки в крышных котельных. Кроме того, наличие в конструкции водоохлаждаемой премиксной горелки обеспечивает низкую температуру горения, значительно снижая выбросы оксидов азота и угарного газа в атмосферу. Это делает котлы Rendamax экологически безопасными. Другой немаловажной особенностью является разборная конструкция, обеспечивающая высокую ремонтопригодность оборудования и возможность применения при реконструкции теплоснабжения.

### Giersch (Германия)



Экономичные, экологически чистые, удобные – так можно кратко описать основные свойства современных конденсационных установок Giersch. Под маркой Giersch на российском рынке присутствуют газовые и жидкотопливные конденсационные котлы. Газовые – представлены моделями GiegaBloc 200, GiegaStar Compact 100/160, 200S (3,0–25,5 кВт), GiegaSmart (5,7–23,6 кВт), GiegaStar 46/66/86/116 (8–114 кВт), GiegaStar 15/25/35/C28 (3,0–35,9 кВт), GiegaSwift (5,5–24,8 кВт).

Котел GiegaBloc 200 – напольный высокоэффективный конденсационный

секционной конструкции. GiegaStar Compact – комплектные тепловые станции, состоящие из высокоэффективного конденсационного котла и различных накопительных баков с горячей водой емкостью 100, 160 или 220 л. GiegaSmart – высокоэффективный конденсационный котел в компактном исполнении.

Котлы GiegaStar 46/66/86/116 – модернизация известных серий GiegaStar 45/65/85/115, котлы GiegaStar 15/25/35/C28 – серий GiegaStar 11/21 и C31. Компактный теплообменник из силумина имеет минимальные размеры при высокой эффективности с очень хорошей передачей тепла теплоносителю. Новая серия GiegaStar 15/25/35/C28 предназначена для отопительных целей в случае отдельного конденсационного котла или также для подогрева горячей воды в комбинированной версии. В этом случае возможно увеличение мощности до 28,6 кВт. Высокий КПД и легкость в обслуживании – очевидные достоинства котлов.

В основе GiegaSwift лежит абсолютно новая концепция модульной конструкции котла. Все важные компоненты объединены в модули, которые являются взаимозаменяемыми, а их комбинация представляет собой эффективный, мощный котел в трех исполнениях: со встроенным 3-ходовым переключающим клапаном, без него, с пластинчатым теплообменником.

Жидкотопливные конденсационные котлы Giersch представлены моделями GK 50-250 (мощность 33–250 кВт) и FCU (мощность 7–28 кВт). Производительность котла GK50-250 максимально высока. Стандартный КПД котла (в соответствии с нормами DIN EN 303) достигает 105,7 %. Даже при высоких температурах 80/60 °C в отопительном контуре обеспечивается режим постоянной теплотоворной способности.

Серия FCU от Giersch – новое поколение жидкотопливной конденсационной техники, работающей на дизельном топливе – предоставляет большие возможности для экономии. На большой плоской поверхности внутреннего теплообменника происходит оптимальная конденсация дымовых газов. Конденсат беспрепятственно стекает вниз по коллектору в интегрированный нейтрализатор. На дизельном топливе EL Standard конденсат нейтрализуется и для безопасного отво-

да попадает в сточные воды. На сверхлегком дизельном топливе EL от нейтрализации можно и вовсе отказаться.

### Daeyeol Boiler (Южная Корея)



Южнокорейская компания Daeyeol Boiler Co, LTD более 45-ти лет специализируется на производстве промышленных водогрейных и паровых жаротрубных котлов и скоростных водотрубных парогенераторов. Чуть более 20-ти лет назад она начала разрабатывать и производить конденсационные котлы. В настоящее время выпускаются конденсационные котлы 4-го поколения. На российском рынке такие котлы производства Daeyeol Boiler представлены газовыми жаротрубными котлами серии DMXN с диапазоном мощностей от 750 кВт до 15 МВт. Они комплектуются газовыми горелками Chungwoo GNT с низким выбросом оксидов азота.

Конструкция котла включает два раздельных экономайзера. При температуре отходящих газов менее 50 °C они работают в режиме подогрева питательной воды. При повышении температуры отходящих газов выше 50 °C один из экономайзеров начинает работать в режиме конденсатора. Котлы оборудованы байпасными линиями, которые переключаются в автоматическом режиме.

### De Dietrich (Германия)

Конденсационные котлы французского производителя De Dietrich представлены в России с 2007 г. Именно тогда одновременно с бытовыми котлами начались поставки котлов коммерческой и промышленной мощностей в настенном и напольном исполнениях. До настоящего времени все модели успели претерпеть несколько изменений. В 2012–2013 гг.

компания De Dietrich модернизировала все модели конденсационных котлов, в 2016 г. некоторые модели увеличили свою энергоэффективность в соответствии с нормами европейского законодательства по энергоэффективности ErP. В 2017 г. ожидается очередной этап расширения и модернизации модельного ряда котлов, который затронет именно оборудование средней и большой мощностей.

Сегодня модельный ряд конденсационных котлов De Dietrich в сфере коммерческой мощности представлен настенными котлами серии INNOVENS MCA PRO с моделями мощностью 45, 65, 90 и 115 кВт и напольными котлами С 230 мощностью 85, 130, 170 и 210 кВт.

Важнейшим преимуществом настенных котлов MCA PRO является литой монолитный толстостенный теплообменник из сплава алюминий–кремний, который обладает невосприимчивостью к коррозии, способен работать в конденсационном, переходном и высокотемпературном режимах.

С помощью технологии литья производителям удалось создать теплообменник с большой поверхностью теплосъема и оптимальной формы для теплообмена, к тому же очень удобный для проведения ревизии и очистки. В этом отчасти компания De Dietrich продолжает развивать собственные давние традиции литейного производства, которыми она известна в Европе и мире более трех веков. Только вместо знакомых многим чугунных теплообменников французского концерна в конденсационных котлах De Dietrich используются теплообменники из сплава алюминий–кремний, которые еще меньше подвержены коррозии, имеют большую эффективность, более компактны и легки. Котел обладает очень удобной компоновкой узлов и лючком для чистки теплообменника, что делает процедуру технического обслуживания простой и позволяет максимально качественно осуществлять сервис котла. Этим он принципиально отличается от настенных котлов бытовой серии и является профессиональным решением для коммерческого использования, имея больший запас надежности и длительный срок службы.

Напольные конденсационные котлы серии С 230 Eco имеют теплообменник из того же алюминиево–кремниевого сплава, но секционной конструкции, что еще больше повышает удобство обслу-

живания и возможного ремонта. Стоит отметить фирменный дизайн обеих моделей коммерческих котлов De Dietrich и исключительную продуманность расположения трубопроводов, органов управления, настройки и многообразие возможностей размещения и подключения котлов. Такие особенности очень важны, особенно для коммерческой сферы, где зачастую могут возникнуть такие сложности, как недостаток места, трудности с выводом дымохода, транспортировки оборудования в котельную и нюансы подключения к системе отопления и управления ею.

Промышленная серия конденсационных котлов De Dietrich представлена моделями С 330 Eco мощностью 280, 350, 430, 500, 570, 650 кВт и котлом С 630 Eco, который представляет собой сдвоенный котел С 330 и имеет мощность 560, 700, 860, 100, 1140 и 1300 кВт, соответственно. В котлах есть секционный теплообменник с литыми секциями из сплава алюминия с кремнием. Для удобства их размещения предусмотрены специальные колеса для транспортировки. Габариты котла – 716 мм по ширине для беспрепятственного прохода в дверной проем. Котел характеризуется низким уровнем шума и отсутствием вибрации. Важным для использования является широкий диапазон модуляции мощности котла. Он составляет 158–1202 кВт для котла С 630-1300 Eco, что дает возможность плавно адаптироваться к реальной потребности системы и эффективно и точно поддерживать летнюю нагрузку, даже если она значительно отличается от зимней. Помимо этого, температурный режим у него также самый широкий для котлов промышленного типа, он составляет 20–90 °C, что дает возможность работать и в высокотемпературных режимах, в том числе стандартных системах отопления, и максимально использовать преимущества погодозависимого регулирования, понижая температуру подачи котельной в межсезонье.

Данные модели конденсационных котлов MCA, С 230, С 330/630 оснащены автоматикой Diematic iSystem и Diematic m3, которая позволяет управлять не только работой и безопасностью котла, но и всей системой отопления в согласованном с котлом режиме, а также имеет возможность подключения дополнительных устройств контроля и безопасно-



сти, дистанционного управления и диспетчеризации. Собственная автоматика De Dietrich под названием Diematic выпускается французским заводом уже более 20-ти лет и имеет концепцию очень простого и интуитивно понятного подключения и настройки, что позволяет работать с ней специалистам более общего инженерного профиля, не имеющих специальных знаний по автоматизации. Котлы объединяются в каскад без использования дополнительных контроллеров, для связи достаточно соединить между собой два котла специальным кабелем в систему из 2-х и до 10-ти котлов.

За 10 лет конденсационные котлы De Dietrich нашли применение в России почти во всех сферах и в настоящее время вытесняют традиционные котлы по всем направлениям. Наиболее популярной сферой для использования промышленных конденсационных котлов С 330 и С 630 стали крышные котельные. На таких объектах проявляются все преимущества данных котлов: малые габариты, низкие уровень шума и расход газа, простой и короткий дымоход, большая модуляция мощности. Также все активнее промышленные конденсационные котлы французского производителя применяются для отдельно стоящих котельных, в том числе снабжающих несколько зданий. Это имеет место благодаря возможности работы при высокотемпературном графике, каскадированию установок и управлению сложными системами отопления.

Также интересное применение конденсационные котлы De Dietrich нашли в блочно-модульных котельных из-за своих малых габаритов и многообразия вариантов размещения и подсоединения к трубопроводам.

## Fondital (Италия)



В ассортименте отопительного оборудования Fondital настенные конденсационные котлы повышенной мощности представлены моделями Tahiti Condensing Line Tech KR 55 и Tahiti Condensing Line Tech KR 85 мощностью 58,8 и 90,4 кВт, соответственно. Котлы оснащены высокоэффективным теплообменником из нержавеющей стали и модулируемой горелкой с принудительным смешиванием, характеризуются низкими уровнями шума и вредных выбросов. КПД на максимальной мощности достигает 106,4 % (модель KR 85) и 107 % (модель KR 55). На основе этих котлов компания Fondital предлагает конденсационные котельные модули для тепловых подстанций (блочные каскады заводского исполнения), которые работают в диапазоне мощности от 110 до 510 кВт. К преимуществам данного оборудования (единичные модули) можно отнести то, что котловой насос и группа безопасности уже входят в комплект поставки, их не требуется заказывать отдельно. Также базовая автоматика предполагает возможность погодозависимого регулирования и работы с внешним бойлером.

## Immergas (Италия)

В модельном ряду настенных конденсационных котлов Immergas представлены одноконтурные котлы полу-промышленной серии VICTRIX PRO, предназначенные для использования в жилых и коммерческих зданиях. В линейке присутствует 5 моделей мощностью от 35 до 120 кВт, которые можно использовать как в одиночном режиме, так и в каскаде. Это позволяет создавать высокоэффективные системы с низким уров-

нем потребления энергии и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а также с высоким уровнем надежности благодаря возможности многократного резервирования.

Конструктивные особенности котлов серии VICTRIX PRO: модуляция тепловой мощности от 10 до 100 %; встроенный циркуляционный насос; возможности создания систем отопления любого уровня функционирования, управления каскадом из двух котлов в базовой комплектации, установки в каскад до восьми котлов общей тепловой мощностью 900 кВт; наличие гидравлических опций и дымоходных систем как для одного котла, так и для каскада; возможность подключения бойлера косвенного нагрева; допустима установка котла как в помещении, так и на открытом воздухе;



наличие специальной монтажной рамы (опция), позволяющей разместить котел в любой части помещения; возможность контроля и удаленного управления через Интернет (как для пользователя, так и для сервисного инженера).

## Kentatsu Furst (Япония)

Поставками отопительного оборудования в Россию марки Kentatsu с 2014 г. активно занимается компания «Даичи». На сегодняшний день линейка настенных конденсационных котлов Kentatsu Furst представлена моделями Smart Condens мощностью от 24 до 40 кВт и Imprest мощностью от 69 до 187 кВт, а также настенными и напольными котлами-стойками таXimprest производительностью от 200 до 550 кВт.

Особенностью этих котлов являются теплообменники из сплава алюминия, кремния и магния. Многие детали конструкции также изготовлены из алю-



миния. В котлах установлены горелки с высоким коэффициентом модуляции, обеспечивающие плавное регулирование его производительности от 100 до 20 %. Таким образом, осуществляется экономичное потребление топлива.

КПД котлов Kentatsu Furst таXimprest составляет 109 %, что соответствует лучшим мировым показателям. Уровень шума котлов серии таXimprest не превышает 50 дБ. Они могут образовывать высокопроизводительную систему по каскадной схеме. Так, тепловая мощность каскада из 16-ти котлов достигает 8 800 кВт.

Каждая партия оборудования проходит заводские испытания при давлении теплоносителя 9 бар. Посредством контроллера проводится зонное наблюдение, на дисплее отображаются возникшие ошибки, с учетом которых система управления обеспечивает защиту от замерзания и контроль перепада температуры между прямым и обратным потоками воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

Газовые котлы и стойки конденсационного типа Kentatsu Furst отличаются большой эффективностью, высоким сопротивлением термическому напряжению и коррозии. Они являются примером идеального сочетания цены и качества и соответствуют высочайшим стандартам и всем современным требованиям к оборудованию систем отопления.

## Vaillant (Германия)

В ассортименте котельного оборудования Vaillant настенные конденсационные котлы повышенной мощности представлены серией ecoTEC plus 806/5-1206/5, в которую входят три модели мощностью 80, 100 и 120 кВт. Эти котлы оснащены теплообменником из нержавеющей стали и модулируемой горелкой с предварительным принудительным смешением, имеющей диапазон мощности от

28 до 100 %. Забор воздуха для горения может осуществляться как из помещения, так и снаружи. Средний за отопительный период КПД котлов Vaillant ecoTEC plus достигает 109 %. Они характеризуются низким содержанием NOx в продуктах сгорания (меньше 20 мг/кВ·ч) и предназначены для создания компактных каскадных котельных в общественных зданиях и на промышленных объектах: благодаря каскадному дымоходу, можно создавать настенные каскадные установки до четырех котлов мощностью до 200 кВт, а при использовании индивидуальных центробежных систем – каскады до восьми котлов.

В качестве гидравлической развязки применяется разделяющий теплообменник. При этом надо помнить, что обязательным условием эксплуатации такой системы является использование оригинальной насосной группы.



Кроме того, компания Vaillant поставляет на российский рынок напольные конденсационные котлы ecoCRAFT exclusiv. Серия включает шесть типоразмеров максимальной полезной мощностью от 78,2 до 275,5 кВт (40/30 °C) и от 84,1 до 294,3 кВт (80/60 °C). Котлы работают на природном газе. Они оборудованы модульционной горелкой предварительного смешения, теплообменником из сплава алюминия и кремния. Удаление продуктов горения происходит принудительно с помощью вентиляторов. Для горения может быть использован воздух как из помещения, так и извне. При номинальной мощности и температурной кривой 80/60 °C КПД котла составляет от 97,8 до 98,4 %, а при мощности 30 % – от 108,4 до 104,2 %. Максимальное рабочее давление – 6 бар, максимальная температура подающей линии – 85 °C. Котлы можно объединять в каскадные системы, включающие до 4-х агрегатов. Для ГВС к котлам Vaillant опционально подключаются емкостные водонагреватели.

## Viessmann (Германия)

Для развитых систем теплоснабжения с большим количеством отопительных контуров крупных промышленных потребителей или коммерческого строительства компания Viessmann предлагает линейку конденсационных котлов Vitocrossal.

Диапазон номинальной тепловой мощности, предлагаемый котлами Vitocrossal, составляет от 26 до 1400 кВт.

Отличительной чертой напольных котлов Vitocrossal являются особенности конструкции, позволяющие повысить надежность и срок службы котлов, снизить эксплуатационные и капитальные затраты. Так, котловой блок напольных конденсационных котлов выполняется с большим удельным объемом воды, что позволяет отказаться от установки циркуляционных котловых насосов, а это заметно сокращает эксплуатационные затраты. Благодаря большому водонаполнению (1–2 л/кВт мощности), котлы имеют очень малое сопротивление и могут работать даже без расхода теплоносителя через котловую блок (за счет внутренней естественной конвекции), что дает возможность значительно упростить и удешевить гидравлическую обвязку и снизить затраты электроэнергии.

Теплообменник InoxCrossal, выполненный из высококачественной нержавеющей стали, обладает эффектом самоочистки благодаря попутному движению продуктов сгорания и образующейся на них конденсатной пленки, а большая толщина (до 3 мм) обеспечит высочайшую надежность эксплуатации и длительный срок службы. Котлы Vitocrossal оснащаются двумя патрубками обратной магистрали, отдельное подключение низкотемпературных потребителей позволяет еще немного поднять КПД установки (на 1–2 %).

## Wolf (Германия)

В ассортименте котельного оборудования фирмы Wolf на российском рынке представлена серия газовых конденсационных котлов MGK-2. Конструктивные особенности котла следующие: надувная сетчатая горелка из нержавеющей стали для эксплуатации на природном



газе; вентилятор горелки с автоматической плавной регулировкой числа оборотов для обеспечения оптимальной модуляции пламени от 17 до 100 % при номинальной мощности 390–630 кВт.

Предусмотрена возможность подключения котлов каскадом мощностью до 2,5 МВт. Литой теплообменник выполнен из высокоэффективного сплава алюминия с кремнием с уникальными свойствами теплопередачи, увеличенным сроком службы, не требующим трудоемкого обслуживания. Теплообменник полностью теплоизолирован.

Не требуется повышения температуры обратной воды. Встроенная комфортная система управления создана на основе микропроцессора с модулем управления BM-2, со встроенным цветным TFT-дисплеем и расширенным функционалом, e-Bus-интерфейс для подключения устройств расширения Wolf.

Возможно подключение трехфазных насосов с прямым включением. Благодаря бесшумной работе и компактным размерам, эти котлы хорошо подходят для модернизации или капитального ремонта зданий. КПД котлов высокий – 110 %. Оптимальный эффект конденсации достигается за счет регулировки соотношения температуры подающей/обратной воды.

Котел поставляется в четырех типоразмерах. Разделяется на модули, съемная обшивка для простоты в обслуживании. Конструкция цоколя позволяет использовать вилочный погрузчик без паллеты. Вес самого большого котла – 480 кг.

Мощность при 80/60 °C – от 58,5–366,7 кВт для модели MGK-2-390 до 96,7–584,4 кВт для модели MGK-2-630; при 50/30 °C – от 64,2–392 кВт для модели MGK-2-390 до 106,8–626,6 кВт для модели MGK-2-630.

# Мини-ТЭЦ на газе для отрасли защищенного грунта

*Искусственно создавая оптимальные условия роста в теплице, можно круглый год выращивать овощи, домашние растения, цветы и саженцы даже в местах с суровым климатом.*

Инженеры не понаслышке знают, что отрасль защищенного грунта является не только индустриальной и высокотехнологичной, но и энергоемкой. В большинстве хозяйств в структуре себестоимости продукции стоимость энергоносителей достигает 50–60 %.

Необходимость подогрева воздуха в теплицах, воды для полива высаженных культур, грунта требует колоссального количества тепловой энергии, особенно при низких температурах окружающего воздуха. Для получения тепла большинство отечественных тепличных хозяйств используют котельные, в которых первичный энергоноситель (газ, уголь и др.) сжигают только для того, чтобы получить тепловую энергию для обогрева. Поставщиком электрической энергии для электроснабжения технологического оборудования теплиц (насосное и вентиляционное оборудование, транспортеры и т. д.), как правило, выступают территориальные энергосбытовые компании.

Не секрет, что линии электропередачи и коммутационное оборудование за долгое время эксплуатации морально и технически устарели. Но даже высокие тарифы на электроэнергию, которые за последние несколько лет выросли в разы и, судя по всему, будут продолжать расти, не дают гарантии владельцу тепличного комплекса, что он в какой-то момент не столкнется с тем, что его хозяйство будет обесточено. Длительное отсутствие электро- и теплоснабжения и, следовательно, невозможность осуществления технологических процессов может привести к значительному снижению урожая, болезни или даже гибели растений.

Специалистам известны факты, подтверждающие не совсем взаимовыгодные отношения тепличных хозяйств и энергосбытовых компаний. Так, некоторые из них сегодня ставят вопрос о подписании договора на энергоснабжение теплиц на пять лет вперед с учетом почасовых (!) лимитов электроэнергии. В связи с этим тепличные хозяйства находятся в затруднительном положении – энергопотребление теплиц в большой степени зависит от температуры окружающего воздуха и погоды, предсказать которую даже на месяц вперед с высокой степенью вероятности невозможно.

Рост растений определяется процессами фотосинтеза, для которого главным источником энергии является свет, а темпы роста и развития растений пропорциональны уровню их освещенности. Поэтому все чаще российские компании отрасли защищенного грунта используют технологии досвечивания, особенно в зимний, весенний и осенний периоды, когда низкий уровень естественной солнечной радиации сопровождается коротким световым днем.

Доказано, что применение правильных технологий освещения позволяет вдвое повысить урожайность, продлить сезон, расширить ассортимент культур, улучшить качество продукции и гарантировать поставки. Стоит отметить, что ограниченное предложение



на рынке сельскохозяйственной продукции и относительно высокие цены на нее в период осень–весна делают рентабельными системы электрического досвечивания. Однако они требуют значительного количества электрической энергии (до 100 Вт/м<sup>2</sup> площади) для уровня освещения до 6–7 кЛк. Большая урожайность достигается при освещении 20 кЛк и выше. Соответственно, для этого необходимо устанавливать много светильников и при эксплуатации расходовать большое количество электрической энергии. Несложно подсчитать, что суммарное энергопотребление тепличного хозяйства на досвечивание может достигать 10 МВт.

В целом эксперты отрасли приводят следующие цифры: энергопотребление 1 га теплицы составляет около 1 МВт электроэнергии и 2 МВт тепла. Принимая во внимание высокую удельную стоимость энергоносителей в цене продукции, существенного снижения себестоимости продукта и увеличе-

ния его прибыльности можно добиться лишь уменьшением «энергетической составляющей».

Эксперты при анализе существующих схем энергоснабжения тепличных хозяйств отдали предпочтение автономной генерации. Действительно, собственная мини-ТЭЦ на газе позволит не только исключить или значительно уменьшить платежи электро- и тепло-сбытовым компаниям, но и значительно поднять урожайность за счет полезного использования двуокиси углерода (углекислого газа), который в большом количестве содержится в выхлопных газах.

Технологический процесс работы мини-ТЭЦ выглядит следующим образом: когенерационная установка вырабатывает электроэнергию, в теплообменном оборудовании происходит передача тепла выхлопных газов, систем смазки и охлаждения внешнему контуру потребителя. Параллельно с этим через выхлоп происходит выброс продуктов горения. Далее выхлопные газы проходят процесс очистки и удаления оксидов азота, затем охлаждаются в теплообменном аппарате до допустимой температуры (примерно до +50 °C). С помощью лопастных турбовентиляторов газы смешиваются с воздухом в теплице и доставляются непосредственно к основаниям растений. В окружающем воздухе содержится около 350 объемных долей углекислого газа. Для активного роста, в зависимости от вида растений, в атмосфере теплицы должно содержаться от 700 до 800 объемных долей CO<sub>2</sub>. За один час мини-ТЭЦ мощностью 1 МВт при среднегодовой нагрузке 75 % вырабатывает 372 м<sup>3</sup> углекислого газа нормального давления с содержанием CO<sub>2</sub> на уровне 700 ppm. При таком подходе урожайность отдельно взятой теплицы возрастает примерно на 40 %.

Совместное же использование технологий досвечивания с обогащением углекислым газом приводит к повышению урожайности в 2–2,5 раза! Выгода налицо.

Стоит отметить, что энергоцентры тепличных комбинатов являются самым эффективным решением для организации автономного энергоснабжения и обеспечивают коэффициент исполь-

зования топлива (КИТ) системы на уровне 95–97 %. Действительно, помимо электрической и тепловой энергии, потребитель получает источник углеродного питания растений, что необходимо для интенсивного процесса фотосинтеза. Электрическая энергия расходуется на покрытие собственных нужд и искусственное освещение тепличного хозяйства.

Посредством системы утилизации тепла происходит снабжение агрокомплекса тепловой энергией. Эффективное энергоснабжение агрокомплексов, согласно мнению экспертов, может осуществляться на базе газопоршневых генераторных установок (ГПГУ), работающих в когенерационном режиме.

Более того, предлагаемая схема позволяет использовать тепло всех контуров охлаждения ГПГУ, причем с разным температурным графиком. Организация системы отопления с разделением их контуров на практике показывает свою эффективность в плане экономии тепла и улучшения температурных полей теплицы. Подобные схемы получили широкое распространение в европейских государствах – Бельгии, Дании, Испании, Великобритании, Португалии, во Франции, а достигли кульминации в использовании в тепличных хозяйствах Нидерландов. Именно здесь многолетний опыт культивирования цветов и овощей сделал эту систему уникальной, не имеющей аналогов в мире. В качестве топлива может использоваться как природный магистральный газ, так и биогаз – продукт анаэробного разложения органических отходов. Помимо систем утилизации тепла и комплектных распределительных устройств 6,3 или 0,4 кВ, в состав энергоцентра агрокомплекса необходимо включить систему выделения CO<sub>2</sub> из дымовых газов.

Модульное (контейнерное) исполнение мини-ТЭЦ на газе как нельзя лучше соответствуют требованиям «теплични-



ков». Действительно, электростанция, например такая, как ROLT серии PS с системой утилизации тепла, – это серийное изделие высокой степени заводской готовности, которое обеспечивает:

- короткий промежуток времени для проведения строительно-монтажных и пусконаладочных работ;
- невысокие требования к фундаменту;
- простую интеграцию модульной мини-ТЭЦ в систему электро- и теплоснабжения тепличного хозяйства;
- компактное размещения модульной мини-ТЭЦ на ограниченной территории;
- полное соответствие требованиям ГОСТ и СНИП;
- масштабируемость примененного решения;
- высокую степень автоматизации, позволяющей мини-ТЭЦ работать без постоянного присутствия обслуживающего персонала;
- удобную интеграцию системы мониторинга и управления мини-ТЭЦ на газе в автоматизированную систему управления тепличным хозяйством.

Результатом проведенной модернизации производства станет существенное увеличение производительности теплиц, повышение надежности и качества электро- и теплоснабжения и, наконец, существенная экономия денежных средств за счет отказа от услуг поставщиков электрической и тепловой энергии. В случае же использования биогаза – независимость от поставщиков топлива и дополнительный источник удобрений.

# Автономный мини-энергоблок на основе свободноторшневых двигателей Стирлинга

В. Климов, К. Т. Н., И. Царьков, А. Демьянов

Перспективным направлением является разработка и внедрение мини-энергетических установок на основе свободноторшневых двигателей Стирлинга (СПДС). Статья посвящена анализу состояния и перспективам развития мини-энергоблоков такого класса.

Перспективы использования двигателей Стирлинга в различных областях энергетики в настоящее время стали очевидными для всех промышленно развитых стран мира. Ведущими странами в области их проектирования и создания являются США, Великобритания, Япония, Нидерланды и Израиль. Кроме перечисленных стран, в последнее время активно проводятся исследования в Китае.

Двигатель Стирлинга относится к классу двигателей с внешним подводом тепла от сгорания газа в отличие от двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок. Существуют различные конструкции таких двигателей, среди которых наиболее перспективным является свободноторшневой двигатель.

Преимуществами автономных энергосистем с использованием СПДС являются низкий уровень шума и вибрации; малая токсичность отработавших газов; возможность работы на различных видах топлива, как традиционных (газ, нефтепродукты), так и нетрадиционных (био-

газ, уголь, отходы лесной промышленности); большой ресурс работы без обслуживания, так как не требуется масляная смазка, отсутствует шатунно-кривошипный механизм и редуктор.

Последнее преимущество позволяет создавать автономные энергостанции для работы продолжительное время в безлюдном режиме, на удаленных необслуживаемых объектах.

Автономные энергостанции на основе СПДС могут беспроblemно обеспечивать электроэнергией и при необходимости тепловой энергией магистральные объекты предприятий топливно-энергетического комплекса в местах отсутствия центральных электросетей, а также индивидуальные жилые дома и другие строения.



Рис. 1. Конструкция СПДС

Рассмотрим подвод тепла к двигателю от внешней горелки, работающей от природного газа низкого давления.

В табл. 1 приведен ряд моделей СПДС ведущих мировых производителей.

Таблица 1. Модели СПДС ведущих мировых производителей

Производители	Модели	Параметры					
		Электрическая мощность, Вт	Частота, Гц	Напряжение номинальное, В	Габариты, мм	Максимальная температура тепловой головки, °C	
Microgen Engine Corp. UK, Holland	PM-1	1000 <sup>1</sup>	50 +/-0,5	230	470x280	525	
Sunpower Incorp. USA	EG-1000	1000	50 +/-1	240	700x250	550	
Qnergy USA, Israel	QB56	2000 <sup>2</sup>	60	215	700x260	н/д	
	QB80	5000 <sup>3</sup>	60	215	830x270	н/д	

<sup>1</sup> Максимальная мощность в переходном режиме 1500 Вт.

<sup>2</sup> Пиковая мощность 3500 Вт.

<sup>3</sup> Пиковая мощность 7500 Вт.

## Краткие сведения о конструкции и принципе работы СПДС

СПДС является термодинамической системой с внешним подводом теплоты, предназначен для преобразования тепловой энергии в механическую возвратно-поступательного движения. Конструкция СПДС имеет две основные движущиеся части: вытеснитель и рабочий поршень. Оба работают в замкнутой среде гелия и не связаны механически друг с другом. Механическая энергия генерируется за счет двух температурных зон в двигателе, в которых происходит нагрев гелия и его охлаждение. Благодаря разности температур и циклических движений вытеснителя, создается волна давления, которая перемещает рабочий поршень.

Конструктивно двигатель представляет собой сочетание в одном агрегате теплообменных устройств: нагревателя, регенератора и охладителя, образующих внутренний контур (рис. 1). Внешний корпус двигателя имеет герметичный объем, заполненный под давлением 3,6 МПа инертным газом – гелием. В верхней части корпуса расположена тепловая головка с радиатором, нагреваемая кольцевой газовой горелкой. Ниже располагается теплообменник охладителя, по внутреннему контуру которого протекает за счет работы насоса охлаждающая жидкость (антифриз), подводимая к двигателю через вводной и выводной патрубки. При этом в канале между горячей и холодной областью находится пористый регенератор, который повышает эффективность процессов охлаждения или нагрева газа при его движении

в ту или иную сторону. Вытеснитель своим штоком свободно проходит через отверстие в рабочем поршне и прикреплен к плоской пружине, которая в свою очередь жестко закреплена в корпусе двигателя. С рабочим поршнем жестко связан металлический стакан индуктора линейного генератора с постоянными магнитами. Внешний вид СПДС модели РМ-1 (Microgen) показан на рис. 2.

Для преобразования механической энергии возвратно-поступательного движения рабочего поршня в электрическую используется однофазный синхронный линейный генератор, индуктор которого с постоянными магнитами присоединен к рабочему поршню. Генератор создает синусоидальное напряжение, величина которого пропорциональна амплитуде колебания поршня, а частота определяется скоростью его движения и составляет  $50 \pm 0,5$  Гц. Конструкция генератора содержит неподвижный внешний магнитопровод с расположенной внутри его свободной полости кольцевой обмоткой статора и внутренний неподвижный магнитопровод для усиления рабочего магнитного потока (рис. 3).

Индуктор генератора выполнен в виде пустотелого тонкостенного стального стакана с прикрепленными с наружной стороны дугообразными радиально намагниченными постоянными магнитами. Индуктор является подвижной частью генератора и может свободно перемещаться в зазоре между внешней и внутренней неподвижными частями магнитопровода статора. При возвратно-поступательном движении индуктора (колебания в пределах 10–12 мм) магнитный поток постоянных магнитов создает в обмотке статора переменную ЭДС синусоидальной формы 260–230 В. Для снижения потерь от вихревых токов, наводимых переменным

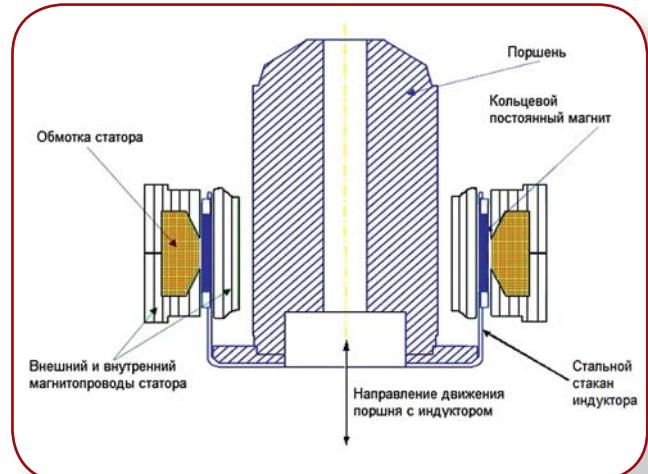


Рис. 3. Конструкция генератора

магнитным потоком в пустотелом стакане индуктора, по периферии стакана сделаны аксиальные прорези. Это позволяет также снизить массу подвижной части генератора.

## Структура и состав универсального генерирующего модуля (УГМ)

Модуль генерации, помимо СПДС, содержит системы газоподачи, поджига, охлаждения, выхлопа, электронный блок силовой коммутации и преобразования, систему автоматического управления (САУ). В САУ входят контроллеры двигателя и газовой горелки. Структурная схема модуля генерации и его элементы приведена на рис. 4.

Система подвода тепла состоит из следующих элементов:

- кольцевой газовой горелки конфорчного типа с инъекцией смеси;
- трубы Вентури в качестве смесителя для подготовки газовоздушной смеси;
- вентилятора наддува для подачи воздуха на горение и регулирования количества газовоздушной смеси;
- клапанной сборки из двух отсечных газовых клапанов и мембранным регулятором расхода газа с пневматической обратной связью от смесителя Вентури для регулирования расхода газа;
- контроллера безопасности, управляющего процессом розжига и обеспечивающего контроль пламени;
- ионизационного датчика пламени;
- искрового разрядника системы поджига и импульсного высоковольтного трансформатора.

Система охлаждения состоит из трубопроводов местной системы охлажде-

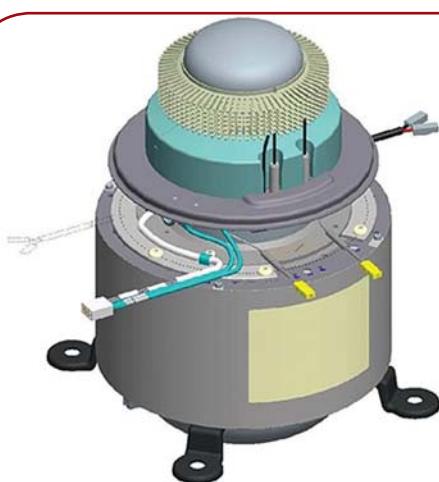


Рис. 2. Модель РМ-1 (Microgen) СПДС

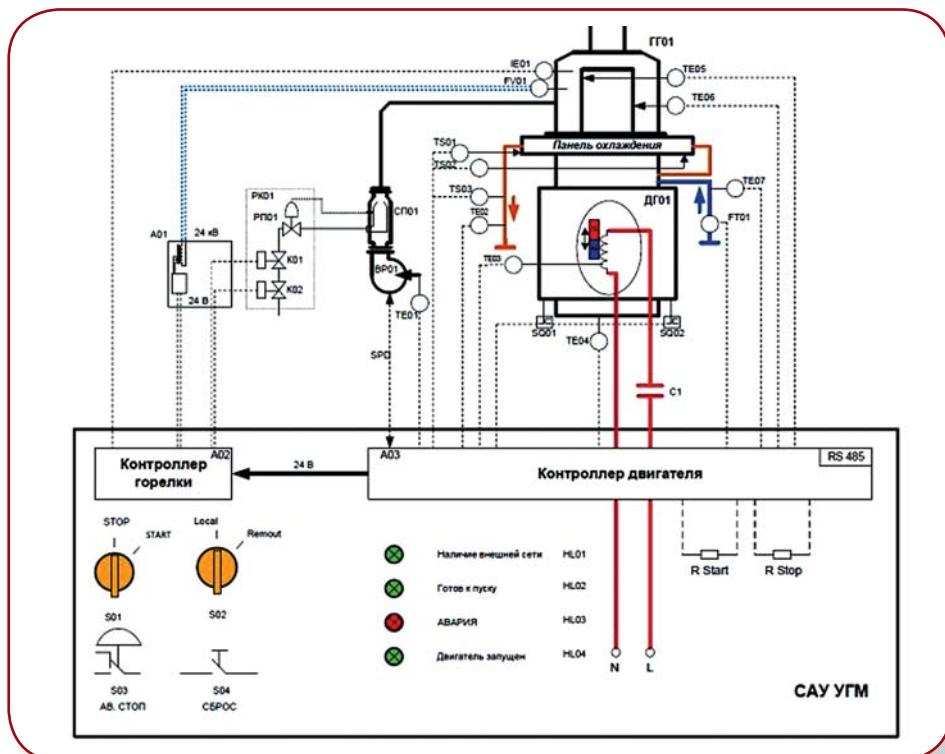


Рис. 4. Структурная схема УГМ: ДГ01 – двигатель-генератор (СПДС); А01 – блок розжига; А02 – контроллер газовой горелки; А03 – контроллер двигателя; IE01 – датчик горения; FV01 – свеча зажигания; РК01 – клапанный блок в составе К01, К02 – газовые клапаны отсечные электромагнитные и РП01 – регулируемый клапан пневматический; ГГ01 – газовая горелка; SPD – управление скоростью вращения вентилятора; ВР01 – вентилятор подачи воздуха; СП01 – газовый смеситель (трубка Вентури); ТС01, ТС02, ТС03 – термореле; FT01 – датчик расхода охлаждающей жидкости; SQ01, SQ02 – датчики вибрации корпуса двигателя (концевые выключатели); ТЕ01, ТЕ02, ТЕ03, ТЕ04, ТЕ05, ТЕ06, ТЕ07 – температурные датчики; С1 – настроичная емкость; S01-S04 – органы управления САУ; HL01- HL04 – органы индикации САУ; Rstart – стартовый резистор; Rstop – стоп-резистор

ния и запорной арматуры. Входной и выходной патрубки снабжены датчиками контроля температуры (терморезисторы), на входном патрубке установлен также датчик расхода охлаждающей жидкости. Температура входной воды не ниже +6 °C, а температура на

выходе систем охлаждения – не выше +75 °C.

САУ УГМ включает датчики, контроллер, линии связи, в том числе и устройство аварийной остановки. САУ УГМ управляет работой УГМ, обеспечивая заданные параметры электроенер-

Таблица 2. Технические характеристики энергоблока

Масса контейнера с оборудованием, не более, кг	7000
Размеры контейнера, мм:	
длина	5140,0
ширина	2440,0
высота	2890,0
Масса внешнего охладителя, кг	340,0
Размеры внешнего охладителя, мм:	
длина	1525,0
ширина	1435,0
высота	2760,0

гии на выходе и необходимые технологические защиты. Настроичная емкость С1, включенная последовательно с обмоткой статора генератора, обеспечивает электрический резонанс цепи, настроенный на частоту 50 Гц, что создает пассивную коррекцию коэффициента мощности генерирующего модуля и улучшает рабочие характеристики линейного генератора. Назначение стартового резистора – ограничение тока статора в момент пуска двигателя, а стоп-резистора – немедленный останов двигателя при аварийных режимах.

Конструктив УГМ представляет собой металлический каркас (раму), на котором крепятся двигатель Стирлинга и металлический шкаф САУ и силовой электроники, в котором расположены контроллеры двигателя, газовой горелки и органы управления и индикации состояния УГМ. Контроллер двигателя обеспечивает необходимый алгоритм работы модуля генерации, посылая сигналы для осуществления следующих функций:

- разрешение к запуску модуля генерации после диагностики состояния всех информационных связей системы;
- включение контроллера газовой горелки;
- управление вентилятором (питанием двигателя вентилятора);
- стартовый импульс для запуска двигателя при достижении определенной температуры тепловой головки;
- контроль текущей температуры тепловой головки;
- определение текущей выходной электрической мощности;
- формирование сигнала о выходе УГМ на номинальный режим.

## Многомодульные автономные мини-энергоблоки

В основе многомодульного принципа построения автономных мини-энергоблоков заложено параллельное включение УГМ на общую выходную шину, что обеспечивает необходимое резервирование системы по принципу «n + x» и возможность наращивания ее мощности при необходимости увеличения числа потребителей.

### Общая шина постоянного тока

Одним из принципов наращивания мощности в многодвигательной системе является применение выпрямительных

блоков в каждом УГМ с организацией общей шины постоянного тока для полезной нагрузки с подключенной к ней общей аккумуляторной батареей. Структуры с общей шиной постоянного тока, несмотря на относительную простоту решения, имеют ряд недостатков:

- требуется ограничение бросков входного тока при включении выпрямительных блоков;
- требуется инвертор для питания нагрузок собственных нужд;
- наличие в силовой цепи выпрямительных блоков снижает системный коэффициент полезного действия;
- из-за разброса выходных характеристик модулей в переходных режимах снижается динамическая устойчивость системы.

### Общая шина переменного тока

Другим принципом суммирования мощностей от нескольких УГМ является формирование общей шины переменного тока. Для этого можно использовать двунаправленный инвертор, обеспечивающий создание общей шины переменного тока и поддержание на ней стабильного по частоте напряжения 50 Гц в пределах от 220 до 253 В. Инвертор осуществляет преобразование энергии постоянного тока от аккумуляторных батарей. От выходного напряжения инвертора запускаются двигатели УГМ и генераторы начинают выдавать мощность в общую шину. В процессе выхода линейных генераторов на номинальный режим инвертор выдает в общую шину необходимую мощность для питания нагрузки. Двунаправленный инвертор характеризуется тем, что возможен также режим заряда аккумуляторной батареи от энергии переменного тока общей шины, когда к ней подключены генераторы УГМ, обеспечивающие превышение генерируемой мощности над потребляемой мощностью нагрузкой. Достоинствами такой системы являются:

- обеспечение равномерности распределения мощностей между генераторами;
- простота реализации пусковых режимов двигателей;
- повышенный коэффициент полезного действия системы;
- высокая надежность системы.

На рис. 5 представлена структурная схема многомодульного мини-энергоблока, содержащего до шести

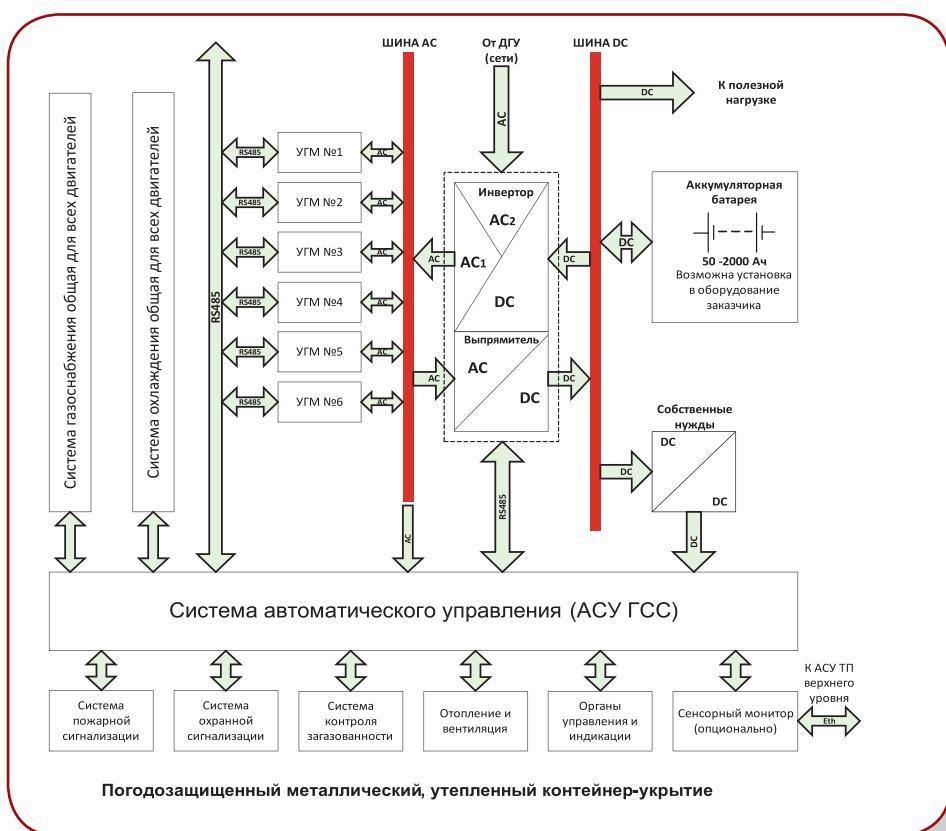


Рис. 5. Структурная схема многомодульного мини-энергоблока, содержащего до 6-ти УГМ

УГМ. Энергоблок состоит из следующих элементов:

- шесть УГМ;
- двунаправленный инвертор, выполненный в едином конструктиве с выпрямителем, и аккумуляторная батарея АКБ – образуют силовую схему преобразования энергии в энергоблоке;
- рама или укрытие (металлический контейнер);
- автоматизированная система управления энергоблоком – АСУ ГСС;
- общая система газоснабжения;
- общая система охлаждения двигателей;
- система отопления и вентиляции укрытия;
- система контроля загазованности воздушного пространства укрытия;
- система пожарной сигнализации;
- система охранной сигнализации.

### Законченный продукт на основе СПДС

По рассмотренной структуре в ОАО НПО «Наука» был разработан и изгото-

лен автономный мини-энергоблок (Эвогресс 4.1) номинальной электрической мощностью 4 кВт на базе СПДС единичной мощностью 1 кВт, который прошел испытания в рамках опытно-промышленной эксплуатации в июне–ноябре 2016 г. на газопроводе Игриш–Серов–Нижний Тагил Комсомольского ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Югорск». Внешний вид испытуемого объекта показан на рис. 6. Массогабаритные показатели энергоблока приведены в табл. 2. Общая наработка за время испытаний составила 2000 ч непрерывной работы.



Рис. 6. Автономный мини-энергоблок

# Водяные насосы KSB для обеспечения электроэнергией отдаленных районов и сельской местности

*Во многих отдаленных районах и в сельской местности вопрос организации электроснабжения в целях обеспечения светом, теплом и охлаждением по-прежнему остается злободневным. И именно для этих районов очень актуален поиск альтернативных источников качественной электроэнергии. Малая энергетика – это на сегодняшний день наиболее экономичное решение энергетических проблем для территорий, относящихся к зонам децентрализованного электроснабжения.*

Специалисты, занимающиеся разработкой инфраструктуры, все больше внимания уделяют методу получения электроэнергии путем использования стандартного центробежного насоса, работающего в турбинном режиме (PAT), что является альтернативой гидротурбинам со значительной экономической выгодой и более высокой экологичностью. В этом случае применяемый центробежный насос работает в обратном направлении, чтобы генерировать механическую энергию, которая затем может быть использована для производства электроэнергии.

В процессе применения центробежного насоса в турбинном режиме перекачиваемая среда направляется от выходного патрубка к входному, врачаая лопасти рабочего колеса в противоположном направлении. Если энергия давления (напор турбины) достаточна для преодоления пускового момента как рабочего колеса, так и вала, то крутящий момент

может использоваться для привода генератора, позволяя насосу работать как турбина.

В процессе организации водоснабжения южных территорий Германии появилась необходимость рассмотреть потенциал насосов, работающих в режиме турбины, в целях решения вопроса электроснабжения этих районов. Системных операторов интересовало, может ли геодезический напор в их трубопроводной сети использоваться для производства дешевой электроэнергии. Еще 40 лет назад специалисты KSB начали заниматься исследованиями и разработками в этой области. Сначала конструкторы рассчитали рабочие кривые для насосов, работающих в обратном направлении. Стало ясно, что при определенных условиях энергия, генерируемая при работе насоса в турбинном режиме, может быть больше, чем энергия, затрачиваемая в процессе традиционной эксплуатации агрегата.

Данное открытие дало возможность концерну KSB в течение многих лет поставлять на предприятия водоснабжения центробежные насосы в качестве гидротурбин как экономически эффективную альтернативу серийно выпускаемому турбинному оборудованию. В настоящее время по всей Европе эксплуатируется более 3000 таких агрегатов. Сейчас разработчики изучают возможности применения данной технологии для выработки электроэнер-



Г-н Ульрих Трауготт

гии и снабжения ей небольших населенных пунктов, изолированных от централизованной электросети.

Благодаря проведению дополнительных исследований и усовершенствованию существующей технологии, концерн KSB может предложить так называемые малые гидроэнергетические установки под ключ, которые позволят обеспечить электрической энергией населенные пункты, находящиеся вдали от энергосетей. Это будет наиболее экономически эффективный и экологичный способ электрификации отдаленных районов и сельской местности (рис. 1).

«Когда речь идет о регионах с относительно непрерывной подачей воды, но непостоянной или отсутствующей системой энергоснабжения, использование центробежного насоса в турбинном режиме станет простым и экономичным способом производства электроэнергии, – объясняет г-н Ульрих Трауготт, руководитель отдела опытно-конструкторских



Рис. 1. Малая гидроэнергетическая установка KSB

разработок и внедрения пилотных проектов компании KSB. – Проведение многочисленных исследований непосредственно в тех частях мира, где электроснабжение представляет собой насущную проблему, помогло нам разработать комплектную гидроэнергетическую установку. Это в свою очередь позволит удовлетворить растущий спрос на подобные установки в целях электрификации районов децентрализованного электроснабжения».

### Комплектация малой гидроэнергетической установки KSB

Установка включает два основных элемента: энергоблок контейнерного исполнения (рис. 2) и водоприемное сооружение / резервуар для хранения воды, которое приводит в действие насос в турбинном режиме. В комплект поставки также входит система управления, преобразователи и трансформаторы, которые отвечают за выработку электроэнергии. Водоприемное сооружение из бетона может легко строиться непосредственно на месте монтажа с помощью комплекта опалубки, поставляемого вместе со всей установкой. В конце должен быть сооружен подводящий и отводящий водоводы контейнера, которые соединят энергоблок и водоприемное сооружение.

Очевидно, что для работы насоса в турбинном режиме требуется перепад высот и геодезический напор как минимум 10 м над уровнем установки. В зависимости от ее типа, геодезический напор может достигать 640 м. Максимальная рекомендуемая удаленность источника воды от установки – не более 1 800 м. В зависимости от подачи, диаметр поставляемого напорного трубопровода может быть 250 или 400 мм.

Крайне важно, чтобы используемая вода была очищена от примесей твердых частиц. Поэтому в состав бетонного резервуара входит самоочищающийся сетчатый фильтр (рис. 3). Соответственно, прежде чем попасть в резервуар, откуда через напорный трубопровод будет осуществляться подача на «гидротурбину», вода пропускается через фильтр, диаметр отверстий которого не более 1 мм. Через такие отверстия твердые частицы пройти не смогут, они скатываются по наклонной поверхности фильтра



Рис. 2. Энергоблок в контейнерном исполнении с насосом в турбинном режиме

и смываются потоком воды.

Малая гидроэнергетическая установка KSB может генерировать от 30 до 750 кВт электроэнергии. Все основные компоненты автоматического управления устанавливаются внутри контейнера и, таким образом, защищены от погодных явлений и актов вандализма. Панели управления и мониторинга смонтированы так, что в процессе эксплуатации оператору не придется открывать контейнер до тех пор, пока не потребуется техническое обслуживание. А учитывая тот факт, что единственными изнашиваемыми компонентами являются подшипники насосов и торцевое уплотнение, которые обычно имеют огромный эксплуатационный ресурс и межремонтный пробег, затраты на техническое обслуживание ничтожно малы.

### Дорогостоящие синхронные электрогенераторы не нужны

В отличие от других мини-ГЭС установка KSB оснащена собственной инновационной системой управления. Это решает две основные проблемы, из-за которых многие годы тормозились развитие и массовое внедрение этой технологии получения электроэнергии. Первая сложность связана с разработкой электрогенератора для малых гидроэнергетических установок. Для этих целей обычно используют синхронный генератор с постоянными магнитами, который не требует технического

обслуживания, но является достаточно дорогим. Альтернативой ему служит асинхронный генератор, которым фактически является асинхронный двигатель насоса. Однако, как и любой другой генератор, этот агрегат запускается с помощью электричества.

В состав установки KSB входит асинхронный генератор, который в свою очередь запускается с помощью аккумуляторного прибора управления. Г-н Трауготт поясняет: «Например, если у вас производительность генератора 30 кВт, то для его запуска в работу нужно порядка 27 кВт. Электронный блок управления KSB запрограммирован так, что он точно знает, когда необходимо поставить определенное количество энергии для быстрой активации генератора, а сам потребляет при этом очень небольшое количество электроэнергии. Это означает, что дополнительный синхронный дизельный генератор не требуется. Поэтому установка KSB может функционировать без внешнего электроснабжения».

### Насосы

Для применения в турбинном режиме допущены серийные консольные насосы Etanorm, насосы Omega с рабочим колесом двухстороннего входа и многоступенчатые насосы высокого давления Multitec (рис. 4). Они хорошо зарекомендовали себя в мире как высокотехнологичные и надежные агрегаты. При работе

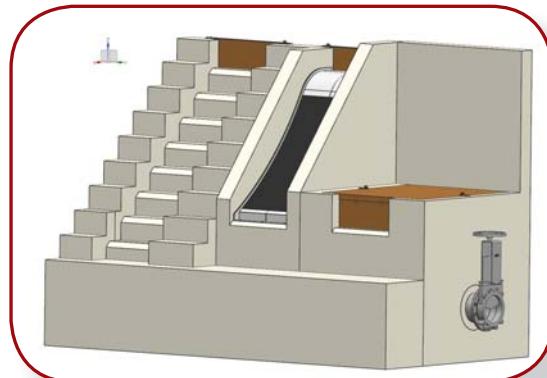


Рис. 3. Водоприемное сооружение (комплект опалубки для возведения бетонного резервуара)

насоса в турбинном режиме объемный расход будет на 1/3 больше объемного расхода в насосном режиме. Поэтому необходимо учесть и более высокий крутящий момент.

Электронный блок управления, который активирует установку с насосами в турбинном режиме, питается от компактного источника бесперебойного питания (UPS/ ИБП). Он включает в себя литий-ионный аккумулятор, за поддержание полной зарядки которого отвечает система электронного мониторинга, и преобразователь (обратный) для обеспечения генератора током возбуждения. Если блок управления определяет, что установка с насосом в турбинном режи-

ме не работает, он посыпает сигнал на ИБП запустить ее снова по мере необходимости. Вторая функция заключается в том, что с помощью трансформатора блок управления преобразует скачки напряжения.

Если подача воды прекращается, установка с насосами в турбинном режиме (PAT) автоматически отключается для защиты от сухого хода. После возобновления подачи воды блок управления запускает установку снова с помощью ИБП.

Качество производимой электроэнергии должно соответствовать самым высоким международным стандартам, с тем чтобы избежать повреждения современных электронных приборов, таких как компьютеры, мобильные телефоны и прочее телекоммуникационное оборудование. Поэтому трансформатор в составе установки используется для разъединения системы выработки и системы приемников электроэнергии пока не будет 100 %-ной гарантии обеспечения соответствующего напряжения и тока для работы потребляющего оборудования.

«Главным преимуществом установок KSB с насосами в турбинном режиме является электронное управление генератором, – продолжает г-н Трауготт. – В других гидроэнергетических установ-

ках, как правило, применяются системы механического управления, что в итоге дороже и в некоторых случаях недостаточно надежно. Вторые также менее приспособлены оперативно реагировать на изменения условий эксплуатации, например геодезического напора, и быстро осуществлять корректировку работы турбины. При использовании двух преобразователей частоты можно контролировать производительность генератора, чтобы обеспечить производство электроэнергии в соответствии с потребностью и нагрузкой. Поскольку генератор всегда работает с максимальным КПД, гидроэнергетическая установка KSB практически не зависит от изменения объемного расхода».

На сегодняшний день компания KSB поставила более 200 малых гидроэнергетических установок, а это около 3000 насосных агрегатов в турбинном режиме. Г-н Трауготт так говорит о дальнейших перспективах: «Залог успеха наших установок заключается в их надежности. По оценке специалистов, основными потребителями данного продукта могут стать страны Африки, Южная Америка, а также регионы стран Европы с децентрализованной системой электроснабжения. Мы намерены построить экспериментальную систему в Бразилии и, возможно, в Руанде, где нет надежных источников электроснабжения. Сконструированный прототип установки обеспечивает 40 кВт электроэнергии, этого вполне достаточно для электрификации сельского поселения (см. рис. 4)».

В России программы развития малой гидроэнергетики в настоящее время уделяют все больше внимания. Это обусловлено не только резким повышением стоимости энергоносителей, но и ужесточением требований к охране окружающей среды, сельскохозяйственным и промышленным освоением отдаленных районов и необходимостью их электрификации, трудностями с финансированием освоения крупных водотоков, совершенствованием технологий проектирования, строительства и эксплуатации малых ГЭС. В этом случае комплектная гидроэнергетическая установка KSB может представлять большой интерес для российского рынка.

Наши технологии. Ваш успех.

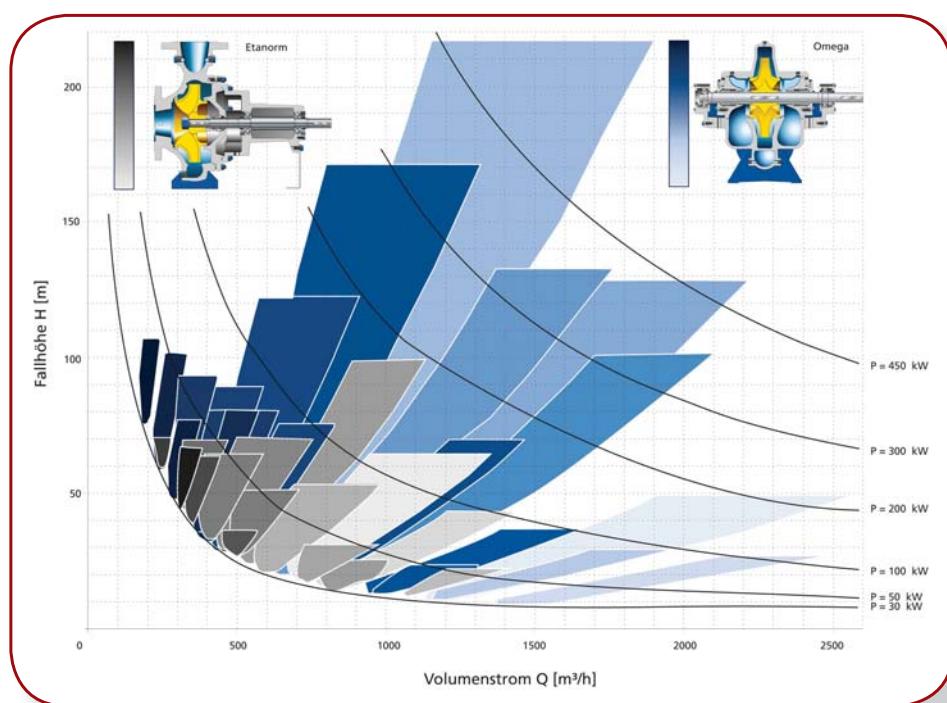


Рис. 4. Характеристики насосов Omega и Etanorm в турбинном режиме

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)

Reed Elsevier LLC • Advertising

Организаторы / Organised by:

 Reed Exhibitions®

 ITE

Создатель / Developed by:

 Reed Exhibitions®  
Messe Wien

Специализированные разделы /  
Specialised sections:

Climate Control  
Equipment 

Специальный проект /  
Special project

 new  
energy



2 декабря 2016 г. на территории предприятия АО «ТРАНСКЕМИКЛ-экспресс» (Воскресенский район Московской области, деревня Ратмирово) была введена в эксплуатацию новая паровая котельная с паровым водотрубным котлом производства МПНУ «Энерготехмонтаж».

## Впервые уникальный паровой котел запущен в эксплуатацию в котельной АО «ТРАНСКЕМИКЛ-экспресс»

В торжественной церемонии открытия приняли участие Руслан Ширяев, генеральный директор, Александр Артамонов, наладчик, Владимир Меркулов, специалист КИПиА от МПНУ «Энерготехмонтаж», Евгений Гурьяков, генеральный директор, Юрий Кирпичев, заместитель генерального директора, Николай Мастеров, главный инженер от АО «ТРАНСКЕМИКЛ-экспресс».

«Сердцем» котельной является паровой водотрубный котел ПКШ-1250x10. Его паропроизводительность – 1250 кг пара в час. Рабочее давление – 0,6 МПа, расчетное давление – 1 МПа. Расчетная температура пара – 184 °С. Котел предназначен для технологических нужд АО «ТРАНСКЕМИКЛ-экспресс», которое специализируется на поставке химической продукции пятого и восьмого классов с 1989 г.

Компания использует собственный специальный автомобильный транспорт и является крупнейшим перевозчиком в центральной части России.

Корреспондент журнала «Промыш-

ленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» (ПКМ) взяла интервью у разработчика котла и руководителей предприятия, на котором он установлен.

**ПКМ:** Расскажите, пожалуйста, чем новый котел отличается от других котлов.

**Руслан Ширяев:** У этого котла верхний и нижний барабаны имеют форму торов, составленных из четырех отводов каждый. Торы соединены экранными и кипятильными трубами, часть из них имеет оребрение. Расчетный КПД – 91 %, полученный в результате испытаний – 91,2 % на газе.

В отличие от жаротрубных котлов наш котел не имеет ограничений по количеству пусков и остановов (малоцикловая усталость). Барабаны водотрубного котла не соприкасаются с открытым факелом в отличие от жаровой трубы. Поэтому такие котлы неприхотливы к «плохим» режимам горения.

У котла нет «трубных досок», конструктивно он предельно прост и ремон-

тотригоден. Котел запатентован, аналогов в мире нет. Работает совместно с другим оборудованием в автоматическом режиме.

**ПКМ:** Какой модельный ряд котлов разработан?

**Руслан Ширяев:** Паропроизводительность данного котла – 1250 кг/ч, разработанный нами типоряд котлов – до 10 000 т, конечно, с другими габаритами. Котлы сертифицированы, имеются сертификаты РТС.

Этот котел первый, который прошел испытания и фактически введен в эксплуатацию.

**ПКМ:** Какие технологические и экономические преимущества Вы получили, установив этот котел?

**Евгений Гурьяков:** Дело в том, что без пара на территории в нашем производственном секторе мы не могли разогревать продукт, который поставляем заказчику, поэтому пар нам был необхо-

дим. До строительства котельной мы обращались в другие организации, у которых была возможность подогрева. В сфере поставок химической продукции не просто найти технологическую площадку для ее приема и подготовки (подогрева). Мы давно мечтали о собственной котельной и собирались построить ее.

Все эволюционно развивается, и сначала мы построили водогрейную котельную для хозяйствственно-бытовых нужд (отопления здания и подсобных помещений). Затем мы обратились к Руслану Яковлевичу с просьбой смонтировать нам котел, что совпало с проведением экспериментальных исследований этого парового котла – мы договорились и построили котельную.

Как всегда, все новое, особенно в России, реализуется через преодоление множества проблем, процесс строительства нашей котельной был непростым, но мы справились, поскольку имеем большой опыт. К самому котлу у нас претензий никаких нет, значительные усилия мы приложили при согласовании котельной с инспекторами – мы все преодолели, котел работает и, как мы видели, успешно, задачи, которые мы с ним связывали, решены. Нас все устраивает, все нравится.

Экономический эффект – прямой, потому что у нас своя котельная, мы никуда не обращаемся, никому ни за что не платим, сами регулируем этот процесс. Котельная практически не требует обслуживающего персонала, работает в автоматическом режиме. У нас заключен сервисный договор с МПНУ, и, если происходит какой-то сбой, мы уже владеем ситуацией, поскольку получили все инструкции, а если не можем устранить сбой самостоятельно, то обращаемся в МПНУ и к нам приезжают специалисты и устраняют его.



**Руслан Ширяев:** Расчет экономии простой: четыре оператора с зарплатой 12 тыс. рублей в месяц, с учетом налогов, административных расходов – это примерно 70 тыс. рублей в месяц. Итого в год экономия около 840 тыс. рублей только на одном фонде оплаты труда.

**Евгений Гурьяков:** Неоспоримо то, что мы знаем, сколько платим, а если арендуете оборудование, то при выставлении нам счетов не всегда можем спорить с расценками. Преимущество есть и по времени: машины не выезжают на сторонние территории, отсутствуют пробег, затраты на бензин и логистику,

и если все посчитать, то экономия составит уже не 70 тыс. рублей в месяц, а гораздо больше – можно насчитать и 200, и 300 тыс. рублей.

**ПКМ:** Скажите, к работе котла и его конструкции у вас были нарекания?

**Александр Артамонов:** Конструкция довольно-таки удобная, практически идеальная, габариты небольшие. Вертикальное исполнение позволяет намного уменьшить помещение котельной. Реализованная в проекте автоматика безопасности, регулирования позволяет эксплуатировать котел без постоянного присутствия персонала. Согласно выданным рекомендациям, наладочной организации необходимо систематически (каждые 2 ч) делать обход и осуществлять визуальный осмотр. При возникновении сбоев оповещаются диспетчерская служба, а также с помощью sms-сообщений руководитель предприятия и его заместитель. Иными словами, реакция на нештатные ситуации в котельной происходит максимально быстро.

**Руслан Ширяев:** Я бы еще раз добавил, что данный объект очень тяжелый для эксплуатации котла. Возврат конденсата нестабильный. «Жаротрубник» бы здесь мог «полететь», прямоточный котел вообще в таких случаях сложно применять. «Рваные» нагрузки – и потом нужно сразу много пара, когда приходят цистерны. А у этого котла есть объем воды, которая при температуре насыщения порядка 160 °С при давлении 6 бар отдает аккумулированное тепло. Поэтому этот котел хорошо работает при резком наборе нагрузки.

**АО «ТРАНСКЕМИКЛ-экспресс»** основано в 1989 г. На протяжении всего времени работы руководство компании держало курс на развитие передовых технологий в области химии для водоочистки и водоподготовки, комплексных решений для хранения химических реагентов и работы с ними, что позволило конкурировать на рынке таких отраслей промышленности, как пищевая, металлургическая и другие, предоставляя не только химические вещества, но и обеспечивая сервисное обслуживание и решение технологических проблем клиентов максимально эффективно.

В настоящее время **АО «ТРАНСКЕМИКЛ-экспресс»** производит высокотехнологичные продукты, используя опыт таких компаний, как Kemira, LOWARA, а также ряда производств Китая, Турции, Индии и стран Евросоюза в области водоподготовки, водоочистки, поставки и хранения различных химических веществ.

**www.transchemical.ru** **Tel.: +7 (495) 984-73-35** **E-mail: info@transchemical.ru**



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 энергогенератор с мощными агрегатами, способными генерировать до 10 МВт тепловой мощности и обеспечивать электроэнергией весь комплекс.

## Энергогенератор «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 «Энергогенератор» 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 оборудование, и надежные поставщики-производители. Каким образом «Ай-Теко» решает такие задачи?

**Алексей Шерпаев:** Наш девиз – «холодная математика покажет», каждый объект уникален, а подбор оборудования, в данном случае газопоршневых установок (ГПУ), пиковых котлов и систем дымоудаления, индивидуален. При этом программное обеспечение (ПО, soft) всего энергогенератора – 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 энергогенераторе «Парка Легенд» это и ком-

плексная система безопасности, и повышение устойчивости работы.

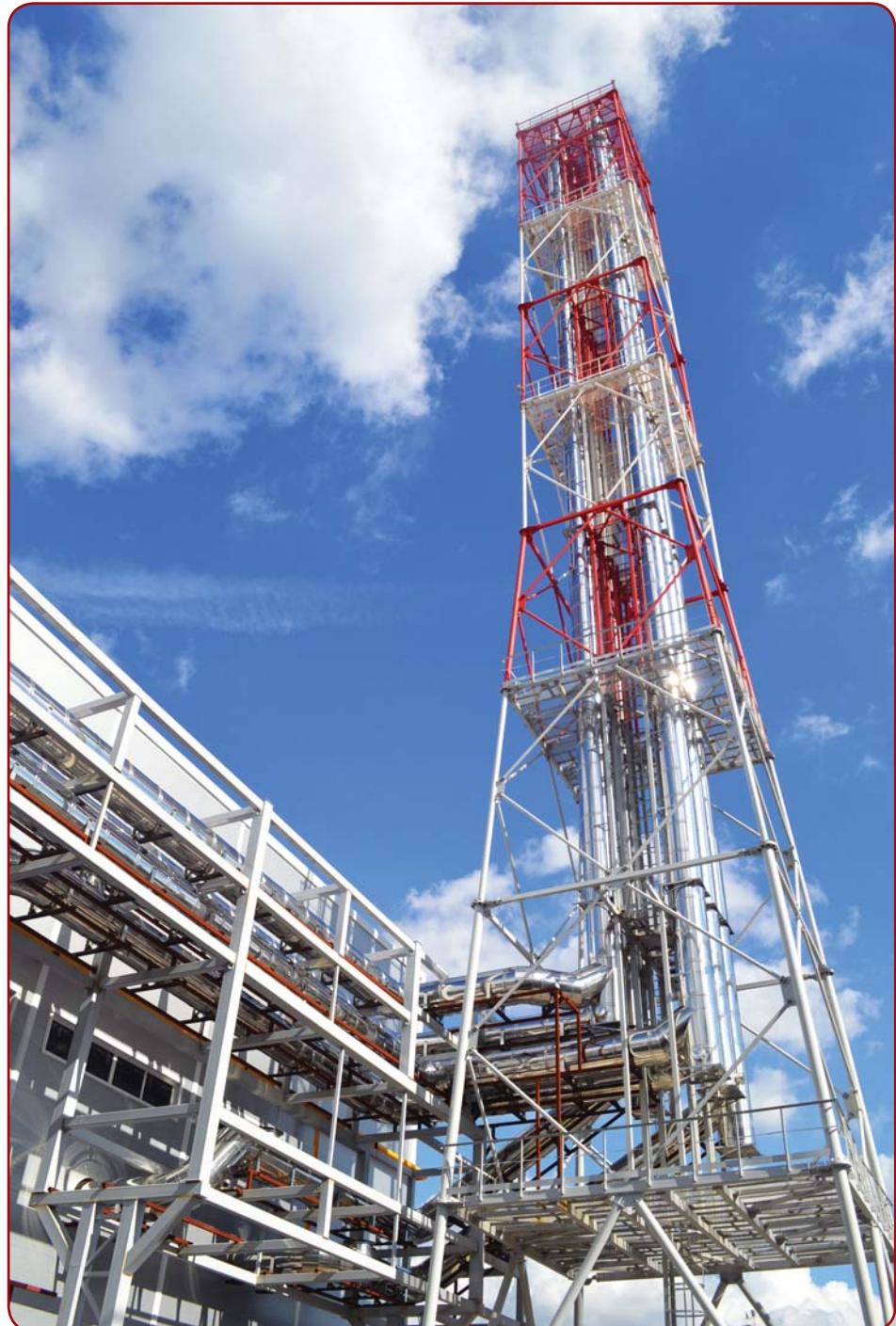
На объекте установлены две ГПУ единичной мощностью по 4,3 МВт (в перспективе планируется установка еще двух машин, дымоходы под них уже смонтированы), при эксплуатации которых может потребоваться перераспределение нагрузки, включение или выключение агрегата. Внедренная система позволяет выводить машины 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 вакuum, 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.

21-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
бытового и промышленного оборудования  
для отопления, водоснабжения, инженерно-  
сантехнических систем, вентиляции,  
кондиционирования, бассейнов, саун и спа

# aqua THERM

MOSCOW

7-10 февраля 2017  
МВЦ "Крокус Экспо" | Москва  
[www.aquatherm-moscow.ru](http://www.aquatherm-moscow.ru)

Реклама

Организаторы



Специализированный  
раздел

Developed by



Специальный проект

Получите бесплатный электронный  
билет, указав промо-код

**aqm17pQRMA**





На применение синтетических катионитов накладывается ряд ограничений, приводящих к усложнению, а следовательно, и удорожанию, систем водоподготовки.

## Применение искусственных цеолитов в подготовке подпиточной воды водогрейных котлов

А. Гречушкин, к.т.н.

Подпиточная вода водогрейных котлов, как правило, должна соответствовать РД 24.031.120-91 «Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля» или, что часто имеет место в случае применения котлов зарубежного производства, требованиям фирмы – производителя котельного оборудования. В любом случае подпиточная вода практически всегда требует предварительной подготовки, прежде всего, умягчения.

Из существующих в настоящее время методов умягчения воды доминирующую позицию в системах водоподготовки котлов малой и средней производительности занимают ионообменные методы, среди которых в свою очередь

наиболее распространен метод натрий-катионирования. Технология обработки воды методом натрий-катионирования хорошо отработана, достаточно просто автоматизируется, при регенерации используется распространенный и недорогой реагент (хлорид натрия).

Ионообменные материалы, применяемые в установках натрий-катионирования, прошли значительный эволюционный путь. Широко распространенные в настоящее время полистирол-дивинил-бензольные ионообменные смолы, к которым относятся отечественный катионит КУ-2-8, а также импортные аналоги, например, C100 (изготовитель – компания Purolite) и Lewatit S 1467 (Bayer), обладают высокой обменной емкостью, низким проскоком жесткости в фильтрат, могут

эксплуатироваться в широких диапазонах значений водородного показателя и температур обрабатываемой воды.

В то же время на применение данных синтетических катионитов накладывается ряд ограничений, приводящих к усложнению, а следовательно, и удорожанию систем водоподготовки. Прежде всего, имеются ограничения на содержание железа в исходной воде. Ионы железа задерживаются на ионообменных смолах в процессе натрий-катионирования, однако не удаляются при регенерации солью, что влечет за собой снижение обменной емкости. Восстановление свойств катионита при этом возможно лишь с применением кислот (что не всегда осуществимо) или специальных реагентов.

Другим существенным ограничением

к применению данных ионообменных материалов является недопустимость эксплуатации при наличии сколько-нибудь значимых концентраций сильных окислителей в обрабатываемой воде. В частности, активный хлор или перманганат калия, широко применяемые в процессах водоподготовки, ведут к необратимому разрушению полимерной структуры материала и снижению обменной емкости.

РД 24.031.120-91 устанавливает предельно допустимые концентрации железа в подпиточной воде, в то время как исходная вода во многих регионах нашей страны наряду с повышенной жесткостью имеет повышенные концентрации железа и марганца. Поэтому представляется заманчивым использовать материал, позволяющий за одну стадию осуществлять обезжелезивание, деманганацию и умягчение воды и сочетающий в себе положительные качества органических ионообменных смол, в частности, высокую обменную емкость. Объединение процессов обезжелезивания и умягчения особенно актуально в условиях ограниченного пространства котельных в блочно-модульном исполнении.

Появление на рынке синтетических цеолитов во многом решает задачу объединения процессов обезжелезивания, деманганации и умягчения.

В настоящее время наиболее распространенной на рынке является продукция марки Crystal-Right, выпускаемая американской компанией Mineral-Right. Производимый ею продукт представляет собой белые гранулы искусственно-го алюмосиликата натрия. Crystal-Right допускает содержание активного хлора в обрабатываемой воде.

На отечественном рынке в основном распространены материалы с маркировкой CR100 и CR200, рабочая обменная емкость которых в зависимости от коли-

чества регенерационного хлорида натрия представлена на графике (см. рис.). В случае совместного с умягчением удаления железа/марганца для расчета межрегенерационного ресурса материала следует вносить корректировку: на каждые 10 мг/л железа/марганца к исходной жесткости прибавляется величина 0,34 мг-экв/л. Как и для любого ионообменного материала в процессе натрий-катионирования повышение концентрации натрия в исходной воде ведет к снижению ионообменной емкости. Так, на каждые 10 мг/л натрия при расчете межрегенерационного ресурса к исходной жесткости прибавляется 0,44 мг-экв/л.

Как нетрудно увидеть из графика, материал CR200 обладает большей обменной емкостью, но применим лишь при величине водородного показателя больше 7,5 единиц pH. Основные характеристики материалов наиболее распространенной фракции 0,5–2,5 мм представлены в таблице.

Любая технология обработки воды, и обработка воды на синтетических цеолитах здесь не исключение, имеет свои особенности. Для обеспечения длительной безаварийной работы систем химводоподготовки все особенности работы конкретного материала следует учитывать. В чем же основные отличия синтетических цеолитов от органических ионообменных смол? Как уже было указано выше, материал обладает более узким по сравнению со смолами рабочим диапазоном pH и, следовательно, не допускает кислотных промывок.

Обрабатываемая вода должна иметь общее солесодержание не менее 80 мг/л и общую жесткость не менее 1,0 мг-экв/л. Несоблюдение этих требований может приводить к постепенно-

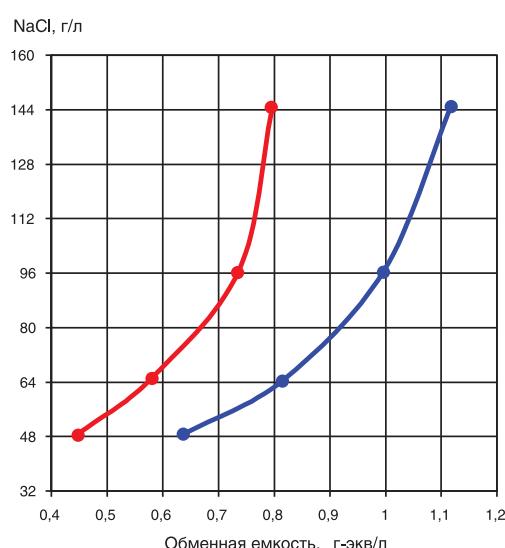


Рис. Рабочая обменная емкость синтетических цеолитов CR100 (красным цветом), CR200 (синим)

му растворению материала. Суммарная концентрация ионов железа и марганца должна быть не более 15 мг/л, наличие же нерастворенного железа является нежелательным.

Интересной особенностью материала CR100 является способность удалять аммоний из воды. Однако при подготовке подпиточной воды это свойство не востребовано и в данной статье не рассматривается.

В остальном эксплуатация данных синтетических цеолитов во многом схожа с эксплуатацией органических ионообменных смол, что позволяет без доработки задействовать серийные ионообменные фильтры. Несмотря на это, ряд отечественных компаний все же разработал серий установок для обработки воды на синтетических цеолитах, предусмотрев все незначительные особенности эксплуатации нового материала. В качестве примера можно привести установки серий CRA и CRD компании «Экодар».

Таблица. Основные характеристики синтетических цеолитов

Материал	Допустимый pH обрабатываемой воды	Рабочая линейная скорость потока, м/ч	Скорость потока при обратной промывке, м/ч	Расширение слоя в режиме обратной промывки, %
CR100	более 5,7	20–40	17–24	50
CR200	более 7,5	20–40	17–24	50

# Политопливные теплогенерирующие системы на местных возобновляемых энергоресурсах

В. Зайченко, В. Лавренов, В. Синельщиков, ОИВТ РАН, А. Скворцов, ООО «Энергонезависимость», С. Шеломанов, Представительство Правительства Нижегородской области при Правительстве РФ

*Разработан новый метод термической конверсии биомассы, который, с одной стороны, позволяет получать газ с теплотой сгорания на уровне 11–12 МДж/м<sup>3</sup>, а с другой – характеризуется высокой степенью конверсии исходного сырья.*

В соответствии с прогнозом, разработанным Мировым энергетическим советом, к 2050 г. потребление энергии в мире возрастет более чем в 2 раза по сравнению с современным уровнем. При этом более 40 % энергетических потребностей планируется обеспечивать за счет возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а вклад от использования возобновляемого углеводородного сырья, к которому в первую очередь относятся различные виды биомассы (древесина, торф, отходы сельскохозяйственного производства), составит 32 %. Природные условия в России в полной мере позволяют обеспечить реализацию этого направления.

По экспертным оценкам, экономический потенциал ВИЭ в стране составляет более 25 % годового потребления ископаемого углеводородного топлива.

В настоящее время доля возобновляемой энергетики (без крупных ГЭС) не превышает 1 % выработки тепла и 0,5 % – электроэнергии. К позитивным экономическим последствиям использования местных возобновляемых топливно-энергетических ресурсов в системе тепло- и электроснабжения в первую очередь следует отнести существенное сокращение расходов на привозное топливо, что позволит снизить своеобразный энергетический налог, который регионы, не обеспеченные магистральным природным газом, вынуждены платить из своего бюджета за его приобретение.

В подтверждение можно привести данные Аналитического центра при Правительстве РФ, согласно которым субсидии только на теплоснабжение в

коммунальном секторе в части компенсации разницы между экономически обоснованными тарифами и тарифами для населения составили в 2014 г. 72 млрд рублей, из них около 13 млрд рублей – субсидии для отопительных котельных, использующих в виде топлива нефтепродукты.

Положение усугубляется тем, что значительное число энергогенерирующих предприятий, помимо предприятий коммунального теплоснабжения, также могут существовать только при получении бюджетных дотаций. При обсуждении достоинств от внедрения ВИЭ нельзя не учитывать и то, что развитие энергетической сферы на базе старых технологий, ориентированных на ископаемые углеводородные ресурсы, требует неоправданно больших капитальных вложений.

Согласно оценкам специалистов ООО «РостовтеплоЕлектроПроект» (г. Ростов) и Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН) (г. Москва), срок окупаемости сооружаемых либо реконструируемых тепловых электростанций, работающих на природном газе с использованием парогазового цикла, составляет около 50-ти лет, а электростанций на твердом топливе, сжигаемом в циркулирующем кипящем слое, – около 30-ти лет.

В то же время аналогичный показатель для объектов распределенной энергетики, применяющих современные

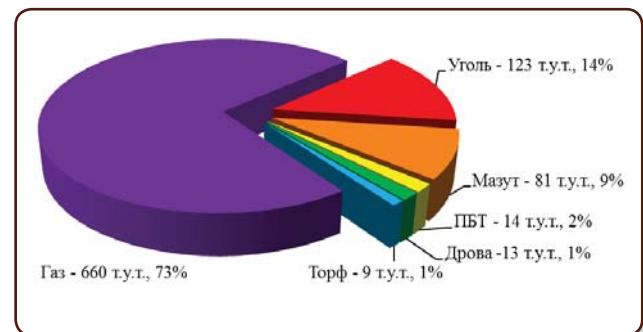


Рис. 1. Структура потребления топлива муниципальными теплоисточниками Нижегородской области

технологии производства газообразного топлива из местных топливно-энергетических ресурсов, использующих полученное топливо в когенерационных энергогенерирующих установках на основе газопоршневых двигателей, составляет всего около четырех лет.

Немаловажным фактором в пользу внедрения ВИЭ является и ожидаемое улучшение экологической ситуации в регионах за счет снижения объема вредных выбросов в атмосферу.

Экономическую целесообразность и принципиальную возможность перевода теплогенерирующих объектов на местные возобновляемые энергоресурсы можно продемонстрировать на примере Нижегородской области. На рис. 1 представлена доля различных видов топлива в производстве тепла в системе жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Видно, что доля привозных видов топлива (мазут, уголь, печное бытовое топливо (ПБТ) составляет 25 %, в то время как на торф и древесину приходится всего 2 %.

В то же время более 40 % территории Нижегородской области покрыто лесами. В процессе лесозаготовок и первичной разделки 60 % древесины переходит в отходы, годовой объем которых в Нижегородской области составляет не менее 1 млн м<sup>3</sup>. Анализ деревоизготавливающего производства северных районов области, в которых в наибольшей степени ощущается отсутствие централизованного газоснабжения, показывает, что количество производимых древесных отходов может обеспечить покрытие нужд в топливе, что приведет к существенному снижению стоимости тепловой энергии в этих районах, которая доходит до 2300–3000 руб./Гкал.

Важность развития возобновляемой энергетики, сырьевой базой которой является углеводородное сырье местного происхождения, очевидна для всех, однако одним из сдерживающих факторов на пути практической реализации этого направления является отсутствие современных эффективных технологий переработки различных видов биомассы в твердое и газообразное топливо с высокими теплотехническими характеристиками. ОИВТ РАН предложен новый метод термической конверсии биомассы.

Суть его состоит в том, что образующиеся при пиролизе биомассы летучие продукты фильтруются через нагретый до температуры 1000 °C угольный остаток, образовавшийся при пиролизе исходного сырья. В результате протекания гомогенных и гетерогенных химических реакций происходит интенсивное разложение пиролизных газов и паров, а в конечных продуктах практически отсутствует жидкая фракция.

Газовая смесь, получаемая методом двухстадийной пиролитической переработки, представляет собой синтез-газ (СГ), основными горючими компонентами которого являются окись углерода и водород. Объемная доля последних превышает 90 %. Отсутствие жидкой фракции в конечных продуктах переработки биомассы является отличительной чертой предлагаемой технологии по сравнению с традиционными методами газификации, при использовании которых в состав получаемой газовой смеси всегда входят конденсирующиеся смолистые вещества.

Газообразные продукты, полученные методом двухступенчатой пиролитической конверсии биомассы, могут быть напрямую применены в качестве топлива для двигателя внутреннего сгора-

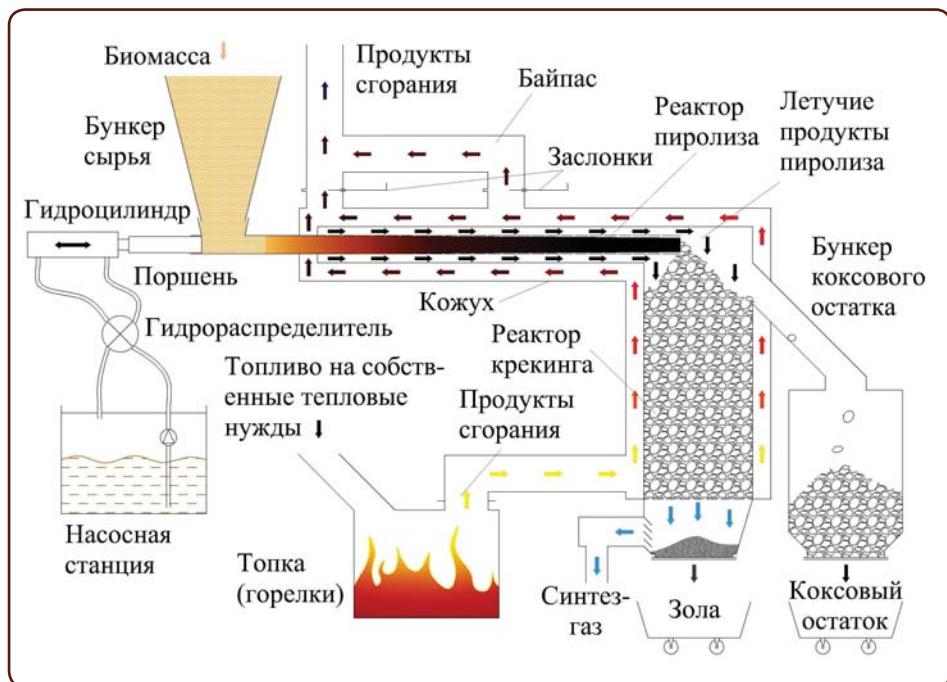


Рис. 2. Принципиальная схема двухстадийной пиролитической конверсии биомассы

ния и создания электрогенерирующих установок на базе газопоршневого двигателя. Тем самым существенно расширяются возможности использования возобновляемого углеводородного сырья для производства не только тепла, но и электроэнергии, что является первоочередной задачей с точки зрения разработки и внедрения ВИЭ на основе биомассы. Получаемый в данном процессе СГ также может быть применен в качестве исходного сырья для синтеза жидкого моторного топлива и в качестве топлива для различного вида котельных агрегатов, работающих на газообразном и жидким топливе.

На рис. 2 представлена принципиальная схема реактора для двухстадийной пиролитической переработки биомассы в СГ. В качестве теплоносителя для поддержания необходимой температуры в реакторах пиролиза и крекинга могут быть использованы продукты сгорания любого вида топлива, включая исходную биомассу и излишки твердого угольного остатка, невостребованные в реакторе крекинга. Последнее приведет к повышению экономической эффективности работы установки.

На рис. 3 приведена схема модуля для двухстадийной пиролитической конверсии биомассы, разработанного в ОИВТ РАН, и установка, состоящая из четырех однотипных модулей. Производительность установки по исходному сырью, в качестве которого исполь-

зовались древесные отходы в виде опилок и стружки, составляла 50 кг/ч; коэффициент энергетической конверсии исходного сырья в газ был равен 79%; объем получаемого газа – 65 м<sup>3</sup>/ч; высшая теплота сгорания газа – 11,6 МДж/м<sup>3</sup>.

На первом этапе работы для демонстрации возможности частичной замены дизельного топлива (ДТ) СГ, получаемым из древесных отходов, модуль термохимической конверсии, разработанный в ОИВТ РАН, был установлен в котельной, расположенной на площадке производственного предприятия ООО «Энергонезависимость» (г. Нижний Новгород).

В качестве теплогенерирующего агрегата был использован напольный чугунный котел RTT 93 (производство Riello, Италия) с жидкотопливной горелкой CUENOD NC12H101. Номинальная тепловая мощность котла составляла 100 кВт. Температура сетевой воды выставлялась непосредственно на пульте управления котлоагрегата и составляла 58–62 °C.

Для совместного сжигания ДТ и СГ была изготовлена специальная газовая горелка, представлявшая собой насадку на жидкотопливную горелку. Жидкотопливная часть обеспечивала гарантированный поджиг газовоздушной смеси, что предотвращало возникновение взрывоопасных ситуаций, связанных с возможностью скопления газовоздушной смеси в топочном про-

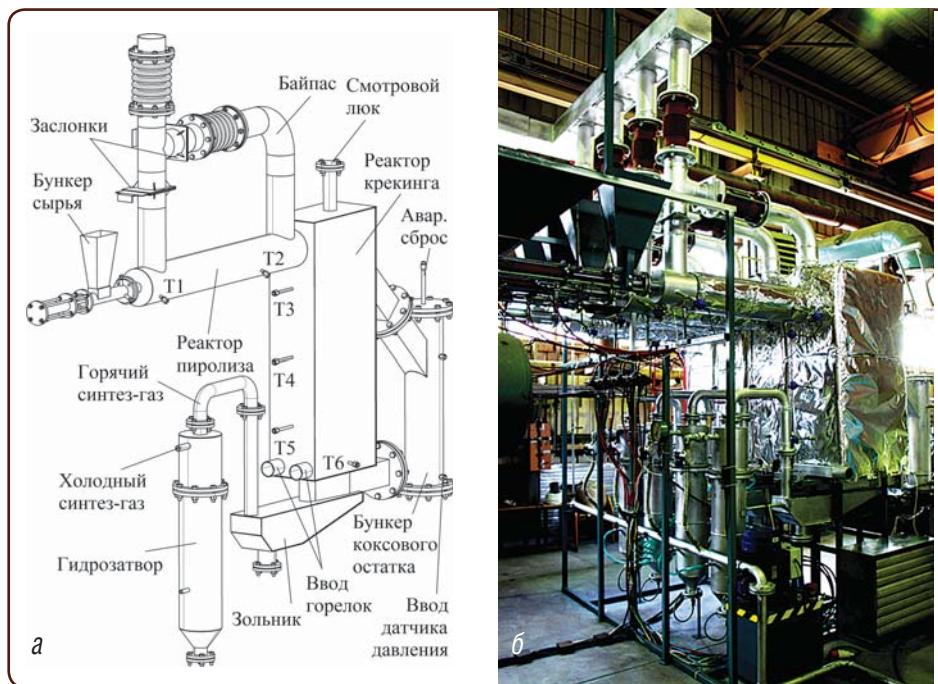


Рис. 3. Схема модуля термохимической конверсии (а) и установка из четырех модулей (б)

странстве котла. Поскольку фактически режим работы котла не являлся непрерывным (при нагревании сетевой воды до заданной температуры жидкотопливная горелка автоматически отключалась), газ из термохимического реактора аккумулировался в эластичном газгольдере объемом 10 м<sup>3</sup>, а из него подавался на горелку.

Испытания начинались с вывода модуля термохимической конверсии на рабочий режим и последующего наполнения газгольдера СГ. Состав газа, подаваемого в газовую горелку, измерялся с помощью проточного газоанализатора. Расход газа регулировался газовым

редуктором и измерялся газовым счетчиком. Расход ДТ определялся, исходя из его давления, измерявшегося с помощью манометра, подключенного к топливному насосу. Кроме того, в процессе работы в трубопроводе, соединявшем котел с нагрузкой, проводились измерения температуры продуктов сгорания и объемного содержания в них кислорода. Знание всех перечисленных выше параметров давало возможность в дальнейшем рассчитать мощность котла и его КПД.

Для отработки совместного сжигания СГ и ДТ в котле было выбрано пять режимов работы (см. таблицу): три режима работы на ДТ и два режима с

частичным замещением ДТ СГ. Первый режим предполагал штатную работу котла на ДТ при давлении, равном 11 бар. Во втором и третьем режимах мощность котла уменьшалась на 10 и 20 %, соответственно, что достигалось путем сокращения расхода ДТ за счет уменьшения его давления. В четвертом и пятом режимах в котел одновременно подавались как ДТ в количестве, соответствующем второму и третьему режимам работы, так и СГ. При этом расход СГ подбирался таким, чтобы выйти на работу котла в штатном режиме по мощности. Следует отметить, что во всех режимах положение воздушной заслонки, определявшей расход воздуха, оставалось неизменным и соответствовало ее положению в штатном режиме.

Из сопоставления данных, приведенных в таблице, видно, что с сокращением расхода ДТ происходило не только уменьшение мощности котла, но и незначительное падение КПД, связанное с избыточной подачей воздуха, о чем свидетельствовал рост концентрации кислорода в продуктах сгорания. Добавление СГ (четвертый и пятый режимы) позволило восстановить не только тепловую мощность котла, но и его КПД. Из сопоставления изменения расхода ДТ (второй и третий режимы) с расходом СГ, необходимым для восстановления тепловой мощности котла (четвертый и пятый режимы), и с учетом того, что использовавшийся модуль по термохимической конверсии вырабатывает 1,3 м<sup>3</sup> СГ из 1 кг древесных отходов, следует, что для замещения 1 кг ДТ требовалось 3,3 кг древесных отходов.

Таким образом, показана принципиальная возможность устойчивой работы типового жидкотопливного котла без потери тепловой мощности и КПД на политопливной смеси, состоящей из ДТ и СГ, полученного методом двухстадийной пиролитической конверсии древесных отходов. Из представленных результатов следует, что в муниципальных котельных без существенной модификации котельного оборудования возможна частичная замена привозного жидкого топлива на газовые смеси, полученные из местного возобновляемого углеводородного сырья.

В дальнейшем планируется проведение испытаний, направленных на демонстрацию возможности совместной работы модуля термохимической конверсии биомассы и электрогенерирующей установки на базе газопоршневого двигателя.

Таблица. Характеристики работы горелок и котла

Параметр	Размерность	Номер режима работы				
		1	2	3	4	5
Жидкотопливная горелка						
Давление ДТ	бар	11	9	7	9	7
Расход ДТ	кг/ч	8,76	7,92	6,98	7,92	6,98
Газовая горелка						
Расход СГ	м <sup>3</sup> /ч	0	0	0	3,6	7,4
Расход СГ	кг/ч	0	0	0	2,29	4,72
Характеристики продуктов сгорания за котлом						
Температура	°С	297	292	286	299	303
Содержание О <sub>2</sub>	% об.	3,2	4,74	6,20	3,12	3,08
Характеристики котла						
Тепловая мощность	кВт	90,4	80,9	70,5	90,7	90,4
КПД	%	87,2	86,3	85,3	87,2	87,1

## Новые способы получения энергии из органических отходов

На Менделеевском съезде рассказали о новых способах получения энергии из органических отходов. Заведующий кафедрой физической химии Саратовского национального исследовательского государственного университета (СГУ) И. Казаринов рассказал, что сточные воды с территорий промышленных и сельскохозяйственных предприятий содержат большое количество энергии, больше, чем необходимо на их обезвреживание.

Используя биоэлектрохимические технологии конверсии органических отходов в электричество, можно обезвредить сточные воды и получить дополнительную энергию.

Работать со сточными водами возможно четырьмя способами, известными в микробиологии, а именно: с помощью микробных топливных элементов; метаногенеза; метана, водорода и химических веществ; ферментированного выделения водорода. В мире это уже используется, а в России – уделяется недостаточно внимания.

Так, Китай строит крупнейшую в мире электростанцию, работающую за счет сжигания отходов. В США на переработку сточных вод затрачивается 15 ГВт мощностей электроэнергии – 3 % общего количества производимой.

В июле 2016 г. стало известно, что в Оренбургской области автомобили заправляют газом из турецких помидор и польской клубники. С начала этого года на биотопливо потрачено 7 т продуктовой контрабанды.

Также известно о крупнейшей в России биогазовой электро-

станции в Мордовии, пос. Ромодановское. Мощность станции – 4,4 МВт, сырьем служат отходы жизнедеятельности крупного рогатого скота и свекольный жом из сельскохозяйственного производственного кооператива «Ромодановское», близлежащих фермерских хозяйств и сахарного завода.

Для эффективного осуществления технологий очистки сточных вод все четыре стратегии должны использоваться совместно, а предпочтение нужно отдавать той или иной в зависимости от типа вод.

Установки, производящие энергию подобным способом, могут стоять и на крыше дома, снабжая его электричеством, и на дне океана, обеспечивая работу наблюдательных систем.



## Одной строкой

Исследователи из Имперского колледжа Лондона и Швейцарской высшей технической школы Цюриха разработали уникальный веб-инструмент под названием Renewables.ninja, способный рассчитать количество энергии, производимой солнцем и ветром в любой точке мира. Фактически он позволяет оценить потенциал каждого конкретного места, где может располагаться та или иная электростанция.

В России создана новая Ассоциация биотопливной отрасли, ее учредителями стали компания «Сибирские топливные гранулы», представители основных производителей пеллет и заинтересованные организации.

Сотрудники университета в Южной Калифорнии, проф. химии Г. К. Сурья Пракаш и Нобелевский лауреат, засл. проф. Джордж Э. Олах, сделали открытие: углекислый газ можно превращать в метanol и использовать его как топливо вместо бензина.

Ученые университета Осаки под руководством Шуними Фукузуми с помощью солнечного света смогли превратить морскую воду в перекись водорода, которую можно использовать в топливных элементах для выработки электроэнергии.

Япония предлагает России создать российско-японский энергетический совет в сфере углеводородных ресурсов, атомной энергетики и возобновляемых источников энергии.

Российские ученые под руководством проф. МГУ, зав. лабораторией радиоспектроскопии Е. Константиновой разработали технологию очистки воздуха практически от всех, за редким исключением, органических токсичных веществ и углекислого газа с помощью наноматериалов и солнечного света: в результате взаимодействия диоксида титана и света солнечного спектра токсины разлагаются на воду и углекислый газ.

Ученые Иркутского технического университета превратили угольную золу из отходов местной ТЭЦ в тепло, разработали и запатентовали технологию производства утеплителя, который сейчас проходит промышленные испытания.

Правительством РФ установлен порядок и условия предоставления субсидий в целях компенсации стоимости технологического присоединения квалифицированных генерирующих объектов с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии или торфа, лицам, которым генерирующие объекты принадлежат на праве собственности либо ином законном основании.

В Анивском районе Сахалинской области появится биогазовая установка на базе свиноводческого комплекса «Мерси Агро Сахалин», рассчитанная на 12 тыс. голов скота (вторая очередь – до 60 тыс.).



# ПОДПИСКА - 2017

Уважаемые читатели!

Оформите подписку на 2017 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 декабря 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 2017 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



Бухгалтер

Вантеева О.Ф.

4-я Международная выставка  
оборудования для отопления, водоснабжения,  
вентиляции, кондиционирования и бассейнов

# aqua THERM

ST. PETERSBURG

19–21 апреля 2017

Санкт-Петербург,  
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Получите электронный билет  
[aquatherm-spb.com](http://aquatherm-spb.com)

На международной

Организаторы:

Reed Exhibitions<sup>®</sup>

primexpo 

Developed by:

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

Специализированные разделы:

WORLD OF  
WATER & SPA 

Climate Control  
Equipment 

Специальный проект

 new  
energy

12+

# 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



группа компаний  
*импульс*

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