

ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ОТОПИТЕЛЬНЫЕ

# КОТЕЛЬНОЕ И МИНИ-ТЭЦ СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК



Реклама

СИСТЕМЫ САМОГЕНЕРАЦИИ

**e-n.ru**

**+7 (831) 27-27-707**

КАЧЕСТВО · НАДЕЖНОСТЬ · ЭКОНОМИЧНОСТЬ



## НПО "ВЕРХНЕРУССКИЕ КОММУНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ"

Ставропольский край, с. Верхнерусское, ул. Батайская, 35.  
тел.: (86553) 2-08-45 email: [contact@komsys.ru](mailto:contact@komsys.ru) [www.komsys.ru](http://www.komsys.ru)

Московская обл., Раменский район, д. Осеченки, ул. Веселая, 2  
тел.: (495) 500-61-70; (495)940-95-66 email: [npo\\_vr\\_ks@mail.ru](mailto:npo_vr_ks@mail.ru)





## Уважаемые коллеги!

Поздравляю всех с началом нового отопительного сезона, для многих он будет непростым и закончится новым политическим циклом.

В этом году ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» отмечает 20 лет производства котлов наружного размещения. Данный вид техники был изобретен и реализован в первом образце примерно 40 лет назад. Первый патент на конструкцию котлов получен в 1997 г. Затем были запатентованы около 80 оригинальных технических решений, необходимых для эксплуатации котлов в открытых атмосферных условиях.

Этот тип техники до сих пор не осмыслен в отраслевых нормативных документах. Он отличается от систем централизованного теплоснабжения. Но точно также, он отличается от так называемых «автономных источников теплоснабжения» (АИТ) – поскольку примененная в документации по АИТ логика говорит лишь об использовании источника теплоснабжения для 1–4 отдельно стоящих зданий, а все технические положения основываются на использовании «небольшой» котельной.

С технической точки зрения – с позиций безопасности, регламентов эксплуатации, проведения планового ТО и ремонтов – котлы наружного размещения ближе к инфраструктуре газопроводов, чем к котельным. Точнее, это особый вид техники, требующий самостоятельного технического нормирования и регулирования.

Котельная – это газоиспользующее оборудование, размещенное внутри замкнутого пространства. Это главная характеристика, определяющая степень опасности объекта. Взрывается не газ, а газозвдушная смесь. В замкнутом пространстве котельной есть вероятность получения смеси. Котлы наружного размещения работают в атмосферных условиях. Создание смеси газа и воздуха невозможно.

Перспективность котлов наружного размещения привела к тому, что более 10 компаний подделывают нашу технику. При этом, используя ситуацию отсутствия пока нормативных документов, они часто грубо нарушают нормы работы котлов данного типа. Подвергают риску жизни и имущество своих «клиентов».

Приглашаем всех на выставку HEAT&POWER 2017 и конференцию, будет много интересного!

*Сердюков Алексей Алексеевич,  
генеральный директор ООО «НПО Вр КС»,  
автор котлов наружного размещения*

16+

# Содержание

## НОВОСТИ

4

7 На заводе «Ридан» запущено новое производство

## ИНТЕРВЬЮ

8 Галина Янушкевич:  
«Для партнера главное качество – надежность»

## КРУГЛЫЙ СТОЛ

### 12 Модернизация

котельных –  
возможности и выгоды

## КОТЕЛЬНЫЕ

20 Котлы наружного размещения на рынке России

23 TERRAHOTS – новая серия водогрейных котлоагрегатов теплопроизводительностью от 4,65 до 58,2 МВт

26 Горелочные устройства типа ГМГР производства АО «Дорогобужкотломаш»

28 Котлы Laars для крышных котельных – особенности и преимущества

30 Водогрейные котлы «Веллонс» на древесных отходах – ваши экономия и прибыль

## РЕПОРТАЖ С ОБЪЕКТА

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

34 ELCO в Краснодаре – самая экологичная и высокоэффективная котельная России

## ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

36 Анализаторы дымовых газов – необходимый инструмент для настройки и сервисного обслуживания когенерационных установок

39 Применение ОЦР-технологии в системах утилизации бросового тепла

42 Об особенностях модельного ряда газопоршневых установок MTU

45 Стальные котлы SAVK и SAVK Plus компании De Dietrich

46 Требования к проектам мини-ТЭЦ для возможности параллельной работы с внешней сетью

50 Гидравлические схемы мини-ТЭС: работоспособны многие, наиболее эффективна – одна

54 Промышленные котлы Bosch в инновационном тепличном хозяйстве

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

56 Определить потенциал энергосбережения просто

58 Обзор перспективных технологий для предприятий энергетического комплекса



ООО «Издательский Центр «Аква-Терм»  
Директор  
Лариса Шкарубо  
magazine@aquatherm.ru  
Главный редактор  
Юлия Ледяева  
promt@aquatherm.ru  
Служба рекламы и маркетинга:  
Елена Нефёдова  
sales@aquatherm.ru  
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66  
market@aquatherm.ru

Члены редакционного совета:  
Р.Я. Ширяев, генеральный директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,  
президент клуба теплоэнергетиков  
«Флогистон»  
Н.Н. Турбанов, технический  
директор ГК «Импульс-техно»  
В.Р. Котлер, к. т. н.,  
заслуженный энергетик РФ,  
ведущий научный  
сотрудник ВТИ  
В.В. Чернышев, зам. начальника  
Управления государственного

строительного надзора  
Федеральной службы  
по экологическому,  
технологическому  
и атомному надзору  
Я.Е. Резник,  
научный консультант

Учредитель журнала  
ООО «Издательский Центр  
«Аква-Терм»  
Адрес редакции: 125464, Москва,  
Новотушинский пр., д.10, к. 1

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  
«Печатный 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.

# Выставка HEAT&POWER – место встречи теплоэнергетиков

## Уважаемые коллеги!

Как мы все знаем, энергетика является технической основой социально-экономического развития страны. Экономический рост обязательно должен сопровождаться ускоренным опережающим ростом энергетики, от которой напрямую зависят темпы, устойчивость и безопасность экономического развития.

Россия – это страна с одним из самых высоких уровней потребления энергии, который неуклонно растет из года в год. Сегодня российский теплоэнергетический комплекс стоит перед необходимостью решения ряда важнейших задач, обусловленных сокращением ввода новых мощностей, высоким износом теплосетей, энергетического оборудования генерирующих и электропередающих мощностей.

Несмотря на сложную политическую и экономическую ситуацию в стране наблюдается рекордно низкая инфляция, что говорит о возможности экономического и производственного роста, главной необходимой составляющей которого является энергообеспечение.

В связи с этим проведение выставки оборудования для бесперебойного теплоэлектроснабжения предприятий различных отраслей HEAT&POWER 2017 является своевременным и востребованным мероприятием. Площадь экспозиции второй выставки

HEAT&POWER 2017 увеличилась ровно в два раза по сравнению с прошлым годом, что говорит о высокой востребованности мероприятия.

Свою продукцию на выставке представят более ста отечественных и зарубежных производителей и поставщиков продукции: Aprovis Energy Systems GmbH, BWT, Caterpillar Energy Solutions, De Dietrich, Forcel, Herz, GMGen Power Systems, Kodo, MAN Motortech, MTU Energy, Polytechnik, Schiedel, Temron, Viessmann, «Атриум», «Бойлер», «Белкотломаш», Борисоглебский котельно-механический завод, «Водэко», «ГринТех Энерджи», «Кельвион Машинпэк», Кировский котельный завод, Ковровский котельный завод, «Овен», «Промавтоматика», Псковский котельный завод, РАСКО, «Сарэнергомаш», «Северная компания», «Сибэнергомаш БКЗ», «Термоблок», «Тэко-фильтр», «Фасэнергомаш», «Энерготех» и многие другие.

Посетив выставку HEAT&POWER, специалисты смогут за короткое время ознакомиться и оценить технические характеристики представленного промышленного котельного, теплообменного, электрогенерирующего и вспомогательного инженерного оборудования; выбрать поставщика оборудования для решения задач теплоэлектроснабжения своего предприятия. Ключевым



мероприятием деловой программы выставки HEAT&POWER 2017 является конференция для специалистов отрасли «Инновационное оборудование для строительства, ремонта, модернизации котельных, тепловых пунктов, ТЭЦ». Организатором конференции выступит главный информационный партнер выставки – журнал «Промышленные отопительные котельные и мини-ТЭЦ».

Приглашаю специалистов отрасли посетить наши мероприятия, выражаю уверенность, что проведение выставки и деловой программы HEAT&POWER 2017 окажет содействие в развитии российского теплоэнергетического комплекса.

Бесплатный электронный билет можно получить на официальном сайте выставки [www.heatpower-expo.ru](http://www.heatpower-expo.ru)

С уважением,  
директор выставки HEAT&POWER  
Сергей Бордачев





### Компания «Черброк» стала официальным дистрибьютором корпорации Carrier в РФ



Основным направлением сотрудничества выбрано предоставление комплексных услуг по квалифицированной технической консультации и поставкам холодильных машин для систем кондиционирования и технологического охлаждения.

В данном сегменте компания Черброк предлагает оборудование: с воздушным охлаждением конденсатора, мощностью 5–1700 кВт; с водоохлаждаемым конденсатором, мощностью 20–1800 кВт; бесконденсаторное мощностью 20–900 кВт; абсорбционное мощностью 300–5000 кВт; а также тепловые насосы мощностью от 5 до 500 кВт. Холодильное оборудование Carrier имеет сертификат EUROVENT, являющийся гарантией того, что предлагаемая продукция соответствует заявленным техническим характеристикам.

Производители, участвующие в данной программе сертификации, пользуются одинаковыми стандартами, облегчая таким образом работу проектировщиков, поскольку отпадает необходимость проводить дополнительные детализированные сравнения.

### Bosch содействует модернизации котельных по всей России



По данным на 2015 год, износ фонда ЖКХ в России составляет более 60%, а в регионах достигает 80%. При этом в 2016 году было зафиксировано, что тепловые сети в стране требуют ремонта в 63% случаев. Ввиду складывающейся ситуации промышленные производители оказывают муниципальным и коммерческим организациям поддержку по восстановлению и обновлению инфраструктуры ЖКХ.

Так, на заводе группы Bosch в городе Энгельсе Саратовской области началось производство высокотемпературных водогрейных промышленных котлов серии UNIMAT UT-M в диапазоне мощности 7,7-19,2 МВт. Локализация производства с соблюдением немецких стандартов качества позволит сделать модель значительно доступнее для российских клиентов.

Модель Bosch серии Unimat UT-M находит широкое применение в централизованных городских и районных системах теплоснабжения. Универсальность данных котлов делает возможным их применение также для систем теплоснабжения коммерческих объектов и на промышленных предприятиях в самых различных отраслях.

«Новинка» пользуется повышенным спросом: первые российские котлы UT-M уже поставлены в подмосковные жилые комплексы «Отрада» от «Отрада Деволупмент» (2 котла мощностью 16,4 и 19,2 МВт) и «Новоград Павлино» от «МИЦ-недвижимость» (3 котла мощностью 16,4 МВт).

Высокотемпературные стальные котлы UT-M способны производить перегретую воду температурой до 170 градусов. Надежность трехходовой конструкции доказана опытом долговременной бесперебойной эксплуатации во 140 станках мира, а универсальность котлов позволяет использовать их на промышленных предприятиях и объектах коммерческой недвижимости. В качестве топлива могут использоваться дизельное топливо, природный газ.

Модель UT-M обладает целым рядом весомых преимуществ. Среди них высокая энергоэффективность, экологичность, надежность, низкий уровень шума, удобство в управлении и обслуживании. Расчетный КПД модели при использовании экономайзера достигает 105%. Низкий уровень теплопотерь достигается за счет компактной цилиндрической конструкции, усиленной теплоизоляции и обшивке из алюминиевого листа. За счет применения современных горелочных устройств и тщательного подбора сочетания котла и горелки происходит уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу. Котлы прекрасно работают с широким спектром горелок ведущих мировых производителей и могут быть использованы в каскаде.

Допускается использование котла при низких температурах обратного потока – от 50 °С. Максимально допустимая разница между температурой обратного и прямого потока котла составляет 50 К. Простота проведения технического обслуживания достигается благодаря полностью открываемой фронтальной дверце котла. Котел UT-M может предлагаться в составе полностью укомплектованного модуля, включающего корпус котла, горелочное устройство, экономайзер, системы управления и обеспечения безопасности.

## «Кельвион Машимпэкс» – эксперт в теплообмене



Компания «Кельвион Машимпэкс» – участник выставки «Heat&Power 2017». На стенде Kelvion (павильон 1, зал 2, номер С521) представлено теплообменное и сопутствующее оборудование для систем теплоснабжения и объектов теплоэлектроснабжения:

пластинчатые и кожухопластинчатые теплообменники, уникальные решения для обеспечения безопасного теплообмена между двумя теплоносителями – кожухотрубные теплообменники с двойными трубками, основными элементами которых являются два пучка труб, соосно вставленные один в другой с зазором, который является пространством для выявления утечек.

Входная и выходная трубные плиты двойные. Все внутренние трубы приварены к внешним, а все наружные – к внутренним частям плит. Пространство протечек и зазоры между двойными трубными досками образуют герметичный контур протечек, который соединен с сигнализатором протечек, установленным снаружи кожуха теплообменника.

После испытаний на заводе контур протечек заполняется инертным газом при атмосферном давлении и герметизируется. Для снижения термического сопротивления на внутренней стенке наружных труб теплообменника выполнено продольное оребрение, а внутренние трубы гидравлически расширяются.

В случае нарушения герметичности смешивания сред не происходит, но срабатывает мембранный предохранитель, и аварийный сигнал поступает на диспетчерский пункт.

## Драйкулеры и теплообменники ТЕРМА™

При разработке котельных и когенерационных установок (КГУ) систем возникает необходимость подогрева воздуха, поступающего на горение топлива в холодное время года. В теплое время года, наоборот, необходимо утилизировать часть тепла и нагревать уличный воздух специальными сухими градирнями – драйкулерами. Стандартные теплообменники или драйкулеры не подходят для этих задач. Российская компания ООО «ТЕРМА» разрабатывает и производит под маркой ТЕРМА™ мощные V-образные драйкулеры до 5,0 МВт и теплообменники различного назначения размером до 6000×2400 мм.

На завод «ТЕРМА» в Московской области поставлено новейшее оборудование из США и Европы, ответственные элементы драйкулеров поставляются из Европы. «ТЕРМА» использует прогрессивный тип пластинчато-ребристого теплообменника

P35 – 12,0 мм и P48 – 16,0 мм. Данные геометрии пучка трубок более плотные, чем стандартные 50×25 – 12,0 мм от Guentner или 60×30 – 16,0 мм от Alfa Laval, благодаря плотной геометрии трубок значительно выше эффективность теплоотдачи оребрения.

Драйкулеры ТЕРМА™ снимают увеличенный поток тепловой мощности при равном с аналогами потоке воздуха. Особенно важно увеличение эффективности при охлаждении гликоля в КГУ летом. В теплообменниках ТЕРМА™ реализованы решения по защите трубок от деформации о трубные доски.

В настоящее время «ТЕРМА» – единственная компания в России, обладающая технологиями сборки крупных драйкулеров – аналогов Alfa Laval и Guentner и опытом поставки на большое число технологических проектов.

## Эффективная газогенерация для котельных и электростанций

В настоящее время в России работают несколько компаний, освоивших производство котлов с газогенератором (в виде предтопка), обеспечивающим газификацию древесных и сельскохозяйственных отходов по схеме прямого автотермического процесса. Среди котлов такого типа – пиролизный водогрейный котел «Велес» (ранее имел название КВр-Дмг), выпускаемый ООО «ИнтерРеммаш». Основным его топливом являются опилки естественной влажности (25–55%). Кроме них, можно использовать без какой-либо подготовки и другие сыпучие отходы и пеллеты из них. Водогрейная установка «Велес» состоит из водогрейного котла, газогенератора и топливного бункера. Он предназначен для работы в круглосуточном режиме.

Также ООО «ИнтерРеммаш» представляет свою новую разработку под названием ЭГТ CROSS. Это автономные энергетические комплексы малой, средней и большой мощности, они являются альтернативными источниками топлива для двигателей подвижных электростанций и двигателей различных электроагрегатов, а также двигателей внутреннего сгорания. Есть у когенерационных установок и еще один способ применения: они могут использоваться как источник топлива для газовых котлов. Когенерационные установки занимаются выработкой генераторного или, иначе говоря, горючего газа. Происходит это посред-



ством обращенного процесса газификации торфа, древесных отходов, бурого и каменного угля и иного органического сырья. Использование когенератора на производстве помогает значительно сэкономить, ведь для получения энергии можно применять местное топливо.



### Фильтры с индикатором загрязненности марки ТЕРМОБРЕСТ

В процессе эксплуатации, в результате загрязнения фильтрующего элемента происходит постепенное увеличение сопротивления фильтра. Как следствие, давление газа в газоиспользующем оборудовании может упасть ниже допустимого, что может привести к перебоям в работе системы и возникновению аварийной ситуации. СП «ТермоБрест» ООО предлагает решение данной проблемы – фильтры тонкой очистки газа с индикатором загрязненности фильтроэлемента (ИЗФ).

Фильтры газовые служат для очистки среды от различных посторонних примесей и механических частиц. Фильтры с ИЗФ применяются в арматурных группах перед газогорелочным и газоиспользующим оборудованием, для работы которого необходимо обеспечить и контролировать определенную величину давления газа.

Фильтры оснащаются ИЗФ двух типов – механического и электронного (работающего от сети 24В постоянного/переменного тока либо от батареи). Контроль загрязненности реализован по принципу индикатора перепада давления. Максимальный контролируемый перепад давления – 10 кПа.

Уникальность фильтров ТЕРМОБРЕСТ – наличие обратной связи на индикаторе электронного типа, работающего от сети, который подает токовый сигнал на систему автоматики



4...20 мА. Данная опция позволяет автоматически вносить корректировку в систему управления газоиспользующим устройством, изменяя расход газа. Степень очистки фильтров газа марки ТЕРМОБРЕСТ: 2, 5, 10, 25, 50, 80, 100, 200 и 400 мкм. Линейка фильтров по типоразмерам – DN15...300, варианты исполнений по максимальному рабочему давлению – до 3, 6 и 16 бар.

### Котельные с котлами «Гейзер-ENERGY» в Республике Коми

В пос. Кыддзявидзь Прилузского района Республики Коми проводятся пусконаладочные работы двух 6-мегаваттных котлов «Гейзер-ENERGY» производства ООО «Ковровские котлы». Это уже не первые котлы «Гейзер», поставленные с 2007 г. ковровцами в «Луза-лес».

Ввод в эксплуатацию котельной с двумя котлами УВТ-6000 обеспечит производство предприятия в Кыддзявидзе требуемой теплотенергией. Одновременно использование этих котлов в значительной мере решит и проблему по утилизации отходов лесопиления.

В начале года компанией «Ковровские котлы» была введена в эксплуатацию котельная на кородревесных отходах влажностью до 60% в Троицко-Печерском районе Республики Коми. Котельная оборудована одним котлом КВТм 4000Е серии «Гейзер ENERGY» с подвижной колосниковой решеткой, мощностью 4 МВт, а также складом топлива типа «подвижное дно». Котельная работает полностью в автоматизированном режиме и обеспечивает тепловой энергией потребность деревообрабатывающего предприятия. В котельной внедрены последние разработки и достижения компании «Ковровские котлы».

Специально для регионов с суровым климатом применена система топливоподачи без шнековых и скребковых транспортеров.



### BDR Thermea Rus: расширяя горизонты



Развитие холдинга BDR Thermea не стоит на месте. Ключевым событием первой половины 2017 г. стало начало поставок французского котельного оборудования De Dietrich через собственный склад ООО «БДР ТЕРМИЯ РУС», расположенный в г. Подольске.

Наличие российского склада позволило расширить ассортимент ввозимого оборудования и сократить сроки поставок. В этом году расширен складской ассортимент как классических атмосферных и наддувных, так и конденсационных настенных и напольных котлов De Dietrich. Растет спрос на котельные, в основном крышные, на базе напольных конденсационных котлов серии С 330 Есо и С 630 Есо (280-1300 кВт). Эти модели имеют большую мощность при малых массо-габаритных показателях, обеспечивают малозумность, ремонтпригодны. Опыт эксплуатации этих котлов в России

доказал их надежность, и тем не менее накануне отопительного сезона 2017/2018 сформирован склад запчастей по котлам С 330/630, включая все виды секций теплообменников. Обслуживание и ремонт осуществляют специализированные организации, имеющие статус авторизованных сервисных центров и сервисных партнеров De Dietrich.



## На заводе «Ридан» запущено новое производство

21 сентября 2017 года состоялось торжественное открытие новой производственной линии на нижегородском заводе разборных пластинчатых теплообменников «Ридан» группы компаний «Данфосс», ведущего мирового производителя энергосберегающего оборудования. Инвестиции в проект составили порядка 170 миллионов рублей. В мероприятии приняли участие представители Минстроя РФ, Министерства энергетики и Минпрома Нижегородской области, а также администрации г. Дзержинска. Вместе с приглашенными журналистами чиновники присутствовали при пуске прессов, после чего осмотрели производство.

«Открытие отечественного производства этого важнейшего вида оборудования — знаменательное событие для жилищно-коммунального хозяйства региона и отрасли в целом. Сегодня в стране действуют масштабные программы модернизации систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, в том числе при капитальном ремонте многоквартирных домов и новом строительстве. Поэтому индустрия и энергетика нуждаются в собственной производственной базе, обеспечивающей существующие потребности внутреннего рынка в современном конкурентоспособном энергосберегающем оборудовании», — отметил в своем обращении заместитель министра строительства и ЖКХ России Андрей

Чибис, поздравивший всех присутствующих с открытием нового производства.

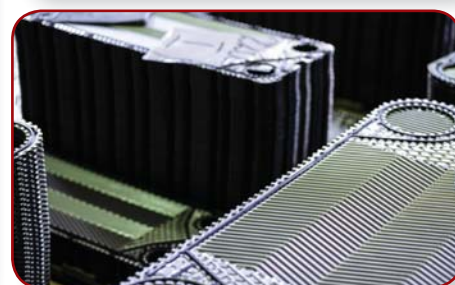
Свои поздравления компании «Ридан» и группе Danfoss передал также губернатор Нижегородской области Валерий Шанцев, отметивший плодотворный характер многолетнего сотрудничества области с компанией и значимость расширения ее производственной базы для экономического развития региона. «Запуск новой линии значительно повышает локализацию производства Danfoss в России и пополняет ассортимент продукции Нижегородской области еще одним высококонкурентным отечественным продуктом. По наиболее ходовым типоразмерам пластин мы уже сейчас можем говорить практически о 100-процентном импортозамещении, а в ближайшем будущем планируем полностью перейти на российское сырье. Таким образом, будет создан устойчивый внутренний спрос на металлургическую продукцию высокого качества, соответствующую мировым стандартам», — добавил Михаил Шапиро, генеральный директор «Данфосс».

По словам руководителя, на сегодняшний день компания «Ридан» занимает первое место на российском рынке теплообменников для коммунальной энергетики. В дальнейшем производитель плани-



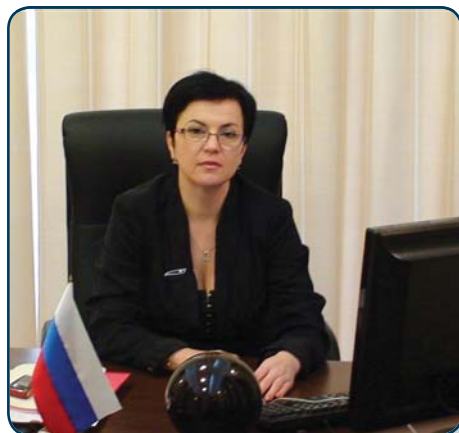
рует выпускать пластины не только для собственных нужд, но и поставлять их на экспорт в страны Таможенного союза и в Европу.

Перенос части мощностей Danfoss A/S в Россию стал возможен после покупки датским производителем в 2016 году компании Sondex A/S, лидирующей в области разработки и производства теплообменного оборудования. Помимо пластин, на предприятии в Дзержинске изготавливаются плиты, элементы рамы и другие комплектующие для разборных пластинчатых теплообменников. На данный момент для основных типоразмеров теплообменных аппаратов «Ридан» импортозамещение будет максимальным. Непрерывный контроль качества продукции обеспечивает собственная лаборатория.



## Галина Янушкевич: «Для партнера главное качество – надежность»

Группа компаний «Проектная мастерская Янушкевич» хорошо известна профессионалам отрасли. Сегодня она объединяет в себе четыре компании: «ПромТехДизайн», «ПМ Янушкевич», «Валентин Галлис» и «Газинвестпроект». Идейным вдохновителем и лидером команды является Галина Николаевна Янушкевич – предприниматель, Заслуженный строитель Московской области, член Правления НП «Союз промышленников и предпринимателей Щелковского района», активный гражданин.



**ПКМ:** Галина Николаевна, Вами реализовано множество неординарных проектов, в чем Ваш «секрет успеха»?

**Г.Я.:** Первое, о чем мне хочется сказать, – какое бы дело человек ни затеял, его нужно делать хорошо, так, чтобы суметь сохранить авторитет. Ведь можно годами зарабатывать имидж и потерять его на одном объекте, по недосмотру, по глупости.

**ПКМ:** Как Вы начинали свое дело? Какова сегодня структура компании?

Я организовала индивидуальную предпринимательскую деятельность в далеком 1998 году, в период тяжелого кризиса в стране. В одночасье мы потеряли все – но только не оптимизм, рубль падал, а мы вставали и начинали работать, и как-то жизнь налаживалась.

В 1998 г. у меня уже был хороший опыт, так как мне посчастливилось в 1989-1991 годах поработать в проектно-институте «Росагропромжилиндустпроект» – институте с хорошей академической подготовкой, с передовым, современным

руководителем Антиповым Геннадием Михайловичем, заслуженным строителем Российской Федерации. Он был моим учителем, который дал возможность поверить в себя. К сожалению, его уже нет с нами, но я буду помнить всегда его целеустремленность и твердость характера.

Очень тяжелым периодом для страны и людей были девяностые, может, поэтому многие переоценивали свои возможности и открывали свое дело. Поработав в этом

институте, а также в ряде других организаций, таких, как «Фриз», «Экология-энергетика», я поняла, что могу использовать свой багаж и потенциал. Да и по жизни считаю, что женщина должна быть самодостаточна. В 2002 г. появилась «Проектная мастерская Янушкевич», затем – компания «ПромТехДизайн», а после и другие наши компании, в которых мы работаем сообща и все взаимозаменяемы. Сегодня нас примерно 100 человек.

**ПКМ:** Какими были Ваши первые проекты?

Я начала свой бизнес с проектов инженерного обеспечения коттеджей в партнерстве с организациями-поставщиками оборудования. В их числе, например, монтажная организация «Газсервис», поставляющая котлы Vaillant, которой требовались проектировщики. Сначала у меня в помощниках был один человек, потом – два человека, три – и дальше я начала расширяться и осваивала разные направления в проектировании

инженерных систем. Это было мне по плечу, поскольку в институте я возглавляла теплотехнический отдел и в других организациях тоже работала по знакомым направлениям – котельные, тепловые сети, газопроводы.

**ПКМ:** Расскажите о проектах, которые запомнились Вам больше остальных.

У нас есть проект, который мне очень запомнился, – это все инженерные системы завода по производству листового флоат-стекла (пос. Спас-заулок Клинского района). Фирма «Главербель» несколько лет назад построила этот завод, и мы участвовали на субподряде у французской компании «Этилор» и в первой, и во второй очереди строительства. На объекте мы проектировали все «железо» – котельные, газопроводы, водопровод охлаждения, градирни для него. Мы проектировали крепления и площадки для обслуживания градирен из деталей в таких размерах, которые определялись размерами гальванических ванн для оцинковки поверхности. Мы проектировали системы сернистого ангидрида, азота, аргона, кислорода, сжатого воздуха, заправку со складом дизельного топлива, дизель-генераторную, все крепления. Французам, кстати, очень понравилось, что наш человек постоянно находился на объекте во время работы.

Этот проект интересен также своим продолжением и развитием: вслед за ним, нарабатывая опыт, мы получили аналогичные заказы – сначала на проектирование систем газопроводов для завода в г. Рязани английской компании «Гардиан», а затем – на генеральное проектирование газопоршневой электростанции для предприятия «Пилкингтон».







Проект «Главербель»

**ПКМ: Какие из Ваших проектов являются социально значимыми?**

Социально-значимыми можно назвать большинство наших проектов. Это, конечно, проекты газификации деревень по «Программе газоснабжения Московской области».

Проект газоснабжения котельной родильного дома, который так нужен жителям поселка Скоропусковский Сергиево-Посадского района, Губернатором Московской области определен социально значимым.

В числе таких объектов – газопровод для Дома Правительства в г. Красногорске. Сначала мы запроектировали его со стороны МКАД к энергоблоку, а затем закольцевали с другой стороны, возле спорткомплекса «Снеж.ком», через Москву-реку, и соединили за Домом Правительства. Я специально проложила газопровод не только на энергоблок, но и дальше до Дома Правительства и берега, чтобы позже не портить ландшафтный дизайн. Этот проект и значимый, и очень интересный.

Там же, на берегу Москвы-реки, есть наш заказчик «Кнауф-Гипс», для которого мы сейчас строим паровую котельную и, надеюсь, что будем сотрудничать дальше, а для нашей команды этот проект тоже социально значим. Он позволяет нам развивать наше предприятие, платить зарплату и налоги и обеспечивать возможность поддерживать нашу волейбольную команду.

**ПКМ: Кто Ваши основные стратегические партнеры?**

Самый большой наш партнер – ГУП МО «Мособлгаз», сотрудничеством с которым мы гордимся. Стараемся делать все для того, чтобы быть ему нужными, разрабатываем типовые технические решения, участвуем в научно-технической деятельности. Быть необходимыми – основная задача. Также не менее значимым для нас является наш партнер АО «Мосгаз» с его сложными, но интересными проектами.

Мы работаем с организациями, которые занимаются проектированием дорог. В их числе – компания «ВТМ дорпроект», много лет мы у нее на субподряде, когда она проектирует дорогу, выполняем работы по проектированию перекладок газопроводов. «Владимиравтодорпроект» тоже наш партнер, нам очень нравится с ним работать, поскольку его специалисты очень трудолюбивые. Это партнеры, совместно с которыми мы выполняем работы для Московского областного дорожного центра, «Мосавтодора», «Центравтомагистрالی».

Мы участвуем в программе газификации Московской области, уже третьей по счету. Опыт выявил проблемы. Сегодня у нас в гостях был помощник депутата Государственной Думы, с которым мы обсуждали проблемы выполнения проектов, для следующей беседы уже с самим депутатом – Жихаревым Сергеем Александровичем, занимающимся вопросами инвестиционной политики в промышленности, производстве, бизнесе. Мы собираемся провести «Круглый стол» по этим вопросам в ближайшее время, и встреча – один из элементов подготовки.

Надеемся совместно обсудить и локализовать имеющиеся проблемы.

**ПКМ: Как Вы подходите к вопросу выбора оборудования?**

В 90-е годы к нам везли неликвид, который не имел ни запчастей, ни сервиса – лишь бы продать. Конечно, рынок был очень насыщен и неконтролируем, и очень хорошо, что в свое время «Ростехнадзор» подумал о наведении порядка: обязательными стали разрешения на применение газового оборудования на территории России.

В настоящее время рынок стабильный, понятный. Конкуренция стала здоровой, введена сертификация на обязательной и добровольной основе. Производители и поставщики продукции стремятся доказать все возможные преимущества своей продукции. Это позволяет систематизировать рынок, упорядочить его, и мы спокойно можем ориентироваться на то оборудование, которое продается на территории России. Хотелось бы, чтобы больше развивались отечественные производители. В этом могут помочь программы содействия правительства Российской Федерации и субъектов Российской Федерации. Но если рассматривать современный рынок, то мы хорошо сориентированы в оценке качества, надежности, цены и комфорта оборудования. По сути, эти четыре показателя определяют статус объекта, и хороший специалист способен выбрать оборудование именно на основе их анализа.

**ПКМ: Кто Ваши главные партнеры по оборудованию?**



Проект «Гардиан»



Котельная г. Дмитров

Конечно же, это компания Viessmann, мы давно с нею дружим. Также это компании Buderus, Bosch. Для компании Bosch мы проектировали котельную и классы учебно-тренировочного комплекса. Аналогичные проекты выполняли и для ГУП МО «Мособлгаз», и АО «Мосгаз». Мы очень много работали с Rendamax, сейчас собираемся ставить котлы ELCO.

Среди российских производителей оборудования, с которыми мы сотрудничаем, – компания «РЭМЭКС». Это наши давнишние друзья и проверенные, надежные партнеры. Ведь для партнера главное качество – надежность. К сожалению,

сегодня есть на рынке организации, которые действуют, я бы даже сказала, на уровне мошенничества.

Партнеры всегда нас поддерживают, приезжают по первому зову, про-

водят семинары. Мы уделяем внимание вопросам повышения квалификации сотрудников. Периодически направляем их на семинары, которые проводят предприятия-производители оборудования, на выставки.

**ПКМ: Ваша компания – социально ориентированная. Какие социальные программы у Вас есть?**

Мы ориентированы на здоровый образ жизни. Наши сотрудники не курят. Много лет арендуем спортзал для своей волейбольной команды. Мы за восстановление памятников культурного наследия, помогаем монастырю «Никола-Берлюковская пустынь» в восстановительных работах. Есть детский сад «Росинка», с которым мы дружим, есть программа помощи инвалидам-колясочникам. Одна из премий Губернатора Московской области «Наше Подмосковье» как раз за эту программу – за созданное рабочее место на дому для инвалида-колясочника, который обучен «Автокаду». В этом направлении у нас уже есть хороший опыт. Один наш сотрудник, инвалид-колясочник, работает на дому несколько лет.

Мы сотрудничаем с государственным бюджетным профессиональным образовательным учреждением Московской области «Щелковский колледж». Есть опыт заключения целевого договора. Студенты по специальности «Земельно-правовые отношения» проходят практику на наших предприятиях.

В этом году мы с ними и предприятием «Садовый центр «Богородский» реализовали большой экопроект, который называется «Пусть будет красиво». Студенты колледжа по специальности «Ландшафтный дизайн» под руководством преподавателей и специалистов «Садового центра «Богородский», при участии наших предприятий и поддержке администрации Щелковского муниципального района запроектировали и создали благодатный зеленый уголок для отдыха на берегу Клязьмы. Получилось действительно красиво!



проектная мастерская  
**ЯНУШКЕВИЧ**

ООО «Проектная мастерская Янушкевич»,  
141101, Россия, Московская обл.,  
г. Щелково, ул. Фабричная, д. 1  
+7 (496) 258-50-65, 567-00-51  
delo@pwu.ru, www.pwu.ru



# ТРУБОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА для

- МОНТАЖА
- ЭКСПЛУАТАЦИИ
- АВАРИЙНОГО РЕМОНТА

ООО "ВАЛРОСА"  
24 часа, ежедневно

**VALROSA**

- **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**

FABRYKA ARMATUR  
**JAFAR** SA

**BOHAMET**



# Модернизация котельных – возможности и выгоды

*В каких случаях модернизация котельных позволяет получить современную, энергоэффективную и безопасную систему? Об этом рассказали, отвечая на наши вопросы (ПКМ), профессионалы отрасли теплоснабжения.*

**ПКМ: Каково, на ваш взгляд, состояние отечественного отопительного хозяйства и котельных?**



Виктор Завацкий, технический директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»

**Виктор Завацкий:** Если смотреть не только по Москве и Московской области, а по всей стране, то можно сказать, что состояние котельных и сетей весьма плачевное. Огромное количество котельных уже отработало сорок и более лет без каких-либо существенных замен оборудования и автоматики. Мало того, что они работают неэффективно (с низким КПД), так еще и не безопасны. Как правило, автоматика безопасности на таких котельных либо не работает, либо «загрублена», а котлы не выводят на полную мощность, «боятся»!

Всем понятно, что эффективность необходимо повышать и это выгодно, однако такого не происходит. Причины подобного состояния множество, поэтому нужно каждую ситуацию рассматривать в отдельности.

Что касается, например, котельных тепловых сетей, то они отданы в эксплуатацию государственным предприятиям, которые априори не заинтересованы в проведении существенных работ по модернизации.

Если рассматривать частный бизнес, то его представители в условиях стабильно плохого состояния экономики вкладывают средства в другие направления

с максимально быстрыми сроками возврата инвестиций либо до конца не могут оценить выгодность таких вложений. Наша компания постоянно ведет просветительскую работу, мы помогаем бизнесу технически правильно прорабатывать концепции модернизации и строительства систем теплоснабжения и считать окупаемость вложений.



Денис Цветкович, главный инженер  
ООО Инженерный центр «Энергопрогресс»  
(г. Казань)

**Денис Цветкович:** Если рассматривать временной промежуток с начала 2000-х гг. до настоящего времени, то уверенно можно сказать, что состояние отопительного хозяйства и котельных кардинально улучшилось. Каждое энергетическое предприятие стремится повысить надежность своих систем, а также снизить себестоимость производства тепловой энергии, это связано как с изменениями в нормативно-технической документации, так и с коммерческой составляющей.

**ПКМ: Какие сегодня существуют технологии повышения энергоэффективности котельных?**

**Олег Козлов:** Основной энергоресурс котельной – углеводородное топливо. Именно на нем стоит экономить в первую очередь, увеличивая КПД котла и, следовательно, снижая расход топлива. У компании De Dietrich в каждом сегменте оборудования представлены конденса-



Олег Козлов, представитель De Dietrich Thermique  
в Северо-Западном регионе

ционные котлы, способные обеспечить самый высокий режим экономии топлива с КПД до 109 % по низшей теплоте сгорания, что является очень высоким значением в сравнении со средним показателем для традиционных котлов 93 %. Также к их эксплуатационным затратам относятся затраты на электроэнергию. С применением модулирующих насосов и насосов класса «А» можно снизить затраты энергии на циркуляцию теплоносителя в разы. Интересно, что в большинстве котлов De Dietrich небольших мощностей встроены именно такие циркуляционные насосы.

**Дмитрий Окуненко:** Понятие энергоэффективности очень многогранно. В современном мире существует множество возможностей повысить эффективность котельной.

Если обсуждать строящиеся котельные, то все начинается с этапа проектирования. Проектировщик сегодня должен не только обладать актуальными знаниями текущих тенденций, но и уметь их применять на практике, сопрягая новинки техники с существующими нормами и формируя в кооперации со своими коллегами по цеху общественный запрос на адекватное изменение норм в соответствии с современными технологиями. Проектировщик является первым человеком, который внедряет новые и





Дмитрий Окуненко, руководитель отдела информационно-технической поддержки компании «Виссманн»

эффективные технологии, соответственно, именно от него зависит выбор расчетного графика температур котельной, установка оборудования с высоким КПД, регулирующих устройств, позволяющих снижать расходы тепла, и использование теплоизоляционных материалов.

От рабочего графика температур напрямую зависит КПД котельной. Например, при температуре подачи установки 105 °С КПД будет ниже, чем при температуре подачи 80 °С и, в свою очередь, при температуре 80 °С меньше, чем при 70 °С. Оборудование с высоким КПД (насосы, котлы и т. п.) способно обеспечить большую экономию энергии, особенно если учитывать, что режим работы таких устройств близок к режиму 24/7 365 дней в году. Регулирующая арматура в комплексе с современной автоматикой управления способна значительно снизить потребление энергии. Выключение горелочного устройства, частотное регулирование насосов, управление котловым контуром по температуре в помещении или снижении температуры в подающей линии – эти и многие другие задачи решаются именно за счет автоматизации системы.

Следующий, не менее важный, этап, на котором можно добиться значительной экономии энергии – наладка и настройка режимов работы оборудования. Качественно выполненная работа подразумевает достижение паспортных значений оборудования и контроль целевых показателей энергоэффективности. К тому же нельзя забывать, что, помимо первоначальной настройки, немаловажно научить пользователя работать с установкой.

Старая пословица гласит: «сэкономил – значит, заработал», но, к сожалению, ежедневно, общаясь с заказчиками, я сталкиваюсь с тем, что большинство из них не имеет представления о возможно-

сти и способах экономии энергии. Главное – донести до пользователя основы и идею энергосбережения и перевести условные проценты непосредственно в его денежные средства.

Не стоит забывать, что мы не только экономим средства на снижении потребления энергоносителей, но и вносим посильный вклад в сохранение окружающей среды. Можно много спекулировать на тему глобального потепления, но, если для пользователя экономия энергии не составляет особого труда, почему этим не пользоваться?

Компания Viessmann производит котлы, среднегодовой КПД которых составляет не менее 98 % (Q<sub>в</sub>), оснащает их высокоэффективными насосами с максимально низким энергопотреблением и автоматикой, способной при правильных настройках снижать потребление энергии до 30 % без потери комфорта (по данным контрольных объектов с оборудованием компании Viessmann).



Глеб Борисов, к. т. н., начальник группы аналитики ОАО «МЗТА»

**Глеб Борисов:** При обзоре эффективных технологий ограничусь перечнем технологий автоматизации. Автоматический розжиг котлов (работающих на угле, газе, мазуте, древесине) с плавным прогревом уменьшает вероятность аварийных режимов (так как большая часть аварий происходит именно при розжиге) и сокращает время пуска. Автоматическое регулирование основных технологических параметров позволяет сэкономить в среднем от 4 до 5 % используемой тепловой энергии и окупается в течение года. Погодозависимое регулирование уменьшает расход топлива и потери тепла и позволяет добиться большего комфорта для жильцов. Коррекция соотношения «топливо/воздух» по содержанию кислорода в дымовых газах увеличивает тепловой КПД на 1,5–2,5 %, снижает выбросы в

атмосферу окислов азота и потери тепла с отходящими газами. Использование вместо направляющих аппаратов дымохода и вентилятора их частотного регулирования экономит электроэнергию на 20–55 %, уменьшает шумовую эмиссию и позволяет более точно поддерживать технологические параметры котельной на заданном уровне. Особенно ощутим выигрыш частотного регулирования на горелках большой мощности и в отопительных котельных, где постоянно наблюдаются значительные изменения тепловой нагрузки. Переход к необслуживаемым котельным с удаленной диспетчеризацией через Интернет (чаще всего посредством GSM модемов для GPRS) позволяет сократить обслуживающий персонал и достичь высокой оперативности при устранении неполадок.

**Денис Цветкович:** За последние годы накоплен большой опыт повышения эффективности и надежности работы котельных за счет использования новых технологий. Основными направлениями работы стали ввод в эксплуатацию нового высокопроизводительного котельного оборудования, в том числе автономных котельных; новых моделей горелок; систем химводоподготовки; систем учета расхода топлива, воды, электроэнергии и производства тепловой энергии; ультразвуковых противонакипных аппаратов; регулируемых приводов на насосы и вентиляторы; автоматизированных систем управления и др. В настоящее время важной задачей реконструкции и развития систем теплоснабжения является тиражирование накопленного опыта и более широкое использование новейших технологий, позволяющих повысить надежность и эффективность производства тепловой энергии в котельных.

**ПКМ: Каким образом и насколько повышение КПД установки позволяет экономить топливо?**

**Дмитрий Окуненко:** Повышение КПД напрямую влияет на экономию топлива, расход которого в общем виде – это отношение мощности к теплоте сгорания топлива и КПД.

$$B = Q_n / (Q_{нр} \cdot \mu),$$
где  $B$  – расход топлива;  $Q_n$  – номинальная тепловая мощность;  $Q_{нр}$  – низшая теплота сгорания газа (запрашивается

у поставщика топлива),  $\mu$  – КПД котла. Мощность котла – величина стационарная. Теплота сгорания – это данность. КПД – изменяемая величина, которая зависит от мощности котла, температуры, температуры воздуха, подаваемого для горения, и топлива, а также состояния теплообменных поверхностей. Кроме этого, на потребление топлива значительно влияет настройка оборудования (режима горения, погодозависимого графика и т. д.) и применяемая автоматика.

**Олег Козлов:** КПД котла наглядно показывает, сколько процентов энергии, выделившейся в процессе горения, поступает в полезное тепло системы теплоснабжения. Таким образом, повышая на несколько процентов КПД котла, можно говорить об экономии годовых затрат на топливо на аналогичную в процентах величину.

По опыту компании De Dietrich, при модернизации котельных и замене стальных или чугунных традиционных котлов конденсационными котлами серии С 330, С 630 De Dietrich годовая экономия на топливе составляет 12 %, или 250 тыс. рублей в год для котельной мощностью 1200 кВт.

**ПКМ: Какое оборудование заменяется для продления срока эксплуатации котельных?**

**Глеб Борисов:** В целях продления срока эксплуатации котельных в первую очередь подлежит обновлению автоматика безопасности и регулирующая автоматика, также часто требуется модернизация газового оборудования и газоиспользующих установок. Износ заменяемого оборудования может достигать 60–80 %. Одним из часто применяемых инструментов модернизации является замена горелок. Например, установленных отечественных горелок устаревшей конструкции на импортные горелки.

Ввиду невысоких тарифов на электроэнергию и топливо в первую очередь при модернизации достигается не экономический эффект от экономии энергоресурсов, а повышение безопасности работы котельных, удобство их эксплуатации, более экологичное сжигание топлива.

**ПКМ: Какое оборудование для автоматизации процессов безопасности используется и как оно помогает предотвращать аварии и несчастные случаи?**

**Глеб Борисов:** Если горелки имеют встроенную автоматику, то она используется, в частности, в целях безопасного останова котла в случае погасания факела горелки, достижения предельных значений давления воздуха или газа/мазута на входе в горелку и нарушения герметичности предохранительного запорного клапана (для газовых горелок). Для горелок без встроенной автоматики (преимущественно отечественных) эти функции выполняет общекотельная автоматика. Она обеспечивает и обработку всех остальных аварийных ситуаций (аварии насосов, предельные значения давления пара и пр.). Реализация защиты является либо программной (заложенной в контроллер), либо, что реже, релейной. Также для отечественных горелок рядом производителей выпускаются блоки газоборудования (например, АМАКС-БГЗ ... АМАКС-БГ15), позволяющие в комплексе с системой управления обеспечить безопасный розжиг и предотвращение аварийных ситуаций.

Для безопасной работы котлов должно выполняться следующее. Перед каждым розжигом газового котла должна выполняться автоматическая проверка герметичности предохранительного запорного клапана. Распространенными являются алгоритмы опрессовки «Старорусприбор» и «Амакс» для отечественных горелок. Импортные европейские горелки со встроенной автоматикой имеют фирменные алгоритмы опрессовки. Должно осуществляться напоминание первопричины аварийного останова котла. Должна быть реализована проверка срабатывания защит в рабочем режиме. Она должна проводиться не реже одного раза в месяц. Автоматика безопасности исключает человеческий фактор и позволяет добиться высокого уровня безопасности для предупреждения возможных аварийных ситуаций.

**Дмитрий Окуненко:** Котлы компании Viessmann оборудованы автоматикой безопасности, соответствующей нормам РФ. Она полностью исключает возникновение аварий и несчастных случаев при

условиях своевременного и качественного обслуживания и проверки.

**ПКМ: Какая автоматика управления используется, насколько она повышает энергоэффективность котельной и приводит к сокращению обслуживающего персонала?**

**Глеб Борисов:** При решении задач управления котельными используются как конфигурируемые контроллеры, специально разработанные для задач автоматизации котельных, так и свободно программируемые. Оба подхода имеют свои достоинства и недостатки. Конфигурируемые контроллеры, как правило, дешевле, чем свободно программируемые. С другой стороны, их настройка для конкретного котла не проста, так как они спроектированы для автоматизации котлов широкой номенклатуры. В результате система их меню весьма обширна и для конкретного котла избыточна. Приходится вручную настраивать более сотни параметров меню контроллера, что является трудоемкой задачей (решить которую может только высококвалифицированный наладчик) и увеличивает вероятность ошибок. Свободно же программируемые контроллеры в составе шкафа автоматики поставляются уже с алгоритмом, разработанным для конкретного объекта. При этом число параметров настройки заметно сокращается. Примеры конфигурируемых контроллеров для котельных: «Агава» 6432.10/6432.20 (КБ «Агава», Екатеринбург), «Спекон» СК2-20 ... СК2-28 («Теплоком», Санкт-Петербург). Пример свободно программируемых контроллеров – ПТК «Контар» (ОАО «МЗТА», Москва).

Комплексная автоматизация котельной, дополненная системой удаленного оповещения обслуживающего персонала даже бюджетного уровня (например, построенной на базе GSM модемов для GPRS диспетчеризации и/или для отправки SMS сообщений об авариях), позволяет перейти к котельным без постоянного обслуживающего персонала. Раньше для подобных объектов приходилось нанимать штат аварийных диспетчеров, которые посменно выполняли их обход. Создав удаленную центральную диспетчерскую, можно оперативно управлять целой сетью подключенных к ней котельных и отслеживать их состояние. При необходимости



мобильные бригады могут направляться для устранения неполадок в работе оборудования. Некоторые производители (например, ОАО «МЗТА») предлагают программное обеспечение для построения систем диспетчеризации котельных бесплатно, что сокращает стоимость ее внедрения.

**Дмитрий Окуненко:** На котлах компании Viessmann устанавливается автоматика серии Vitotronic. Она позволяет оптимально настраивать режимы работы котельного оборудования в целом и эксплуатировать котельную без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Современная диспетчеризация серии Viessmann Vitocom предоставляет возможность управлять всеми пользовательскими функциями котла через Интернет, а применяемые шлюзы передачи данных Vitogate – передавать состояние котлов и системы в реальном времени на систему управления заказчика.

**Олег Козлов:** В котлах De Dietrich для управления их работой и системой отопления используется автоматика Diematic. Она способна качественно регулировать температурный график котла и каждого контура отопления в отдельности в зависимости от наружной температуры. Также предусмотрено управление модуляцией циркуляционных насосов непосредственно автоматикой котла. При установке нескольких котлов в котельной в каскад автоматика включает только необходимое для покрытия текущей нагрузки количество котлов на требуемую мощность, что также значительно влияет на энергоэффективность установки. Все системы безопасности и дистанционного управления могут быть подключены на автоматiku Diematic, что решает задачу дистанционного управления и безопасной эксплуатации, а также позволяет обойтись без обслуживающего персонала и, соответственно, сократить эксплуатационные расходы.

**ПКМ: Какова общая экономическая эффективность модернизации котельных и ее главные слагаемые?**

**Дмитрий Окуненко:** По сведениям компании Viessmann, экономическая эффективность модернизации составляет по меньшей мере 30 % в сравнении со старым оборудованием, подлежащим

замене (по данным о реализованных проектах). Слагаемые успеха – это грамотное проектирование и эксплуатация.

**ПКМ: Есть ли смысл в модернизации или проще построить заново?**

**Виктор Завацкий:** Прямого ответа на этот вопрос дать нельзя. Все случаи индивидуальны и подход индивидуален. Нас очень часто приглашают на старые котельные с просьбой помочь разобраться, каким путем идти дальше. Мы обязательно сначала проводим предварительный осмотр и анализ текущей ситуации и уже по результатам делаем выводы. Таким образом, мы предлагаем наиболее эффективный (технически и экономически) и рациональный вариант для данного конкретного объекта.

**Денис Цветкович:** На мой взгляд, этот вопрос во многом зависит от экономических показателей, а именно затрат, связанных с модернизацией и в первую очередь от требуемых разовых инвестиций. Единовременная реконструкция всех энергетических объектов – трудно осуществимая задача, но планомерная замена частей энергосистемы на более эффективные финансово реализуема и позволяет сократить затраты на текущий ремонт, повысить эффективность работы энергосистем.

**ПКМ: Есть ли у вашей компании опыт модернизации котельных? Расскажите о каком-либо объекте.**

**Виктор Завацкий:** МПНУ «Энерготехмонтаж» уже многие годы проводит модернизацию старых котельных по разным направлениям. Это как установка новых котлов в старых зданиях, так и различные направления модернизации: замена отдельных узлов (водоподготовки, насосных станций, автоматики котельной, деаэраторов и т. д.) на более современные аналоги, обновление существующего оборудования (установка частотных преобразователей, кислородное регулирование и т. п.). Таких примеров много, и они привели к повышению эффективности, снижению потребления топлива, уменьшению количества аварий, повышению степени автоматизации котельных и т. д. В конечном счете всегда снижалась себестоимость тепла или пара и сокращались затраты, связанные с аварийными остановками производства.



Павел Володин, директор компании «Импульс-Техно»

**Павел Володин:** На моей памяти целый ряд старых котельных, в которых мы предлагали провести работы по модернизации.

Так, на одном из предприятий Рыбинска по заданию заказчика проработали вопрос о возможности модернизации котельной, в которой установлены котлы ДКВ 1948 г., ДКВР 1954 г. и еще один котел ДКВР, выпущенный позже других. Здание котельной строилось в первые послевоенные годы. Его состояние такое, что и без предварительного обследования (по требованиям Ростехнадзора) его давно нужно сносить. Рядом со старым зданием есть площадка, на которой может разместиться здание 12x18 м в плане.

Конечно, в данном случае лучше построить на свободной площадке быстровозводимое здание, в котором оборудовать котельную. При этом старая остается в работе на время строительства новой. После прохождения всех сдаточных работ новую запускаем и отключаем старую котельную с последующим ее сносом. Это пример того, когда еще на стадии принятия решений ясно, что лучше строить новое, чем модернизировать старое.

Второй пример из практики. Котельная с тремя котлами ДКВР 10/13 постройки 1978 г. Здание в достаточно хорошем состоянии, что и подтвердили результаты обследования. Котлы, вспомогательное оборудование, общекотельные системы полностью отработали свой ресурс. Теплоснабжение выполняется с применением отчаянных усилий персонала эксплуатации и ремонтников, которые постоянно меняют трубы и др.

С руководителем предприятия обсудили вопрос обновления старой котельной. Рядом есть площадка, на которой можно разместить здание новой. Строительство осуществляется без отключения старой котельной и в достаточно сжатые сроки, практически за 7–8 месяцев с последую-



щим переключением. В старом здании после демонтажа оборудования предлагаем разместить склад для продукции предприятия.

Руководитель предприятия, аргументируя свое решение необходимостью экономии государственных средств, настоял на использовании здания старой котельной, проведя реконструкцию с заменой котлов ДКВР на котлы Viessmann. В таких случаях необходима кропотливая разработка алгоритма реконструкции с переходом от уже существующего оборудования к новому, что не было выполнено. Генподрядчик «ввязался в бой», не задумываясь о последствиях. Работы прошли очень нелегко и заняли неполных три года. По предварительным оценкам, стоимость такой модернизации стоила вдвое дороже, чем вариант с отдельно стоящей новой котельной.

Поэтому предлагать решение дилеммы «модернизация или новое строительство» в каждом конкретном случае должны специалисты-проектировщики. Заказчик вправе принять свое решение, которое может отличаться от мнения специалистов.

**Денис Цветкович:** Инженерным центром «Энергопрогресс» было предложено несколько технических решений для районной котельной «Азино» (г. Казань). Одно из них заключается в установке конденсационных теплоутилизаторов, которые позволяют более эффективно использовать энергетический потенциал сжигаемого топлива. Схемное решение предполагает утилизацию 25 % общего объема дымовых газов в конденса-

ционном экономайзере, устанавливаемом на байпасной линии удаления продуктов сгорания. Такое решение позволяет избежать образования конденсата в дымовой трубе, так как охлажденные газы после утилизатора смешиваются с основным потоком газов и, таким образом, «подсушиваются». Экономический эффект от внедрения данного мероприятия составит 13164 тыс. рублей в год. Дисконтированный срок окупаемости составляет 4,8 года, что для объектов энергетической отрасли является приемлемым сроком.

Другое решение для котельной «Азино» заключается во внедрении собственной газопоршневой электростанции мощностью 3,6 МВт, работающей в когенерационном режиме. Работа электростанции предполагается в параллель с внешней электрической сетью в целях выработки электрической энергии для собственных нужд котельной. Тепловую энергию от газопоршневой электростанции можно использовать для подогрева обратной сетевой воды. Данное техническое решение планируется реализовать по схеме энергосервисного контракта. Таким образом, заказчик не несет никаких первоначальных затрат и получает электрическую энергию по значительно выгодному тарифу. Срок окупаемости внедрения газопоршневой электростанции для котельной «Азино» составит 3 года.

**ПКМ: Каковы ваши взгляды на степень автоматизации объектов?**

**Виктор Завацкий:** Возможности автоматизации работы котельных и систем теплоснабжения очень высоки. В идеале

котельная должна работать без обслуживающего персонала, а коэффициент надежности – приближаться к 1 (т. е. к абсолютно безаварийной работе). При модернизации котельных такого уровня автоматизации, как правило, не достигают, хотя это возможно; а вот при строительстве новых котельных его можно достичь и в своих проектах мы стремимся к этому, общаясь с заказчиками и скрупулезно поясняя все плюсы и минусы тех или иных решений.

**Павел Володин:** Говоря о степени автоматизации котельных, надо отметить, что здесь есть проблемные вопросы. На каких контроллерах строить систему? Какое программное обеспечение использовать? Какие конечные устройства применять?

Используя импортные системы автоматизации (Siemens, Honeywell и др.), заказчики должны понимать, что программное обеспечение функционирует недолго, разработчики его постоянно обновляют, улучшают. Через 5–6 лет программное обеспечение комплекса автоматизации, да и само «железо» устаревают. Необходима замена на новое, обновленное, а это затраты для заказчика, и немалые.

В то же время, имеются отечественные разработки, не уступающие импортным – это продукты Московского завода тепловой автоматики, фирмы ОВЕН и др.

Говоря о степени автоматизации котельных, необходимо понимать, что чем она выше, тем больше высвобождается эксплуатационного персонала, но вместе с тем и выше необходимость наличия специалистов в области поддержания систем автоматизации в работоспособном состоянии, в их периодической наладке. Вот здесь и возникают вопросы. Понятно, что инженер-наладчик систем АСУ не может знать все комплексы автоматизации разных импортных фирм, владеть одинаково достаточно программированием. В лучшем случае он знает одну или две системы. Поэтому владельцам котельных приходится искать таких специалистов для поддержания автоматики в рабочем состоянии.

Также заказчики должны понимать, что экономия на эксплуатационном персонале, достигнутая за счет автоматизации, на 70–80 % «съедается» расходами на ее поддержание. Только достаточно богатые



заказчики могут себе позволить иметь импортные системы автоматизации, требующие постоянных затрат. Поставив себя на место заказчика, владельца котельной, я бы использовал разработки отечественных фирм – тех, которые рядом и с которыми есть возможность поддерживать постоянный контакт. Для Москвы и Центрального федерального округа таковым является Московский завод тепловой автоматики.

**Денис Цветкович:** Реконструкция и строительство объектов энергетики осуществляется согласно разработанной проектной документации, одним из разделов которой является система автоматизации. В свою очередь такая документация проходит экспертизу на предмет полноты и соответствия требованиям нормативно-технической документации (НТД). Следовательно, объем и полнота автоматизации модернизируемых и строящихся объектов энергетики соответствует требованиям НТД.

Дополнительно к этому заказчик вправе прописать требования к системам автоматизации, которые позволят оптимизировать процесс эксплуатации объекта и повысить его надежность. Данный аспект в предлагаемых нами проектах также отражен, но решение о его реализации остается за заказчиком.

**ПКМ: Какова общая технологическая эффективность модернизации котельных: насколько повышается качество тепловой энергии и улучшаются экологические показатели?**

**Глеб Борисов:** При комплексной модернизации можно добиться снижения вредных выбросов NOx до 30–40 %. Такая технология автоматизации, как поддержание оптимальной концентрации кислорода в дымовых газах, снижает выбросы в атмосферу окислов азота, при этом еще и исключается неполное сгорание топлива и образование сажи. Для котлов, работающих на твердом топливе, весьма эффективным является внедрение топков «кипящего слоя». При этом достигается улавливание серы и понижение концентрации окислов азота. Внедрение вместо обычного газового котла газового конденсатного позволяет в разы сократить вредные выбросы.

**Дмитрий Окуненко:** Само собой разумеется, что чем меньше сожжено топлива, тем ниже выбросы вредных веществ в атмосферу. Кроме того, чем более современное и технологичное оборудование вы используете, тем меньше эмиссия вредных веществ. Например, CO и CO<sub>2</sub> у всех современных котлов примерно одинаковы, а вот выбросы NOx у двухходовых котлов примерно 230 мг/кВт·ч, у трехходовых уже 120 мг/кВт·ч, а у конденсационных и вовсе не превышает 50 мг/кВт·ч. У большинства устаревших котлов эти показатели выше и уже давно фактически не контролируются.

**ПКМ: Есть ли будущее у когенерационных установок как замены котлов? Если ваша компания превратила котельную в мини-ТЭЦ, расскажите об этом.**

**Виктор Завацкий:** В нашей стране когенерационные установки работают на приоритетную выработку электроэнергии, а не тепла (хотя такие примеры есть в других странах). При этом пики потребления тепла и электроэнергии могут не совпадать, а выработка электроэнергии в сеть фактически заблокирована сетевыми компаниями. Таким образом, мы не можем прогнозировать (с учетом еще и аварийных остановок) количество утилизируемого тепла от когенерационных установок, соответственно, и отказаться от установки котлов. Примеры использования когенерационных установок в существующих котельных у нас есть, но их немного и, как правило, работают такие установки не только на обслуживание котельной, но и на нужды других потребителей.

**Павел Володин:** У когенерации, да и тригенерации, есть будущее. Вопрос только в том, повсеместно или на отдельных объектах их применять. Я уверен – только на отдельных объектах. Почему?

При всех достоинствах таких установок одновременной выработки тепловой и электрической энергии (или еще выработки охлажденного теплоносителя для тригенерации) существенным недостатком их является неразрывная, жесткая связь между объемами выработки энергии. Например, для микротурбин Capstone при выработке 1 кВт электроэнергии можно получить до 1,9 кВт тепловой (для

газопоршневых машин на 1 кВт электрической до 1,12 кВт тепловой). Чем меньше выработка электроэнергии, тем меньше получаем тепловой и наоборот.

Наш великий поэт сказал: «В одну телегу впрячь не можно коня и трепетную лань». А в установках когенерации – «впрягли». Вот и получается, зимой нам нужно много тепловой энергии, следовательно, мы вырабатываем соответствующее количество электрической, а куда ее девать, если потребителю она не нужна в большом объеме? И наоборот, летом тепловой энергии нужно немного, а электроэнергию потребитель просит – куда девать излишки тепловой энергии: сбрасывать в атмосферу? То есть греть наружный воздух? Вопрос: нужна ли такая когенерация?

Именно поэтому на стадии предпроектных работ по конкретному объекту специалисты определяют потребность в тепловой и электрической энергии, сопоставляют графики их потребления на протяжении суток, времени года и делают выводы о целесообразности применения когенерации. Для понимания графиков потребления необходимо провести тщательные замеры по времени суток и по сезонам года. Это большая работа специалистов, которая определяет эффективность будущей установки когенерации.

С электроэнергией вопрос реализации избытка может быть решен через передачу ее в региональные системы. Однако вопрос непростой, по какой цене реализовывать и будет ли экономически выгодно, если цену покупки устанавливает система. Более того, владелец когенерационной установки должен быть включен в диспетчерское управление электросистемы. Не каждый заказчик пойдет на это. Что касается избытка тепловой энергии, то поступают просто – сбрасывают в атмосферу с соответствующим снижением КПД установки до нижнего предела 30 % для микротурбин и 40 % для газопоршневых машин. При такой работе об экономической эффективности когенерации говорить не приходится.

Вывод: использование когенерационных установок целесообразно для объектов, у которых соотношение графиков потребления электрической и тепловой энергии наиболее соответствует характеристике применяемого когенерационного агрегата с минимальными потерями



энергии в годичном цикле эксплуатации. Решение по применению когенерации и, в частности, газопоршневых установок или микротурбин, должно приниматься заказчиком на основе тщательных предпроектных проработок специалистами характера энергопотребления объекта.

**Денис Цветкович:** Будущее у когенерационных установок, безусловно, есть, так как комбинированная выработка тепловой и электрической энергии значительно выгоднее. Это демонстрируют тарифы на тепловую энергию котельной и ТЭЦ.

Однако при внедрении когенерационных установок на базе существующих котельных появляются такие сдерживающие факторы, как несовершенство законодательной базы РФ, сложность получения (выполнения) технических условий от сетевых компаний, возможные проблемы с ценообразованием и реализацией электрической энергии во внешнюю сеть.

Если поднимать вопрос об общих сроках окупаемости для всех когенерационных установок, то он будет не совсем правильным. Для одного проекта может случиться так, что оборудование окупается очень быстро, а в другом – не окупается вовсе. Здесь важно учитывать, в каких условиях эксплуатируются мини-ТЭЦ, каковы существующие тарифы на электроэнергию, тепло и топливо, есть ли возможность рационально использовать тепловую энергию на протяжении всего года, каковы затраты на подключение установки к общей энергосети.

Каждый проект когенерационной установки очень специфичен. Например, если сравнить крупные котельные г. Казани, можно сказать, что для котельной «Азино» мини-ТЭЦ является эффективным решением, для котельной «Горки» менее эффективным, а для котельной «Савиново» проект не окупается вовсе.

**ПКМ: Готов ли эксплуатационный персонал в целом по стране к работе со сложным современным оборудованием?**

**Павел Володин:** При переводе котельных с котлов ДКВР, КВГМ, ДЕ, «Универсал», «Энергия» и других на современные импортные или отечественные марки (в подавляющем большинстве случаев с  $T < 115$  °С) эксплуатацией, как правило, занимается тот же персонал с разной степенью переподготовки в учебных комбинатах. Заказчики стараются оставить на эксплуатации только операторов котлов, возложив обязанности технического обслуживания и текущего ремонта оборудования и систем на привлекаемые по договорам специализированные организации. Нужно признать, что такое распределение ролей вполне оправдало себя. Для газовых котельных введение роли «специализированных организаций для технического обслуживания» вызвано требованием законодательства по опасным производственным объектам и требованиями Ростехнадзора.

Для котельных на жидком и твердом

топливах с  $T < 115$  °С законодательных требований по привлечению специализированных организаций нет, однако сложность оборудования и систем, в первую очередь автоматики, вынуждает заказчиков обращаться к специалистам.

В целом персонал эксплуатации котельных – операторы, соблюдая инструкции, справляются с новым оборудованием. Там, где нет системы привлечения специализированных организаций для технического обслуживания, можно ждать проблем и аварийных ситуаций. Опыт эксплуатации ряда котельных показывает справедливость этого заключения.

Здесь не рассматривались крупные теплоснабжающие организации, такие как МОЭК или Мосэнерго, в которых имеются собственные подразделения эксплуатации, ремонтные и аварийные службы, ремонтные базы.

**Виктор Завацкий:** Уровень образования в стране, конечно, упал. «Кадровый голод», нужда в качественных специалистах наблюдается у всех, в том числе и эксплуатационных, служб. Однако мы давно уже применяем свой «рецепт» безаварийной эксплуатации. На этапе пусконаладочных работ проводим качественный инструктаж обслуживающего персонала котельной и в дальнейшем помогаем, проводя сервисное обслуживание. Такая поддержка позволяет не только качественно эксплуатировать оборудование на всем протяжении срока службы, но и иметь постоянную поддержку со стороны сервисной службы МПНУ «Энерготехмонтаж».

**Денис Цветкович:** Трудно дать ответ за работающий персонал в целом по стране. Но, например, в Республике Татарстан уже эксплуатируются современные энергетические комплексы на базе газовых турбин (Казанская ТЭЦ-2), газопоршневых машин (энергоцентр «Майский») и др., следовательно, и персонал готов. Кроме того, на базе Казанского государственного энергетического университета также готовят специалистов по эксплуатации данной техники. Что касается ремонта и диагностики данной техники, то Инженерный центр «Энергопрогресс» принимает активное участие в данной работе и постоянно обменивается опытом с другими предприятиями, имеющими аналогичные установки.



 СТАЛЬНЫЕ ДЫМОХОДНЫЕ СИСТЕМЫ

  
**SCHIEDEL**  
ДЫМОХОДНЫЕ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Участник выставки

**HEAT&POWER**

24-26 октября 2017 г.

Реклама

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДЫМОХОДНЫЕ СИСТЕМЫ

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

Part of the BRAAS MONIER BUILDING GROUP

# Котлы наружного размещения на рынке России

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

*Энергосбережение и безопасность – главные моменты, на которые необходимо обращать внимание при проектировании систем отопления и ГВС с котлами наружного размещения.*



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

**Н**аучно-производственное объединение «Верхнерусские коммунальные системы» (ООО «НПО Вр КС») первым в России осуществило выпуск котлов наружного размещения типа КСУВ (котел стальной универсальный вертикальный) с применением атмосферных горелок мощностью 20÷600 кВт, дутьевых горелок собственного производства мощностью 100÷1000 кВт.

Первыми патентами, защищавшими конструкции котлов наружного размещения, были:

- патент № 2133404 с приоритетом от 10.11.1997 г.;
- патент № 2150050 с приоритетом от 16.10.1998 г.;
- патент № 2150051 с приоритетом от 13.11.1998 г.;

– патент № 2158395 с приоритетом от 12.05.1999 г.;

– патент № RU 13161 с приоритетом от 19.03.2001 г.

Кроме того, выдано еще 45 патентов с более поздними датами приоритета.

При конструировании котлов наружного размещения специалисты общества руководствовались следующими принципами:

### 1. Безопасность сгорания газа в топке котла

Все котлы наружного размещения производства ООО «НПО Вр КС» оснащены двумя взрывными клапанами площадью 0,15 м<sup>2</sup> на каждый м<sup>3</sup> объема корпуса котла, что обеспечивает автоматическое открытие взрывных клапанов при возникновении избыточного давления в топке теплообменника 1,5÷2 кПа.

Теплогидроизолированный корпус котла при таком давлении не подвергается деформации и разрушению, клапаны открываются и закрываются без негативных последствий.

Только после натуральных испытаний Ростехнадзор рассмотрел экспертное заключение ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» и выдал разрешение на установку котлов КСУВ производства ООО «НПО Вр КС» возле отапливаемых зданий социального назначения на расстоянии 1÷2 м от наружных стен.

Большинство производителей котлов наружного размещения, а их более десяти, не выполняют этих требований, производят блочно-модульные котельные с размещением внутри теплогидроизолированного корпуса нескольких теплообменников и в своих паспортах рекомендуют устанавливать их возле

отапливаемых зданий социального назначения, что является преступлением, так как рано или поздно приведет к несчастным случаям, и эти случаи будут на совести недобросовестных производителей котлов, проектных организаций, не выполнивших требований правил безопасности по удалению этих котельных от зданий социального назначения, и федеральных чиновников, которым не хватило 20 лет для разработки стандарта для автономных систем отопления с котлами наружного размещения.

### 2. Экологическая безопасность

Все котлы наружного размещения ООО «НПО Вр КС» оснащены модулируемыми атмосферными до 100 кВт одноступенчатыми и свыше 100 кВт двух- и трехступенчатыми горелками, топки котлов обеспечивают качественное сжигание газа с соблюдением требований по содержанию СО и NO<sub>x</sub> в отходящих дымовых газах. При попытке использовать в вертикальных котлах наружного размещения типа КСУВ дутьевых горелок импортного производства, оказалось, что:

1). Содержание СО в дымовых газах превышает установленные нормативы в десятки раз, так как диаметр топки котлов меньше длины газового факела в несколько раз, газ в факеле не сгорает полностью, касается стенки холодной топки, охлаждается. Кроме превышения экологических требований в десятки раз, пламя касается топки, производя термическое разрушение металлической стенки топки, чем сокращает срок службы котлов наружного размещения в два-три раза;

2). Применение современных дутьевых горелок ведущих европейских и





азиатских производителей недопустимо в котлах наружного размещения, так как они не могут работать при отрицательных температурах, что прямо указано в паспортах этих горелок. Заказчик, применяя котлы наружного размещения с дутьевыми горелками импортного производства, может оказаться без тепла в самые сильные морозы. Зимы в России суровы.

Выдающийся русский инженер В.Г. Шухов не рекомендовал применение горелок фронтального типа в топках вертикальных котлов, так как глубина топки недостаточна для нормального развития факела.

В.Г. Шухов применял для защиты металла топки котла напротив фронта пламени горелки горку из битого шамотного кирпича (рис. 1). Современные Лжешуховы преследуют только одну цель – получение наживы, выпускают поддельную некачественную продукцию и не несут за это никакой ответственности. Особенно этим отличаются производители котлов КСВ, КСВЛ из Ростовской области, производящие 100 %-й брак котлов наружного размещения по содержанию СО в отходящих дымовых газах при использовании импортных дутьевых горелок. Специалисты общества вынуждены были разработать конструкцию горелки диффузионно-кинетической с укороченным в 2-2,5 раза факелом, организовать термическую защиту металла топки котла, создать комбинированную атмосферно-дутьевую горелку, что позволило, при их использовании, строго соблюдать

требования по экологической безопасности. Федеральный стандарт мог бы «отсечь» бюджетных потребителей от Лжешуховых с их покровителями.

### 3. Экономическая эффективность автономных систем отопления и ГВС с котлами наружного размещения

Энергосбережение является главным преимуществом автономных систем отопления и ГВС на базе котлов наружного размещения. В центральной части России эксплуатируются десятки тысяч автономных систем отопления и ГВС на базе электрических электродных котлов. Теплотехнический КПД электродного котла достигает 99 %. Экономический же КПД автономной системы отопления и ГВС на этих котлах, по сравнению с применением газовых котлов наружного размещения, составляет не более 12 %. Как у паровоза. Эра паровозов закончилась после Великой Отечественной Войны, а в коммунальном хозяйстве РФ с электродными котлами эта эра продолжается. Содержание тепла в м<sup>3</sup> газа составляет 8000 ккал, а в 1 кВт-часе электроэнергии 860 ккал, то есть меньше в 9,3 раза.

С учетом КПД электродного котла – 99%, а КПД газового (не конденсационного) котла – 90%, расход средств в газовом варианте меньше в 8,5 раз. Местность в центральной части России газифицирована, непонятно, какими принципами руководствовались местные

чиновники, перерасходуя бюджетные деньги в 8,5 раз больше на отопление и ГВС ежегодно, на протяжении десятков лет, наверное, научились извлекать личные доходы из убытков. Эти автономные системы занимают первое место по перерасходу электроэнергии.

Как известно, энергосбережение должно осуществляться на всех стадиях создания автономных систем отопления. Уже на стадии проектирования должны предусматриваться энергоэффективные решения. Создание автономных систем отопления с естественной циркуляцией теплоносителя для новых систем отопления позволяет экономить до 100% электроэнергии на привод циркуляционных насосов, как и создание автономных систем отопления с

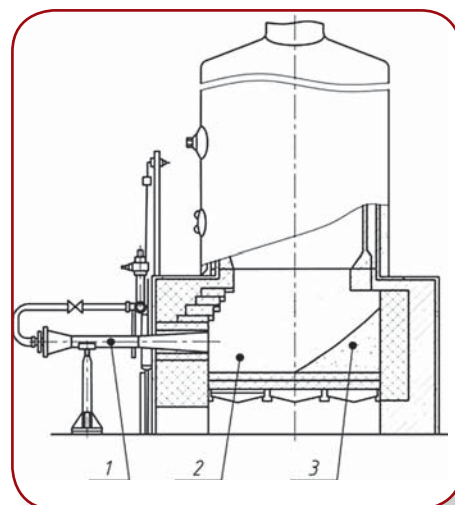


Рис. 1: 1 – горелка; 2 – топка котла; 3 – горка из битого шамотного кирпича

## КОТЕЛЬНЫЕ



комбинированной системой циркуляции теплоносителя при модернизации старых систем отопления как с верхней, так и с нижней разводкой позволяет повысить степень надежности работы автономной системы отопления при отключении электроэнергии. Общество производит системы для комбинированной циркуляции теплоносителя как при верхней, так и при нижней разводке. Применение этих систем позволяет переходить в нерабочие дни и ночи на режим «дежурного отопления», что экономит газовое топливо. Каждый котел типа КСУВ оснащен электронезависимым датчиком температуры с погодной компенсацией, что позволяет увеличивать мощность атмосферной горелки при похолодании до 30% и снижает при потеплении. Система работает весь отопительный период. Циркуляционные насосы используются обычной мощности с давлением теплоносителя 6÷10 м. Но не все производители экономят электроэнергию.

На втором месте по расточительству электроэнергии в автономных системах отопления и ГВС, на наш взгляд, стоят производители котлов гидронного типа, в котлах наружного размещения. Теплообменник котла гидронного типа имеет гидравлическое сопротивление минимум в два раза больше, чем обычная автономная система с другими теплообменниками, что вызывает необходимость применения циркуляционного насоса в два раза более мощного.

Кроме того, теплообменник котлов линейки RS-D обладает неустранимым недостатком для котлов наружного размещения – отсутствием естественной циркуляции теплоносителя, что приводит к мгновенному перегреву теплоносителя при выключении электроэнергии и столь же быстрому размораживанию теплообменника котла. Таким образом, в комплект поставки подобных котлов должны входить и более мощный циркуляционный насос, и автономная электростанция. Но их в комплекте нет, в аукционах участвует только цена самого котла. По большому счету, подобные котлы очень эффективны, но при работе в котельных, а не в качестве котлов наружного размещения. Федеральный стандарт позволил бы избавить бюджетные организации от больших расходов по оплате электроэнергии в автономных системах.

На третьем месте по расточительному расходу электроэнергии в автономных системах отопления и ГВС стоят те же ростовские производители котлов КСВ, КСВЛ, устанавливающие в автономных системах ротационный моторизованный клапан серии ЗФ (производитель ESBE, Швеция). Его гидравлическое сопротивление составляет до 100 кПа, что вызывает необходимость применения специальных циркуляционных насосов с мощностью привода 1,7 кВт. Повышенный расход электроэнергии (+1,49 кВт) удорожает производство тепловой энергии. По оценкам, за шесть месяцев отопительного сезона

перерасход электроэнергии составляет 6436 кВт/ч на сумму 32 184 руб. Если подобный клапан применен в системе горячего водоснабжения и используется в течение всего года, то перерасход – 12 872 кВт/ч на сумму 64 368 руб. Такова цена неверных проектных решений.

В то же время, ООО «НПО Вр КС» производит и комплектует все котлы наружного размещения типа КСУВ электронезависимым автоматическим термостатическим трехходовым краном с гидравлическим сопротивлением до 10 кПа. Его установка позволяет осуществлять «дежурное отопление» в нерабочие дни, при этом применяются обычные циркуляционные насосы с напором 6÷10 м и мощностью привода 210 Вт (при мощности системы отопления до 100 кВт). Но в аукционах участвует только котел со своей стоимостью, а об автономной системе отопления с планируемым расходом электроэнергии и речи нет. Таким образом, расход дорогого энергоносителя, включающий в себя все затраты по добыче, транспортировке газа, дополнительные расходы по содержанию электростанций с их паровыми котлами, турбинами, электрогенераторами, системой ЛЭП напряжением 35÷100 тыс. вольт, системой ЛЭП напряжением 10 тыс. вольт, электросетями напряжением 380–220 вольт, как электроэнергия, никак не нормируются, что приводит к эксплуатации таких объектов, как автономные системы отопления и ГВС с «паровозным» КПД – 12 %.

Федеральный стандарт на автономную систему с котлами наружного размещения решил бы и эту, важнейшую задачу федерального уровня. В этом стандарте также должна быть указана норма, предусматривающая обязательное наличие в автономной системе отопления и ГВС комбинированной системы циркуляции теплоносителя, погодной компенсации, работы систем отопления и ГВС в режиме «дежурного отопления», что позволяло бы значительно экономить энергоносители, удешевлять производство тепловой энергии.

Учитывая 20-летний опыт работы в создании автономных систем отопления на базе котлов наружного размещения типа КСУВ, специалисты ООО «НПО Вр КС», ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» могут принять участие в разработке Федерального стандарта по автономным системам отопления с котлами наружного размещения.



# TERRAHOTS – новая серия водогрейных котлоагрегатов теплопроизводительностью от 4,65 до 58,2 МВт

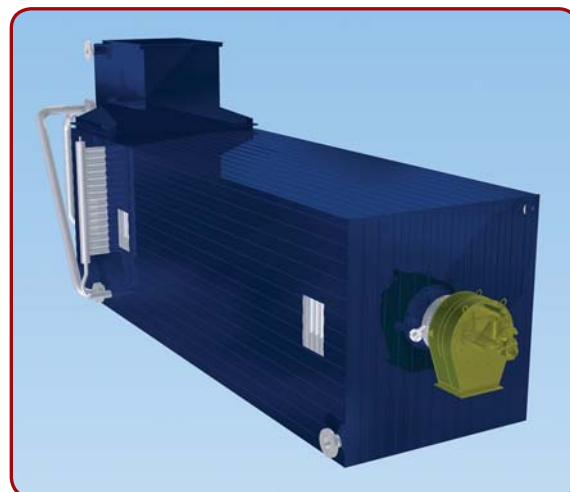
И. Дорожкин, заместитель директора Технического Центра АО «БиКЗ»

*На данный момент в России наблюдается рост потребности в водогрейных котлах. Рост рынка водогрейных котлов отчасти связан с острой необходимостью модернизации муниципальных теплосетей, котельных и ТЭЦ, износом оборудования, его моральным устареванием, а также необходимостью модернизации в связи с переводом котельных на газ.*

**В** России наблюдаются изменения с точки зрения децентрализации систем отопления и горячего водоснабжения, ввиду возникновения потребности частных предприятий в оптимизации затрат и увеличении энергоэффективности применяемого котельного оборудования при строительстве новых объектов, а также модернизации котельных для обеспечения промышленных предприятий и систем ЖКХ. В данном случае большая часть предприятий делают выбор в сторону собственной тепловой генерации. Дополнительно стоит отметить тенденцию

к импортозамещению на рынке теплоэнергетики, что в свою очередь укрепляет позиции отечественных производителей котельного оборудования.

В сложившейся ситуации руководством ЗАО «ТЭП-Холдинг» было принято решение о разработке новой серии водогрейных котлоагрегатов теплопроизводительностью от 4,65 до 58,2 МВт. Выбор был сделан в пользу водотрубных котлов ввиду ряда преимуществ, основными из



**Таблица 1. Технические характеристики котлоагрегатов TERRAHOTS**

Наименование	Габариты, ШхГхВ, м	Масса, кг	Количество и наименование горелок	КПД котла (брутто) при номинальной нагрузке, % газ/мазут	Номинальная теплопроизводительность, МВт	Гидравлическое сопротивление, не более, МПа	Аэродинамическое сопротивление котла, не более, Па
КВ-ГМ-4,65-150Н	6,7х2,6х3,8	8250	ГМВАТ2-5, 1шт	94,3/92,3	4,65	0,16	2445
КВ-ГМ-7,56-150Н	9,2х2,6х4,8	11900	ГМВАТ2-7,5, 1шт	94,3/92,3	7,56	0,1	2358
КВ-ГМ-11,63-150Н	7,9х2,9х4,2	17450	ГМВАТ2-12, 1шт	94,9/92,8	11,63	0,15	2900
КВ-ГМ-18-150Н	8,6х3,6х5,6	21450	ГМВАТ2-18, 1шт	94,2/92,1	18	0,2	3200
КВ-ГМ-23,26-150Н	9,4х3,2х5,7	23344	ГМВАТ2-18, 1шт	94,1/92,5	23,26	0,2	3600
КВ-ГМ-40,7-150Н	6,6х3,6х11,5	46053	ГМВАТ2-25, 2шт	94,3/92,8	40,7	0,15	2920
КВ-ГМ-58,2-150Н	6,6х3,6х15,1	54800	ГМВАТ2-32, 2шт	94,3/92,8	58,2	0,15	3700

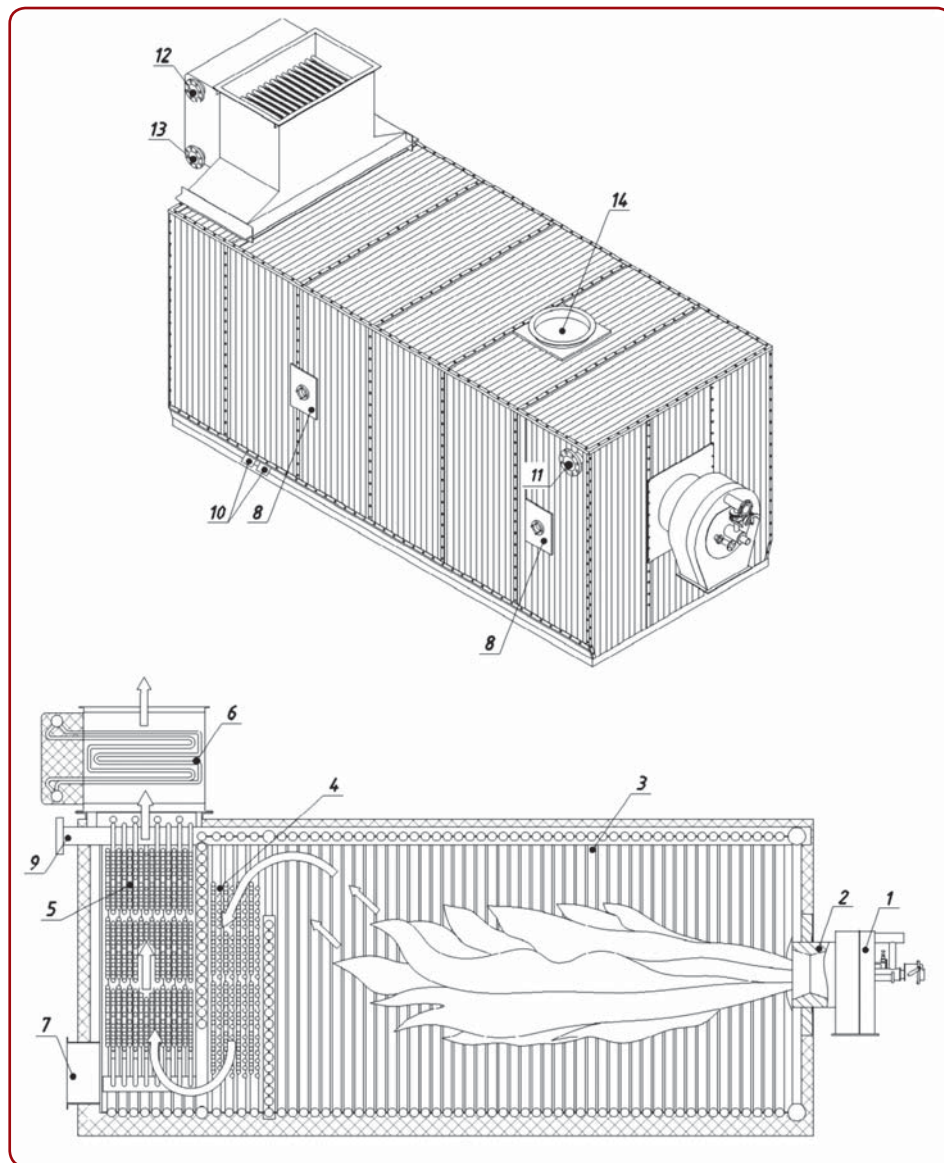


Рис. 1. Основные элементы котлоагрегатов теплопроизводительностью от 4,65 до 23,26 МВт на примере котла TERRAHOTS-11,63-150Н

1 – горелочное устройство; 2 – амбразура; 3 – топочная камера (радиационная поверхность); 4 – 1-я ступень поверхности нагрева конвективного блока; 5 – 2-я ступень поверхности нагрева конвективного блока; 6 – экономайзер; 7 – лаз (конвективный блок); 8 – смотровые лючки; 9 – присоединительный фланец: вход воды в котлоагрегат при температурном графике 70–150 °С или выход воды из котлоагрегата при температурном графике 70–115 °С; 10 – присоединительные штуцера: вход воды в котлоагрегат при температурном графике 70–115 °С, заглушен при температурном графике 70–150 °С; 11 – присоединительный фланец, выход воды из котлоагрегата; 12 – присоединительный фланец, вход воды в экономайзер; 13 – присоединительный фланец, выход воды из экономайзера; 14 – взрывной клапан топки, лаз.

которых являются: низкая металлоемкость, низкие требования к питательной воде, высокая надежность, высокая маневренность, высокая ремонтпри-

годность. Результатом плодотворной работы специалистов Группы компаний «ТЭП-Холдинг» стала новая серия водотрубных водогрейных котлоагре-

гатов теплопроизводительностью: 4,65; 7,56; 11,63; 18; 23,26; 40,7; 58,2 МВт под брендом TERRAHOTS (рис. 1, 2).

При разработке были использованы самые современные программные продукты, а именно:

- Boiler designer – программа для создания управляемых всережимных математических моделей теплоэнергетических объектов;

- SALOME в связке с открытыми решателями – такими, как code\_aster и интегрированный решатель FreeCAD – открытая интегрируемая платформа для численного моделирования решения задач прочности (а также устойчивости и сейсмических расчетов);

- OpenFOAM – программный продукт для проведения численных экспериментов в области моделирования задач механики сплошной среды (газо- и гидродинамических расчетов, а также горение, в том числе многокомпонентной реагирующей среды), который представляет собой открытую объектно-ориентированную библиотеку, написанную на языке C++;

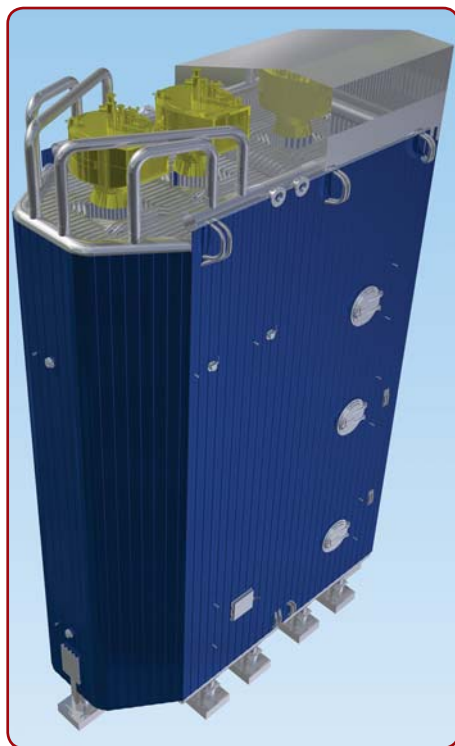
- Autodesk Inventor Professional – система трехмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования (САПР) компании Autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий. Инструменты Inventor обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации.

### Назначение и применение котлов

Водогрейные котлоагрегаты серии TERRAHOTS (КВ-ГМ-150Н) теплопроизводительностью 4,65; 7,56; 11,63; 18; 23,26; 40,7; 58,2 МВт предназначены для нагрева воды от 70 до 150 °С, используемой в системах отопления, вентиляции и ГВС зданий промышленного и бытового назначения. По согласованию возможно изменение температурного графика нагрева воды от 70 до 115 °С.

Котлы работают на природном газе или мазуте при постоянном расходе воды через котлоагрегаты, с возможностью регулирования нагрузки в пре-





делах 30–100% и устанавливаются в котельных, оборудованных системой водоподготовки.

Котлы выпускаются в климатическом исполнении ХЛ, IA и могут устанавливаться в районах с сейсмической активностью до 9 баллов по шкале MSK-64.

Котлоагрегаты TERRAHOTS представлены различными видами компоновки в зависимости от типоразмера водогрейного котла (табл. 1).

Преимуществами котлоагрегатов являются: низкая металлоемкость, простота монтажа, эксплуатации и ремонта. Малая масса котлоагрегатов позволяет сократить расходы на монтаж котлов и изготовление фундамента. Поставка котлоагрегатов в повышенной заводской готовности также позволяет сократить расходы на монтаж. Использование газоплотных панелей в качестве поверхностей нагрева позволяет применять в конструкции котлоагрегатов современные легкие теплоизоляционные материалы. Обшивка котлоагрегатов выполнена легкодоступной для быстрого доступа к поверхностям нагрева при проведении обследования или ремонте. Газоплотные панели котлоагрегатов серии TERRAHOTS изго-

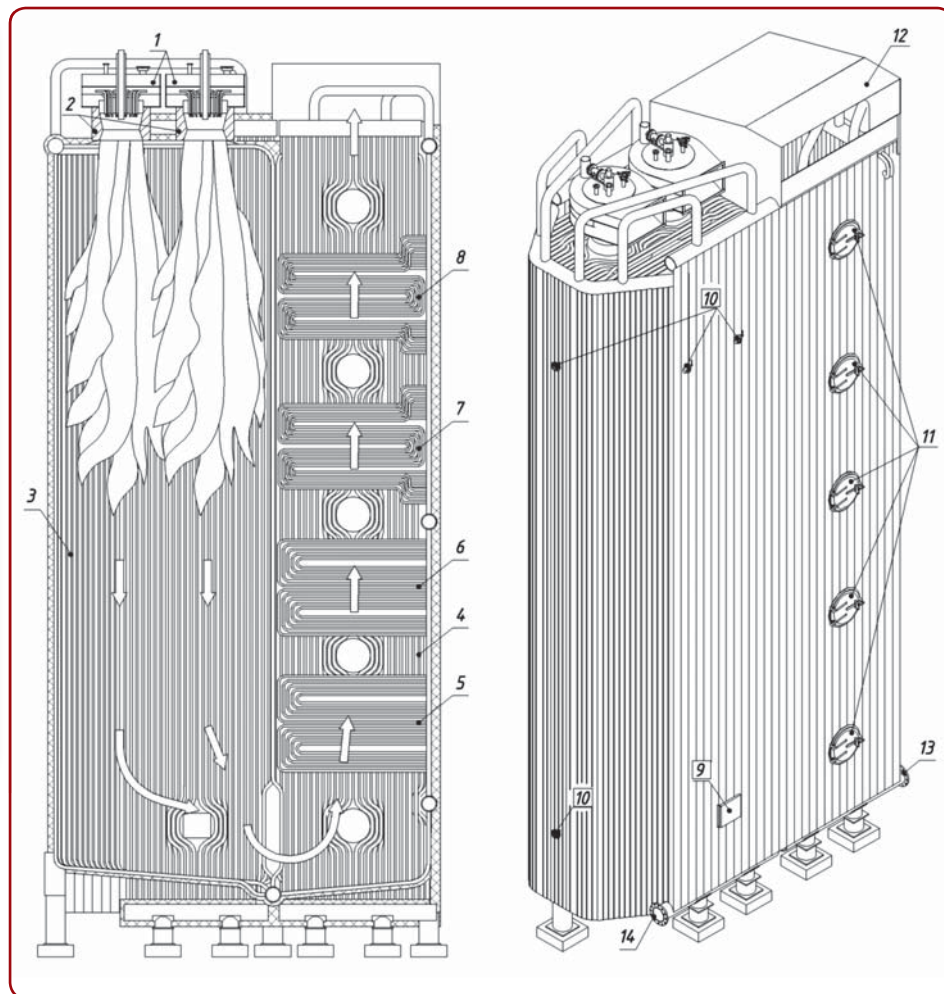


Рис. 2. Основные элементы котлоагрегатов теплопроизводительностью 40,7 и 58,2 МВт на примере котла TERRAHOTS-58,2-150H

1 – горелочное устройство; 2 – амбразура; 3 – топочная камера (радиационная поверхность); 4 – подъемный конвективный газоход; 5 – пакет 1-й ступени конвективной поверхности нагрева; 6 – пакет 2-й ступени конвективной поверхности нагрева; 7 – пакет 3-й ступени конвективной поверхности нагрева; 8 – пакет 4-й ступени конвективной поверхности нагрева; 9 – стальной лаз (топка); 10 – смотровые лючки; 11 – чугунный лаз (подъемный конвективный газоход); 12 – отводящий газоход; 13 – присоединительный фланец: вход воды в котлоагрегат; 14 – присоединительный фланец: выход воды из котлоагрегата.

тавливаются на новом высокопроизводительном технологическом комплексе по изготовлению мембранных панелей, оснащено сварочными инверторами Lincoln (США).

Автоматизированные горелочные устройства обеспечивают стабильную работу с сохранением оптимального соотношения топливо/воздух в диапазоне нагрузок от 10% (растопочный

режим) до 100% и соответствует всем современным требованиям норм безопасной, экономичной и безаварийной эксплуатации объекта.

Конструкцией горелки обеспечивается малый уровень вредных выбросов, на 20% ниже регламентируемых ГОСТом.

Расчетный срок службы котлоагрегатов составляет не менее 20 лет.



На протяжении 55-ти лет выпуск горелочных устройств составляет отдельное направление производственной программы АО «Дорогобужкотломаш» (АО «ДКМ»): предприятием изготавливаются горелки серий РГМГ, ПГМГ и МГМГ мощностью от 6 до 40 Гкал/ч.

## Горелочные устройства типа ГМГР производства АО «Дорогобужкотломаш»

**В** настоящее время основой ассортимента для данного сегмента являются горелки нового поколения – газомазутные горелки рециркуляционные (ГМГР). Они выпускаются АО «ДКМ» с 2012 г. ГМГР используются АО «ДКМ» для установки на котлах серий ПТВМ от 35 до 180 МВт (ГМГР-6, 10 и 12) и КВ-ГМ в диапазоне мощности 11,63 ÷ 139,6 МВт (ГМГР-12, 16, 20, 25 и 35).

Отличительной особенностью ГМГР является оптимальный, с аэродинамической точки зрения, аксиально-лопаточный аппарат, благодаря чему значительно снижается пульсация пламени и вибрация элементов топки и котла в целом, а также общий акустический фон.

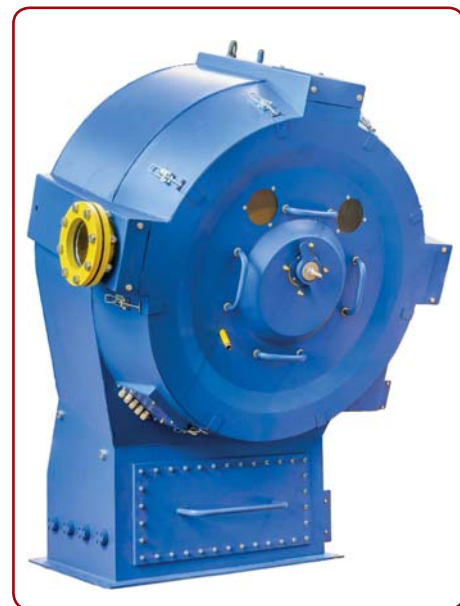
Регулятор стабильности способствует делению пламени факела для организации стадийного сжигания топлива, что приводит к уменьшению теплонапряженности факела и, следовательно, к сокращению выбросов оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ). Кроме того, в корпусе горелок установлены все необходимые приборы розжига, контроля пламени запальника

и основной горелки и регулятор расхода воздуха.

Наличие в составе горелок запально-защитного устройства, прибора селективного контроля пламени и регулятора расхода воздуха способствует применению их на котлах любой конструкции, избавляя заказчика от забот по дополнительной комплектации и изысканию места для установки этого оборудования.

На котлах с двухрядным расположением горелок в топке котлов (например, ПТВМ) эти горелки позволяют организовать позонное (ступенчатое) сжигание топлива, что приводит к еще большему подавлению оксидов азота. Суммарный его выброс на таких котлах не превышает 120 мг/м<sup>3</sup>. Помимо этого, горелки ГМГР позволяют организовать внешнюю рециркуляцию отходящих газов для дополнительного снижения  $\text{NO}_x$ .

Коэффициент избытка воздуха ( $\alpha=1,02-1,04$ ) свидетельствует о высоком КПД горелок, а низкое давление воздуха на горение – о малом потреблении электроэнергии по сравнению с горелка-



ми других производителей. Общий КПД котла при использовании горелок этой серии повышается минимум на 2 %.

Конструкция ГМГР позволяет производить установку горелки горизонтально или вертикально относительно основ-



ной ее оси, а благодаря возможности направления присоединительного газового фланца в любую сторону, значительно облегчается прокладка газопровода.

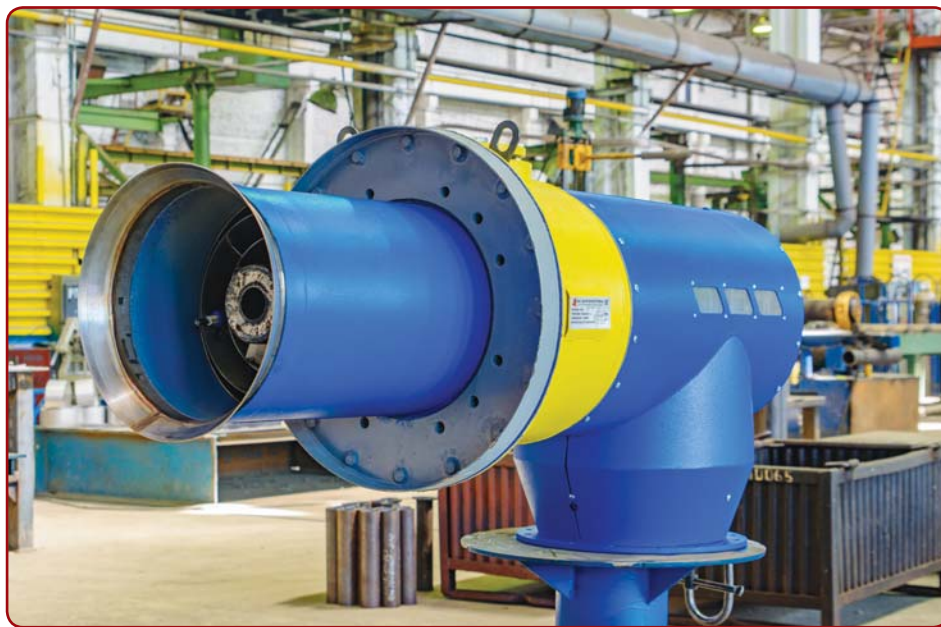
Горелки просты в использовании, розжиг и наладка не вызывают трудностей. Горелка работает практически при любом давлении газа в очень широком диапазоне изменения коэффициента избытка воздуха без отрыва и проскока пламени.

Давление воздуха горелок не превышает  $175 \text{ кгс/м}^2$  (при  $\sim 500 \text{ кгс/м}^2$  на импортных горелках). От величины давления воздуха зависит мощность электродвигателя вентилятора. Например, при установке импортных горелок на котел ПТВМ-100 увеличивается его электрическая мощность на 250 кВт/ч, что требует дополнительных значительных затрат на установку и оплату потребляемой электроэнергии. В итоге стоимость котельного агрегата ПТВМ-120 с горелками ГМГР приблизительно в три раза меньше, оснащенного горелками импортного производства.

В состав ГМГР входят установленные в едином корпусе:

- селективный фотодатчик контроля пламени основной горелки ФДСА-03М-01 (возможна установка ионизационного датчика ЛУЧ-1АМ);
- горелка запальная газовая с зондом контроля пламени – при работе запальника на природном или сжиженном газе;
- и (или) горелка запальная дизельная с фотодатчиком контроля пламени и калильной свечой зажигания;
- ионизационный датчик пламени запальника ЛУЧ-1АМ;
- источник высокого напряжения – трансформатор розжига DEZ-100;
- форсунка жидкотопливная ТФМ(Д) (механическая, паромеханическая или пневмомеханическая);
- регулятор расхода воздуха (многолепестковая заслонка) с электроприводом МЭО-25-0,25/63У;
- датчик-реле давления воздуха LGW&

Горелка поставляется и монтируется на котел в сборе, в полной заводской готовности. При пусконаладке необходимо произвести наладку соотношения «топливо–воздух» (газовой и воздушной заслонками) и для подавления оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) отрегулировать регулятор



стадийности сжигания топлива в составе горелки.

Газовая заслонка входит в состав газовой арматуры (рампы) горелки, которая является опцией для горелок. Воздушная заслонка входит в состав горелок производимостью от 12 до 45 МВт.

В 2016 г. после успешного завершения промышленных испытаний товарный выпуск АО «ДКМ» был дополнен линейкой блочных горелок ГМГРБ производимостью от 0,5 до 5,5 МВт. Впервые предприятием разработаны варианты комплектации горелочными устройствами собственного производства котлов малой мощности, в том числе, серий «Смоленск», Vacuumatic, «Дорогобуж», «туннельных», Е-1,0-0,9ГМ и т. д.

Блочное газогорелочное устройство представляет собой моноблок горелки и вентилятора, состоящий из блока горелки со встроенным рабочим колесом и электродвигателем вентилятора, блоков воздушной заслонки, приборов и автоматики. В блоке горелки расположены газовая камера, завихритель и запальная горелка. Блок воздушной заслонки обеспечивает подачу воздуха к рабочему колесу и регулирование его расхода. В блоке приборов и автоматики расположены датчики и приборы, возможна установка контроллера управления горелкой и котлом в целом. Снаружи блоки горелки закрыты звукоизолирующим корпусом в новом исполнении.

Особенностью горелок ГМГРБ является модульная конструкция, позволяющая собирать изделие с наиболее подходящими заказчику параметрами.

Запальное устройство горелки надежно работает при давлении газа от 130 Па до 40 кПа при любом значении давления воздуха (зависит от типа топки, работающей под разрежением или давлением). Запальное устройство регулируется, и его работа проверяется при изготовлении горелки, дополнительной наладки не требуется.

Регулирование тепловой нагрузки котла может осуществляться позиционно или плавным изменением расхода газа и воздуха. При наличии в котельной нескольких котлов горелки могут работать от верхнего уровня управления котельной.

Горелки сертифицированы на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного Союза (№ ТС RU C-RU.АЛ 32.В.02309, серия RU № 0298234 и ТС RU C-RU.АЛ 32.В.01545, серия RU № 0290413), прошли экспертизу промышленной безопасности: регистрация утверждения экспертизы в Центральном управлении Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 02-ТУ-30393-2013.

Горелки серий ГМГР и ГМГРБ не уступают продукции зарубежных производителей по техническим параметрам и оптимальны для российских бюджетов.



## Котлы Laars для крышных котельных – особенности и преимущества

*Предлагаем обратить внимание на одного из крупных зарубежных производителей водогрейных котлов, работающих на нашем рынке с 1992 г., – известную американскую фирму Laars, производящую котлы, получившие название «гидронные».*

Один из основных вопросов при подготовке строительства новой или реконструкции старой котельной – вопрос применения котельного оборудования. В настоящее время перечень отопительных котлов достаточно широк. На рынке котельного оборудования представлено большое количество производителей котлов как зарубежного, так и отечественного производства. Котлы имеют свои особенности, достоинства и недостатки.

Разборная конструкция котлов LAARS значительно облегчает, упрощает и делает возможной их доставку до места монтажа при отсутствии по каким-либо причинам грузоподъемной техники.

Основной особенностью и отличием котлов данного типа от котлов, работающих по так называемой классической схеме, является высокая скорость прохождения теплоносителя в теплообменнике котла.

Это техническое решение, а также применение теплообменника из цельнокатаных медных оребренных труб позволило на порядок увеличить площадь теплообмена и улучшить тепломеханические показатели котла:

- снизить требования к качеству питающей воды и одновременно свести к минимуму отложения накипи на внутренних поверхностях теплообменника;
- значительно уменьшить его объем

(емкость теплообменника котла мощностью 1 МВт составляет 27 л),

- снизить тепловую инерцию котла и, соответственно, уменьшить потери в тепловом резерве;

- снизить общий вес котла с теплоносителем (отношение «вес котла, заполненного теплоносителем/мощность» = 1,41);

- низкие шумовые характеристики, компактность и небольшой вес позволяют считать оптимальным их применение в проектах крышных и модульных котельных.

Котлы полностью ремонтпригодны и просты в техобслуживании – позволяют выполнять ремонтные и регламентные работы силами обслуживающего персо-



нала котельных без привлечения сторонних организаций.

Все котельное оборудование LAARS поставляется в полной заводской готовности, укомплектовано горелками, приборами автоматики и безопасности.

Котлы LAARS представлены следующими моделями.

**Атмосферные котлы:**

– **MIGHTY THERM** – для автономных котельных в диапазоне единичных мощностей от 100 до 1200 кВт, отличаются повышенной надежностью, компактностью и простотой эксплуатации, а простота конструкции позволяет в случае необходимости оперативно производить ремонт теплообменника путем замены отдельных трубок. Вес котла 1080 МВт – 1395 кг.

**Наддувные котлы с предварительным смешением газозвушной смеси:**

– **PENNANT** – малолитражная вентиляционная горелка, закрытая камера сгорания, NO<sub>x</sub> – менее 10 ppm, реверсивный высокоэффективный теплообменник, многоступенчатое регулирование тепловой мощности (1, 2, 3 и 4 ступени). Для экономии места возможен монтаж котлов в два яруса. КПД котла – 94 %;

– **MIGHTY THERM II** – 8 типоразмеров мощностью от 96 до 498 кВт, КПД – 94 %, бесшумная вентиляционная горелка, закрытая камера сгорания, NO<sub>x</sub> – менее 10 ppm;

– **RHEOS** – серия промышленных газовых котлов с системой модуляционного управления, которая автоматически регулирует мощность котла в диапазоне 50–100 %. Габариты котлов RHEOS позволяют доставлять котлы на место



монтажа через стандартный дверной проем. КПД котлов RHEOS – 95 %, NO<sub>x</sub> – менее 10 ppm;

– **MAGNA THERM** – передовая модель конденсационного котла с модуляцией мощности от 100 до 20 %, низкие выбросы оксида азота – 10 ppm NO<sub>x</sub>.

Все модели котлов могут работать в каскаде, что дает возможность подбирать требуемую суммарную мощность котельной. Конструкция котлов Pennant и Magna Therm позволяет применять в проектных решениях как горизонтальное, так и вертикальное дымоудаление.

Крышные и модульные котельные с использованием котлов LAARS работают по всей РФ, от Ялты до Якутска с 1992 г. На теплообменники всех котлов предоставляется 5-летняя гарантия. Нормативный срок службы котлов при квалифицирован-

ном обслуживании и соблюдении требований инструкции по монтажу и эксплуатации составляет 25 лет.

В целях замещения импортного котельного оборудования, с 2001 г. в России выпускаются аналоги атмосферных котлов «Майти Терм» под торговой маркой «Гидроник». В конструкции которых применена автоматика фирмы Хоневелл и газогорелочное устройство Лаарс. Котлы изготавливает компания-партнер «Гидронмаш», в 2016 г. производство было расширено, что позволило снизить стоимость оборудования и сократить сроки поставки.



129626 Москва,  
пр. Мира д. 106  
info@laars.ru  
www.laars.ru  
8(499)-706-81-47





## Водогрейные котлы «Веллонс» на древесных отходах – ваши экономия и прибыль



**Михаил Токарь,**  
генеральный директор  
ООО «Веллонс.РУ»

27 апреля 2017 г. фирма «Веллонс» закончила все стендовые испытания водогрейного котла «Веллонс» WB-1500 со 100 %-ным изготовлением в России на старейшем российском котлостроительном заводе АО «Дорогобужкотломаш». Сегодня мы предлагаем не просто эффективную, неприхотливую к влажности топлива установку, но еще и высокорентабельный бизнес с окупаемостью проектов в 10–20 млн рублей за 1–2 года.

На нашем сайте [www.Wellons.pro](http://www.Wellons.pro) можно посмотреть обновленный видеоролик о монтаже котла. Это котел мощностью 2 МВт.

Для реального заказчика мы готовы его демонтировать и привезти через 4 недели в любую точку России. Подробности работы установки от роз-

жига до выхода на расчетную мощность можно также посмотреть на сайте в разделе видеоматериалов. Приглашаем посетить площадку с работающим котлом, расположенную в 300 км от Москвы.

Котел защищен двумя американскими патентами и одним российским. Достиженные результаты по горению были по достоинству оценены нашими американскими коллегами-инженерами, и особенно ряд модернизаций, сделанных нами под работу с влажным российским топливом.

Все отснятые нами видеоматериалы показывают работу котла на щепе влажностью 53,8 %, что подтверждается лабораторией завода. Топка котла – это топка Wellons, так что весь спектр кородревесных отходов будет отлично



гореть. Имеется Декларация ТР-ТС 010 (до 110 °С) и паспорт на котел.

Наши установки можно и нужно размещать в дополнение к существующим мощностям ТЭС или же как отдельно стоящий участок по переработке всех видов кородревесных отходов. При этом в виде добавки можно использовать торф, уголь, лузгу, отходы с птицеферм.

Обращайтесь, и мы будем рады провести технико-экономический аудит вашего предприятия, определим потребность в тепле, наличие и достаточность древесных отходов и наметим схему размещения котельного комплекса. Выполним весь инжиниринг, с этим связанный. Если же речь пойдет о существующем предприятии, то мы посчитаем, сколько дополнительного тепла вы сможете получить, используя древесные отходы. Подробное технико-коммерческое предложение (ТКП) будет разработано для вас бесплатно и отправлено через несколько дней. Если у вас возникнут вопросы по предложенному варианту, вы быстро получите на них ответы. В наших ТКП всегда присутствуют как стоимость и описание самого котла, так и полные ЕРС-условия. Мы будем рады всем, кто захочет подписать агентское соглашение с нами на продажу наших котельных комплексов и услуг.

В настоящее время рынок России показывает устойчивый рост интереса к котельному оборудованию, и особенно – к энергетическим комплексам небольшой мощности (мини-ТЭС). И для роста подобного интереса есть объективные причины. Запасы древесины в России сегодня составляют около 82 млрд м<sup>3</sup>, а их ежегодный прирост – 987 млн м<sup>3</sup>. Эти цифры говорят только об одном: России нужны котлы, работающие на древесных отходах.

Более того, изучая вопрос замещения оборудования для генерации тепловой и электрической энергии, которое работает на дизельном топливе (что очень недешево), на установки, в которых в качестве топлива используется биотопливо, мы обнаружили, что около 2/3 территории России не обеспечено централизованным энергоснабжением.



Это ли не простор для работы, для применения наших котельных на территориях, нуждающихся в энергоресурсах? Однозначно, на этом рынке всем котлопроизводителям найдется место, на которое рассчитываем и мы. В год экологии мы поможем превратить затратные и токсичные кородревесные отходы в прибыль для любого предприятия.

**ВЕЛЛОНСРУ  
& WELLS**

141407, МО, г. Химки,  
Юбилейный пр-т, д. 7, владение 2,  
БЦ «Созвездие успеха», офис 2.2,  
тел.: +7 (499) 130-34-20,  
e-mail: [Office@Wellons.pro](mailto:Office@Wellons.pro),  
web: [www.wellons.pro](http://www.wellons.pro)



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 торцов, составленных из четырех отводов каждый. Торы соединены экранными и кипятельными 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-

топригоден. 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, имеют 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 хозяйственно-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 вы 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 арендуем 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**



На базе котлов Elco в Краснодаре строится котельная, которая по праву может претендовать на самую высокоэффективную и одновременно экологичную котельную России. Для жилого комплекса «Версаль», расположенного на берегу озера в самом центре Краснодара, впервые в Россию был поставлен напольный газовый конденсационный котел Elco R3605 мощностью 1,1 МВт.

# ELCO в Краснодаре – самая экологичная и высокоэффективная котельная России

Роман Сломов, менеджер по продажам и развитию в ЮФО Отдела газового оборудования высокой мощности, Elco Commercial heating Division Ariston

**К**омплекс «Версаль» состоит из двух зданий: жилого 21-этажного с квартирами бизнес-класса и двумя двухуровневыми пентхаусами, один из которых имеет собственный бассейн, и 5-этажного административного здания с офисами, фитнес-клубом, бассейном, супермаркетом и детским садом. На закрытой территории расположена всепогодная детская площадка и подземно-наземный паркинг.

Заказчик, компания ООО «СтройИнвест-Кубань», при проектировании системы отопления поставил задачу добиться максимальной эффективности системы отопления. Сложность проекта заключалась в месте размещения котельной. Так как крыша была эксплуатируемой, на ней расположены террасы пентхаусов, котельную предполагалось выполнить пристроенной к дому. Поскольку жилой комплекс имеет статус бизнес-класса, необходимо было добиться низких шумов от котель-

ной на всем диапазоне мощности. Также заказчик позаботился и о здоровье будущих жильцов, оборудование должно отвечать самым высоким экологическим нормам. Сложности проекту добавило и требование по площади, на которой необходимо было построить котельную. На довольно скромных размерах требовалось разместить котельную мощностью 2,8 МВт.

Всем этим требованиям как нельзя лучше отвечают современные конденсационные котлы Elco серии R3600. Это серия напольных газовых котлов с теплообменником, выполненным из высоколегированной стали единичной мощностью от 600 до 1100 кВт. Встроенная премиксная (предварительного смешивания) горелка обеспечивает более качественное перемешивание газа с воздухом, что значительно снижает шум при работе котла. При 100 % загрузке котла мощностью 1,1 МВт уровень шума не превышает

64 дБ(А). Малая протяженность камеры сгорания и быстрое охлаждение дымовых газов, за счет оригинальной водоохлаждаемой горелки и интенсифицированного теплообмена в котле, обеспечивают высокие экологические показатели. Предельные выбросы котла R3605 CO – 27,3 мг/кВт/ч, NO<sub>x</sub> – 39 мг/кВт/ч, что соответствует 5-му классу NO<sub>x</sub>. Среднегодовые выбросы (по EN15502) CO – 6,5 мг/кВт/ч, NO<sub>x</sub> – 19,5 мг/кВт/ч. Также большим преимуществом этих котлов является полностью разборная конструкция, облегчающая техническое обслуживание и позволяющая проводить ремонт котла. В котле возможно заменить любой элемент, разбирается даже теплообменник, это делает срок службы котла практически бесконечным, а значит, о такой сложной операции, как замена котла в котельной, с которой рано или поздно сталкивается заказчик, применяя традиционные жаротрубные котлы, можно забыть.



По проекту в котельной установлены два котла – конденсационный Elco R3605 мощностью 1100 кВт и низкотемпературный R3409 мощностью 1685 кВт. Основная нагрузка по межсезонному отоплению и ГВС ляжет на конденсационный котел. Низкотемпературный котел, работающий в конденсационном режиме до половины своей мощности, будет закрывать зимнюю потребность в тепле, и только при сильных морозах выходить на полную мощность, теряя режим конденсации. Благодаря тому, что заказчик не стал экономить на радиаторах отопления и реализовал отопительный погодозависимый температурный график 70/50, время работы котлов вне режима конденсации будет минимальным.

Такое странное, на первый взгляд, разделение котлов по мощности обусловлено средней и максимальной нагрузками. За счет плавной модуляции котлов от 30 до 100 % котельная сможет одинаково эффективно работать и летом, когда нет отопительной нагрузки, и в межсезонье, и зимой, в самый холодный период.

Заложенный запас мощности сможет обеспечить ГВС даже в максимальном режиме разбора при любой нагрузке



на отопление. В котельной запроектированы насосы с частотным приводом, управляющий сигнал на которые выдает каскадная автоматика котлов. Это еще одна особенность котлов Elco.

С одной стороны, это приводит к экономии электроэнергии, с другой, – котлы регулируют поток теплоносителя таким образом, чтобы поддерживать высокий перепад между подачей и обратной магистралью, тем самым под-

держивая максимальный режим конденсации, а значит и эффективности работы котла.

**elco**

ООО «Аристон Термо Русь»  
тел. +7 (495) 213-03-00,  
[www.elco.net.ru](http://www.elco.net.ru)



Котлы серии R3600 Elco поставляют в Россию впервые, однако в Европе эти котлы очень популярны. На 4-х котлах Elco R3604, размещенных в контейнере, организован подогрев футбольных полей тренировочной базы ФК «Челси» в Кобхэме. На строительство данной базы было потрачено более 20 млн фунтов стерлингов. Как сказал главный инженер компании Anslow Partnership, выполнявшей этот проект, Ричард Джексон (Richard Jackson): «ФК «Челси» проводит политику снижения потребления энергии для сохранения окружающей среды, таким образом, котлы Elco были выбраны из-за высокой эффективности и лучших показателей по выбросам NOx». Ранее на котлах R3605 подобный проект реализован на стадионе Parkstad Limburg в Керкраде, кроме подогре-

ва поля котлы отапливают весь стадион, включая подогрев бассейна.

Ультрасовременный и футуристический, построенный по проекту Sheppard Robson и Skanska офисный комплекс площадью около 24 тыс. м<sup>2</sup> и стоимостью 101 млн фунтов стерлингов «One Kingdom Street» – самый инновационный проект в Paddington Central (один из ведущих бизнес-центров Лондона). В проекте, получившем высшую оценку по экологичности по системе BREEAM, применены пять котлов серии R3600.

Однако это не означает, что использовать данное оборудование могут позволить себе лишь очень богатые инвесторы. В Италии, в небольшом городке Граведона, с населением менее 3 тыс. жителей реализован проект реконструкции старой котельной госпиталя Moriggia Pelascini. Котельная настолько устарела, что эксплуатировать ее стало слишком дорого. Новые котлы R3605 не только снизили эксплуатационные расходы, но и значительно сократили выбросы, что также привело к снижению платы за выбросы.





Современное измерительное оборудование позволяет осуществлять настройку и безупречную работу новейших газотурбинных и когенерационных установок, снижая затраты предприятий, связанные с расходом топлива, и обеспечивая при этом экологическую безопасность.

## Анализаторы дымовых газов – необходимый инструмент для настройки и сервисного обслуживания когенерационных установок

М. Григорян

Принцип совместной выработки тепла и электроэнергии, называемый когенерацией (от англ. cogeneration), позволяет значительно увеличить эффективность использования топлива по сравнению с технологиями, применяемыми на электростанциях, вырабатывающих только электрическую энергию. Использование технологий когенерации позволяет не терять ту тепловую энергию горячих дымовых газов, которая в обычных топливосжигающих установках не применяется.

Когенерационная установка состоит из силового агрегата, электрического генератора, различного вида теплообменников (поверхностных, контактных, жаротрубных) и системы управления. В качестве силового агрегата обычно используют тепловые двигатели различного типа, например, газопоршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) или газотурбинные двигатели (ГТД). Производство электрической энергии осуществляется генератором, который приводится во вращение силовым агре-

гатом (двигателем), а выработка тепловой энергии происходит путем отбора излишков тепловой энергии от систем двигателя (систем охлаждения, смазки) и его отработавших газов. Полученную тепловую энергию посредством теплообменных аппаратов передают потребителю тепла.

Таким образом, применение когенерационных установок значительно повышает эффективность использования топлива. Например, при электрической мощности когенерационной установки



1 МВт потребитель получает до 2 МВт тепловой мощности в виде горячей воды или пара, которые в свою очередь могут применяться для промышленных нужд, отопления и горячего водоснабжения.

Во многих странах Европейского союза с 2000 г. действуют национальные проекты по увеличению топливной и энергетической эффективности, а также сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу.

В РФ в 2009 г. был принят новый Федеральный закон № 261ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». План мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности направлен на достижение определенного Президентом РФ показателя – снижение энергоёмкости национальной экономики на 40 % к 2020 г.

В рамках данных национальных проектов Россия и страны ЕС стремятся внедрять в энергетику новейшие достижения науки и техники: когенерационные электростанции с ДВС и газотурбинные установки в качестве силового оборудования для мощных ТЭС и мини-ТЭЦ. За последние 10 лет существенно обновился парк оборудования и технологий. К таким техническим новинкам относятся, например, водонагреватели со встроенным тепловым насосом, использующие тепло окружающего воздуха и обеспечивающие за счет этого тройную экономию электроэнергии для потребителя. Безусловным нововведением последних двух–трех лет является массовое производство и применение компактных микрогенерационных установок с двигателем Стирлинга общей мощностью от 3 до 100 кВт, работающих на природном и сжиженном газе.

Особое свойство двигателя Стирлинга, как двигателя с внешним подводом теплоты, позволяет снизить в три раза содержание СО в обработанных газах и значительно уменьшить содержание NO (содержание NO<sub>2</sub> остается постоянным и не превышает 3 % об.), при этом общий КПД достигает 96 %, а уровень шума не превыша-

ет 60–65 дБ. Настройку и обслуживание микрогенерационных установок наиболее удобно проводить с газоанализатором testo 330-2 LL. Для контроля выбросов данный анализатор рекомендуется комплектовать опциональными сенсорами на оксид углерода СО<sub>низ</sub> (0...500ppm с разрешением 0,1 ppm) и оксид азота NO<sub>низ</sub> (0...300ppm с разрешением 0,1 ppm), позволяющие осуществить регулировку на предельно-низкие концентрации в выбросах и обеспечить при этом максимальный КПД. Имеющаяся в testo 330-2 LL функция автоматического разбавления задействуется при превышении концентрации СО свыше 500 ppm, разбавляя пробу газа до 2 000 ppm.

Это позволяет проводить замеры вне диапазона измерения сенсора и защищая его от выхода из строя при избыточных концентрациях СО. На прибор предоставляется 4-летняя гарантия (в том числе на сенсоры O<sub>2</sub> и СО), позволяющая снизить эксплуатационные расходы благодаря экономии как минимум на одной плановой замене сенсоров.

На когенерационных установках с ДВС необходимо проводить измерения, исходя из технических особенностей настройки газопоршневых двигателей и законодательных нормативов ГОСТ Р 55006-2012 «Стационарные дизельные и газопоршневые электростанции с двигателями внутреннего сгорания. Общие технические условия».

Для правильной настройки и обслуживания когенерационных установок с газопоршневым двигателем необходимо контролировать выбросы дымовых газов в различных режимах двигателя и установки в целом, а также одновременно напрямую оксиды азота NO и NO<sub>2</sub>, так как концентрация NO<sub>2</sub>



не является постоянной величиной и в процессе измерений может достигать 50 % NO<sub>x</sub>. Анализатор testo 340 с возможностью одновременного измерения концентраций O<sub>2</sub> (0...25 %), СО (0...10 000 ppm), NO (0...3 000 ppm) и NO<sub>2</sub> (0...500 ppm) будет удобным и надежным помощником сервисных инженеров при настройке когенерационных установок. Дополнительное удобство и точность измерений обеспечивают модернизированные зонды для промышленных двигателей и турбин, рассчитанные на максимальную температуру T<sub>макс</sub> = 1 000 °С, с длинным четырехметровым двухканальным шлангом для точного измерения NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> и встроенным пылевым фильтром.

Опционально в зонд для промышленных двигателей и турбин может быть установлена термопара (тип К, 1 000 °С) для контроля температуры отходящих газов.

Благодаря дополнительным отверстиям на кончике трубки зонда, время отклика термопары сокращено в два раза. Двухканальный шланг позволяет предотвратить путаницу кабелей,

так как кабель от термопары может быть интегрирован в свободный канал шланга. Управлять газоанализатором testo 340 на расстоянии до 10 м, передавать данные на компьютер и создавать отчеты можно с помощью программного обеспечения easyEmission. Подключение к ПК (ноутбуку, планшету) происходит либо по каналу USB, либо с помощью Bluetooth, что особенно удобно при настройке и проведении тестовых испытаний когенерационной установки.

Замена старых электрогенерирующих мощностей на новейшие высокоэффективные газовые турбины, снижающие выбросы (до 9–25 ppm) оксидов углерода COx (CO+CO<sub>2</sub>) и оксидов азота NOx (NO+NO<sub>2</sub>) и сокращающие «тепловое загрязнение» окружающей среды, является одним из способов решения экологических проблем. Экологические показатели газотурбинных установок, соответствующие самым высоким требованиям, позволяют размещать их в непосредственной близости от местонахождения людей. КПД газотурбинных установок практически сопоставим с КПД газопоршневых силовых агрегатов, однако с помощью газотурбинных установок значительно проще получить высокую мощность. При этом диапазон электрических нагрузок может находиться в пределах, начиная с минимальных 1–3 % и до максимальных 110–115 %.

От газоанализатора, который будет использоваться для настройки и обслуживания газотурбинных установок, требуется соответствие самым высоким метрологическим требованиям и российским нормативам СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-038-2005 «Инструкция по проведению контрольных измерений вредных

выбросов газотурбинных установок на компрессорных станциях».

Анализатор дымовых газов testo 350 полностью отвечает российским нормам и всем требованиям, предъявляемым

0,1 ppm позволяет с легкостью решить задачу по высокоточному определению суммы оксидов азота NOx. Благодаря возможности выбора необходимого коэффициента расширения диапазона измерения до 20 000 ppm для сенсора CO<sub>низ</sub> (0...500 ppm с разрешением 0,1 ppm), можно получить точные значения концентрации угарного газа, не боясь повредить сенсор во время процесса наладки турбин. В дополнение к этому встроенный блок пробоподготовки на элементах Пельтье, осушающий забранную пробу, и специальный зонд для турбин исключают возможность образования конденсата и способствуют высокоточному измерению крайне неустойчивого газа NO<sub>2</sub>.

Конкурентным преимуществом testo 350 является возможность управления блоком анализатора на расстоянии до 100 м (при условии отсутствия помех) и получения измеренных значений по каналу Bluetooth 2.0 с помощью управляющего модуля. С газоанализатором testo 350, как и с testo 340, можно подключаться к ПК (ноутбуку, планшету) по каналу USB или Bluetooth с помощью ПО easyEmission.

Технологии, применяемые в современном оборудовании, например, газоанализаторах testo, позволяют осуществлять настройку и безупречную работу новейших газотурбинных и когенерационных установок, снижая затраты предприятий, связанные с расходом топлива, и обеспечивая при этом экологическую безопасность.




производителями новейших турбин по контролю малых концентраций в отходящих газах, необходимых для правильной настройки установок.

Измерения выбросов в процессе мониторинга и настройки турбин требует высокого уровня точности ввиду низких концентраций CO и NO. Сочетание сенсора NO<sub>2</sub> (0...500 ppm) и сенсора NO<sub>низ</sub> (0...300 ppm) с разрешением

0,1 ppm позволяет с легкостью решить задачу по высокоточному определению суммы оксидов азота NOx. Благодаря возможности выбора необходимого коэффициента расширения диапазона измерения до 20 000 ppm для сенсора CO<sub>низ</sub> (0...500 ppm с разрешением 0,1 ppm), можно получить точные значения концентрации угарного газа, не боясь повредить сенсор во время процесса наладки турбин. В дополнение к этому встроенный блок пробоподготовки на элементах Пельтье, осушающий забранную пробу, и специальный зонд для турбин исключают возможность образования конденсата и способствуют высокоточному измерению крайне неустойчивого газа NO<sub>2</sub>.

конкурентным преимуществом testo 350 является возможность управления блоком анализатора на расстоянии до 100 м (при условии отсутствия помех) и получения измеренных значений по каналу Bluetooth 2.0 с помощью управляющего модуля. С газоанализатором testo 350, как и с testo 340, можно подключаться к ПК (ноутбуку, планшету) по каналу USB или Bluetooth с помощью ПО easyEmission.

We measure it. 

ООО «Тэсто Рус»  
+7 (495) 221-62-13  
info@testo.ru  
www.testo.ru





Если в термодинамическом цикле в качестве рабочего тела используется не водяной пар, как в традиционной паротурбинной технологии, а низкокипящие рабочие тела (НРТ) – органические или синтетические вещества с низкой температурой кипения, то такая установка будет работать по органическому циклу Ренкина (ОЦР).

## Применение ОЦР-технологии в системах утилизации бросового тепла

О. Мохов, исполнительный директор ООО «Малая и Альтернативная Энергетика»

Органический цикл Ренкина (от англ. Organic Rankine Cycle) назван так в честь Вильяма Ренкина (1820–1872) – шотландского инженера и физика, внесшего огромный вклад в термодинамику. ORC- или ОЦР-технология – это применение подобных систем для получения электроэнергии из различных источников тепла.

Одним из распространенных НРТ является органическая жидкость пентан  $C_5H_{12}$  (отсюда и название – «пентановая технология», хотя оно условно). До температуры  $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$  (при атмосферном давлении) он находится в жидком состоянии, а после  $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$  переходит в газообразное состояние. Примерами других НРТ могут быть циклопентан, углеводороды (бутан, пропан), хладоны (R11, R12, R114, R123, R245+a), аммиак, толуол, дифенил, силиконовое

масло, а также  $CO_2$  при высоком давлении или новое синтетическое вещество Noves 649 – разработка компании «ЗМ», известной по брэндру «Скоч» и др. Последнее, в отличие от пентана, является негорючим, инертным, неэлектропроводным и экологичным.

Типовая схема электростанции (системы утилизации тепла для газотурбинной установки (ГТУ) на основе ОЦР представлена на рисунке. Основные ее части – термомасляный утилизационный котел, турбодетандер с электрогенератором и различные теплообменные блоки (испаритель, подогреватель, рекуператор и воздушный конденсатор).

Выхлопные газы от ГТУ через переключательный шибер (дивертор) поступают в термомасляный котел. Переключающий шибер позволяет не останавливать работу

газовой турбины в случае необходимости прекращения работы системы утилизации. В первичном контуре системы применяется термическое масло. Это вызвано тем, что большинство НРТ – горючие вещества, а температура выхлопных газов у современных ГТУ достигает  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Термомасло более устойчиво к высоким температурам и позволяет передать тепло НРТ не выше заданной температуры. Температура термического масла на выходе из утилизационного котла находится в пределах  $280\text{--}315\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Нагретое масло передает тепло НРТ в подогревателе и испарителе. В последнем происходит процесс парообразования – из жидкого состояния органическая жидкость переходит в газообразное и по трубопроводу направляется в турбодетандер.

Расширяющийся газ в турбодетандере

## ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

вращает генератор, который вырабатывает электроэнергию, со скоростью 1500 об/мин.

Отработавшее после турбины рабочее тело поступает в рекуператор и далее в воздушный конденсатор. После конденсатора оно насосами направляется в пароперегреватель, где подогревается до температуры 220–250 °С и затем снова направляется в турбину.

При использовании в основном контуре CO<sub>2</sub> на сверхкритические параметры промежуточный термомасляный контур не требуется, CO<sub>2</sub> напрямую подается в котел.

По соображениям взрывопожаробезопасности часто оборудование ОЦР-установки размещается на открытом воздухе. Таким образом, в случае утечки рабочего вещества исключается образование взрывоопасной концентрации его паров.

Кроме основного оборудования, парового котла и паровой турбины в составе системы утилизации тепла на базе паротурбинной технологии используется много вспомогательного оборудования: охлаждающие устройства (градирни) для паровой турбины, деаэраторы, система водоподготовки, питательные, конденсатные и циркуляционные насосы. Все оно связано многочисленными трубопроводами: питательными, паропроводами, циркуляционными, конденсационными, химочищенной, сырой, технической воды. На этих трубопроводах установлено огромное количество регуливающей и запорной арматуры, как ручной, так и с электроприводом.

Чтобы подготовить к пуску основное оборудование, прогреть паропроводы, требуется большое количество специалистов, так как все ручные задвижки, вентили, воздушники необходимо открыть, а после прогрева закрыть. Подготовка к пуску занимает несколько часов. Все это усложняет систему управления и обслуживание паротурбинной электростанции.

Также опасной для работы является погода с отрицательными показателями, особенно для градирен. Кроме того, для охлаждения конденсатора требуется большое количество технической воды.

ОЦР-электростанции имеют следующие преимущества:

– отсутствует сложное паротурбинное оборудование (паровые котлы, турбины, ХВО, деаэраторы и т. д.);

– все системы работают надежно до тем-

пературы наружного воздуха –50 °С;

– ОЦР-электростанция работает в автоматическом режиме без обслуживающего персонала, поскольку она намного проще и у нее отсутствуют дренаж и воздушники ручного управления;

– высокая степень заводской готовности модулей – быстрый монтаж;

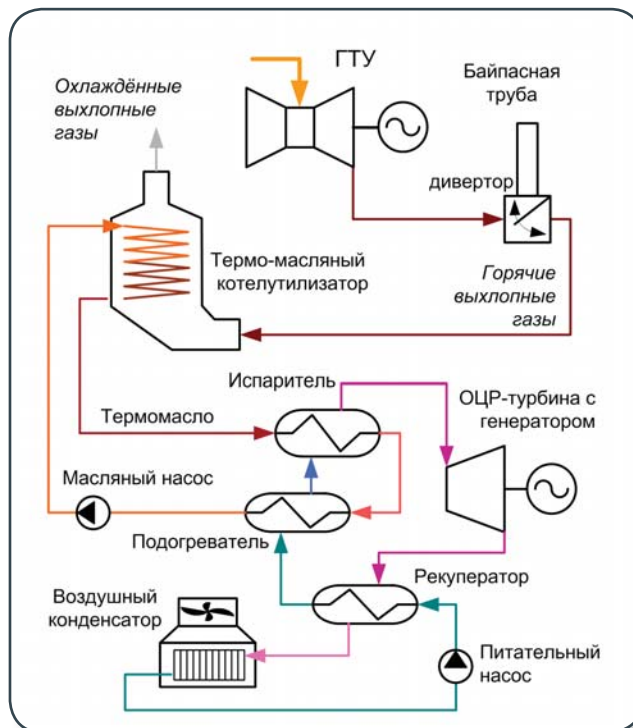
– вместо воды в технологическом цикле применяются незамерзающие жидкости – пентан, термическое масло;

– температура заморозки НРТ и загустевания термического масла – ниже –80–100 °С;

– отсутствует сложное водоподготовительное оборудование (химводоочистка, деаэраторы, вакуумные эжекторы, мокрые градирни, насосы и т.д.);

– отсутствуют проблемы коррозии в связи с использованием неагрессивных органических жидкостей;

– длительный срок службы оборудования за счет относительно низкой частоты вращения, а также низких значений давления и температуры, что также дополнительно



Типовая схема электростанции (системы утилизации тепла для ГТУ) на основе ОЦР

обуславливает низкий уровень шума, срок службы ОЦР-установок – 25 лет.

Благодаря вышеперечисленным преимуществам, ОЦР-установки нашли применение в различных системах утилизации бросового тепла, таких как геотермальные электростанции, комплексы утилизации тепла выхлопных газов газотурбинных и газопоршневых установок, системы, работающие на тепле горячих технологических



Комплекс получения электроэнергии на биомассе 800 кВт





Цементный завод мощностью 2 МВт

газов (цементная, сталелитейная промышленность, производство кирпича и др.), комплексы получения электроэнергии, работающие на биомассе (отходы деревообработки и др.).

Стоит отметить один исторический факт – первая в мире геотермальная ОЦР-электростанция была создана в СССР на Камчатке (Паратунская ГеоТЭС) в 1967 г., затем была построена первая очередь Мутновской ГеоТЭС, которые работают и по настоящее время. В дальнейшем такие установки в России не производились, а за рубежом это направление активно развивалось.

Одной из лидирующих в этой отрасли является компания Ormat. Ее головной офис расположен в США, основное производство находится в Израиле. Специализация – геотермальные электростанции, комплексы за газотурбинными установками.

Другая компания Turboden (Италия) является европейским лидером по производству ОЦР-установок. В 2015 г. она отметила свое 35-летие. Компания поставила более 300 установок по всему миру, из которых 240 находятся в эксплуатации. Компания Turboden первой внедрила в России относительно мощную – 1,8 МВт электрической и 10 МВт тепловой энергии – ОЦР-электростанцию на нефтеперерабатывающем заводе компании «Лукойл-Пермь». Станция работает на тепле от сжигания

попутного нефтяного газа, который раньше утилизировали в факелах. Вырабатываемая тепловая энергия расходуется на технологические нужды производства. После вхождения в 2013 г. в состав концерна Mitsubishi Heavy Industries компания Turboden получила мощную поддержку и широкие возможности для внедрения своих ОЦР-установок в России. Она предлагает линейку установок мощностью от 0,3 до 10 МВт. Компания Turboden первой предложила одноконтурный (без термического масла) вариант ОЦР-установок – DirectExchange. Известный концерн Siemens с недавнего времени также предлагает ОЦР-установки до 2 МВт.

Подразделение компании GE – NuovoPignoneS.p.A. (Италия) также занимается разработками систем утилизации тепла выхлопных газов на базе ОЦР-технологии под торговой маркой ORegenTM. В настоящее время у компании имеется один реализованный проект на газоперекачивающей станции компании Canada's Alliance Pipeline в канадской провинции Альберта. Электрическая мощность – 14 МВт.

Бывшее советское, а ныне украинское предприятие ПАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе», г. Сумы, изготовило опытно-конструкторскую пентаановую установку на своем предприятии. Она забирает тепло выхлопных газов от газовой турбины ГТД

НК-16СТ и выдает 4 МВт электрической мощности. В настоящее время предприятие, кроме этой установки, других не изготавливает.

Компания Maxxtec (Германия) владеет почти 100 %-ным пакетом акций компании Adoratec GmbH и предлагает ORC-системы, ранее выпускаемые под маркой Adoratec, теперь – под своим именем. В арсенале компании более 20-ти реализованных проектов ОЦР-электростанций, в основном на биомассе, с максимальной мощностью 1700 кВт.

Компания Dresser-Rand (США) использовало в своих установках негорючее вещество – углекислый газ. Но для работы этого вещества по циклу Ренкина потребовалось высокое рабочее давление – 24 МПа. Температура – до 500 °С. Работа при таких высоких параметрах связана с определенными техническими трудностями. Компания выпустила установку на 300 кВт и собирается поставить установку на 8 МВт для газоперекачивающей станции в Канаде.

Российские компании проявляют интерес к этой технологии. Стоит отметить компанию «Комтэк-Энергосервис», которая предлагает комбинированный цикл – SORC (SteamORC). Водяной пар срабатывает в паровой противоавлапной турбине, а далее – в ОЦР-турбине на изобутане. Тем самым достигается высокий КПД.

В настоящее время ПАО «Газпром» начинает внедрение ОЦР-установки на компрессорной станции «Октябрьская» ООО «Газпром трансгаз Югорск». Комплекс будет использовать тепло выхлопных газов ГПА-Ц-16 и вырабатывать до 8 МВт электроэнергии на собственные нужды. Финансирование проекта будет осуществлено по схеме энергосервисного контракта.

К сожалению, опыта и референц-листа внедренных проектов сегодня у российских компаний нет, а это важно, так как параметры цикла Ренкина подбираются из опыта разработки и эксплуатации подобных систем. Можно, например, стремиться к увеличению КПД путем повышения давления, но при этом придется ликвидировать утечки рабочего вещества в уплотнениях подшипников турбины и насосов, а это не только повышенные эксплуатационные расходы, но и снижение безопасности, так как многие НРТ пожароопасны.



Залогом максимальной эффективности, наилучших экономических показателей внедрения газопоршневых установок, обеспечения надежности и стабильности работы при построении энергоцентра является правильный выбор основного генерирующего оборудования.

## Об особенностях модельного ряда газопоршневых установок MTU

Энергоцентры на базе газопоршневых установок (ГПУ), обладающие высокими показателями энергоэффективности и, как следствие, окупаемости, все чаще выступают основным источником электрической энергии на предприятиях самых различных отраслей и работают в режиме 24 часа в сутки, 365 дней в году.

Компания MTU, являющаяся основным подразделением Rolls-Royce Power Systems, – ведущий мировой производитель систем направления децентрализованного производства электроэнергии, выпускаемых под брендом MTU Onsite Energy.

Многолетний опыт компании, передовые технические решения для газопоршневых установок на сегодняшний день сосредоточены в сериях MTU S4000 (770–2500 кВт) и S400 (116–420 кВт).

Модельный ряд серии S4000 предлагает энергомодули для работы в широком диапазоне климатических условий, для различных видов газообразного топлива, включая природный газ, биогазы, попутный нефтяной газ, прочие

углеводородные газы, в том числе с относительно невысокими качественными показателями.

Разнообразие модификаций MTU серии 4000 удобно рассмотреть на примере наиболее мощной в модельном ряду серии S4000 20-цилиндровой газопоршневой установки MTU 20V4000 L64. В этом, наиболее эффективном, исполнении, обозначаемом как L64, энергомодуль обеспечивает номинальную мощность в 2540 кВт, что достигается за счет наиболее высокой степени сжатия (14:1) и величины наддува, один цилиндр установки обеспечивает 130 кВт механической мощности.

Номинальные характеристики модификации L64 рассчитаны для работы на качественном природном газе с метановым числом MN не менее 80 и низкой теплотворной способностью 10–10,5 кВт/нм<sup>3</sup> (8600–9000 ккал/нм<sup>3</sup>), расчетная температура окружающего воздуха составляет 25 °С, максимальная температура без снижения мощности – 30 °С. КПД такой установки достигает значения 44,1 %, а при утилиза-

ции тепла от ГПУ общий коэффициент использования топлива составляет до 84,9%. ГПУ с индексом L64 оптимально подходят для применения в системах параллельной работы с внешней сетью и в таком применении показывают наибольшую эффективность.

На практике для обширных территорий России или, к примеру, Центральной Азии, номинальные условия для машины с индексом L64 недостижимы ни по температуре окружающей среды, ни по качеству газа. Кроме этого, активно развивается рынок оборудования для работы на специфических топливных газах, прежде всего попутном нефтяном, с низкими значениями MN, и на биологических газах с высокими значениями MN, но низкой теплотворной способностью.

Широкое применение находят ГПУ S4000 с индексом L33, обеспечивающие высокие показатели энергоэффективности при работе на природном газе с метановым числом от 70. Менее требовательная к качеству газа, ГПУ MTU 20V4000 L33 при номинальной



Таблица 1

	Степень сжатия	Рцил.мех.	MN	Тинтеркулера	Твпуска	Достоинства
L64	14	130 кВт	>80	40	20–30	Электрический КПД
L33 вар. 1	12,8	100 кВт	>70	40	20–30	Тепловой КПД
L33 вар. 2	12,8	110 кВт	>80	40	20–30	Общий КПД
L32	12,1	100 кВт	>80	53	30–40	Жаркий климат
L32ER	10,5	макс. 100 кВт	<70	53	30–40	Попутный газ и т.п.
L32FB	13,9	100 кВт	>120	53	30–40	Биогаз

Таблица 2

MTU S4000	L64	L33	L32	L32ER	L32FB
8V	1012	776	776	—	776
12V	1523	1169	1169	—	1169
16V	2028	1718	1562	1562	1562
20V	2535	2145	1948	1948	1950



мощности 2141 кВт имеет КПД электрогенерации 42,9 %, с одного цилиндра такой установки снимается 110 кВт механической мощности при степени сжатия 12,8:1. За счет больших теплопотерь ДВС, эффективно применяемых в системе утилизации тепла, и более высокой температуры отходящих газов общий коэффициент использования топлива составляет 87,8 %, что является наибольшим значением в модельном ряду серии S4000. При необходимости комбинированной выработки электри-

ческой и тепловой энергии использование таких установок наиболее эффективно.

Для работы в условиях тропического или резко-континентального климата предусмотрена модификация L32 – при расчетной температуре окружающего воздуха 30 °С установка обеспечивает работу без снижения мощности вплоть до 45 °С за счет невысокой степени сжатия (12,1:1) и увеличенного интеркулера наддува. Механическая мощность с одного цилиндра составляет

100 кВт, номинальная мощность MTU 20V4000L32 – 1950 кВт, электрический КПД установки – 42,8 %. Установки L32 отлично зарекомендовали себя в условиях жарких степей и при соответствующей инфраструктуре безотказно работают в условиях песчаных бурь.

Модификация L32ER – с низкой степенью сжатия (10,5:1) для газов с низким октановым числом, склонных к детонации, таких как попутный нефтяной газ. Такие установки предназначены для применения на месторождениях и объектах нефтегазовой отрасли.

Для работы на биогазах – таких как животные биогазы, свалочный, канализационный газ – предлагается модификация L32FB. Не склонный к детонации биогаз позволяет этой модификации работать при степени сжатия 13,9:1, но с одного цилиндра снимается 100 кВт механической мощности ввиду невысокой теплотворной способности биогаза.

Ключевые характеристики установок MTU S4000 различных модификаций сведены в табл. 1.

В табл. 2 приведены значения номинальных электрических мощностей (в кВт) энергомодулей серии S4000 различных модификаций с напряжением генератора 0,4 кВ. Доступны также исполнения с генераторами 6,3 и 10 кВ.

Уже более 15 лет на рынке энергетического оборудования представлен официальный партнер MTU в России – компания ООО «Энергонезависимость». За плечами «Энергонезависимости» – более 100 МВт суммарной установленной мощности объектов, введенных в эксплуатацию в самых разных условиях: от крайнего севера до южных степей.

Богатый опыт компании и высококвалифицированный персонал обеспечивают успешную реализацию объектов собственной генерации, бесперебойно-



ет собственным сервисным центром. Сервисные специалисты с профильным образованием регулярно повышают квалификацию в центре MTU в городе Фридрихсхафен, Германия, что обеспечивает производство работ любой сложности на самом высоком уровне. Особый сплав накопленного в области автономной генерации опыта и полученных знаний лежит в основе высокого квалификационного уровня, обеспечивающего эксплуатацию оборудования с минимальными затратами и максимальной надежностью, поддерживая его идеальное техническое состояние.

Продукция компании MTU Friedrichshafen GmbH — одна из лучших в сфере энергогенерации на сегодняшний день. И это не случайно. Двигатели MTU постоянно эволюционируют, повышая КПД и снижая долю эксплуатационных расходов конечного потребителя — в эру повышения эффективности и снижения издержек это становится определяющим фактором при выборе основного оборудования.

Возвращаясь к ГПУ серии S4000, для рассмотренной выше модификации L64 инженеры MTU реализовали особую конструкцию головки блока цилиндров, что позволило увеличить ее ресурс с 21000 до 63000 моточасов. Новая технология снизила необходимость в регулировке клапанов и позволила увеличить гарантированный межсервисный интервал до 3000 моточасов, что позволило существенно снизить стоимость владения установкой и, как следствие, сократить стоимость выработанного киловатт-часа.

Необходимо отметить, что наличие собственной сервисной службы в инженеринговой компании позволяет непрерывно совершенствовать выпускаемую продукцию за счет обратной связи от специалистов, задействованных в эксплуатации. Именно поэтому спроектированные и запущенные в эксплуатацию объектами высокотехнологичны, надежны, эффективны и удобны в эксплуатации.

го и гарантированного энергоснабжения от выбора основного оборудования и схем энергораспределения, составления технико-экономического обоснования и проектирования до поставки, выполнения строительно-монтажных работ и ввода энергокомплекса в эксплуатацию.

«Энергонеzависимость» произво-

дит блочные контейнерные автоматизированные газовые электростанции и теплоэлектростанции и осуществляет строительство на их базе автономных энергоцентров суммарной мощностью до 45 МВт и выше, с комбинированной выдaчей тепловой и холодильной энергии.

Кроме перечисленного, ООО «Энергонеzависимость» располага-

**ООО «Энергонеzависимость»**  
**603009, Россия, г. Н. Новгород,**  
**пр. Гагарина, 37**  
**Тел./факс: (831) 27-27-707**  
**Эл. почта: info@e-n.ru**  
**Веб: www.e-n.ru**



# Стальные котлы CABK и CABK Plus компании De Dietrich

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

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

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

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

до 92,4 %. Для безопасности котла его теплообменник снабжен взрывным клапаном.

Теплообменник котла CABK способен работать при давлениях теплоносителя 4 бара для котлов до 290 кВт и 5 бар для более мощных котлов. Под заказ могут поставляться котлы в специальном исполнении с рабочим давлением до 8 бар. Мощностной ряд котлов серии CABK от 79 до 2900 кВт позволяет использовать стальные котлы De Dietrich в огромном спектре различных объектов промышленного, жилого, коммерческого и административного назначения.

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

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

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

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

**Представительство  
De Dietrich Thermique.**

**Тел. (495) 221-31-51, 8-800-333-17-18**

**(бесплатно по России).  
www.dedietrich.ru  
info@dedietrich.ru**





Проект строительства мини-ТЭЦ – главный опорный документ при реализации планов развития собственной тепло- и электрогенерации предприятия.

# Требования к проектам мини-ТЭЦ для возможности параллельной работы с внешней сетью

С.Вострокнутов, директор РУЭЛТА МСК

**П**ервоочередной задачей при рассмотрении вопроса строительства мини-ТЭЦ является подготовка бизнес-плана – определение целесообразности инвестиций в строительство энергоцентра, их объемов, сроков возврата и перспектив получения дальнейшей прибыли. Подготовка бизнес-плана сопряжена с правильным пониманием экономической ситуации в государстве, оценкой прогнозов роста тарифов на энергоресурсы, корректным расчетом капитальных затрат на строительство мини-ТЭЦ, а также ее дальнейшей эксплуатации.

Для того чтобы получить объективные

ответы на указанные вопросы, необходимо учитывать ряд технических моментов:

- в каком режиме будет работать энергоцентр – параллельно с внешней сетью или же изолированно;
- каковы тарифы на сегодняшний день;
- план развития предприятия;
- режим работы объекта – насколько стабильно потребление электроэнергии, есть ли базис нагрузки;
- состав электрических нагрузок;
- на каком напряжении планируется выработка электроэнергии, имеется ли вся необходимая инфраструктура или

же необходимо ее строительство или реконструкция;

- как планируется утилизировать тепловую энергию;
- выбор основного оборудования (российское или зарубежное);
- с какими сетевыми компаниями предстоит взаимодействовать – кто будет выдавать технические условия на подключение к внешним сетям;
- наличие свободных лимитов на энергоресурсы;
- выбор поставщиков основного оборудования (российские или зарубежные);
- выбор площадки для будущего энергоцентра;



– наличие обслуживающего персонала и т.д.

Рассматривать технические вопросы необходимо комплексно, так как все они тесно взаимосвязаны и зачастую в поиске оптимальных решений участвуют специалисты различных областей энергетики. Команда строителей мини-ТЭЦ должна быть готова к этому.

Все это относится к сбору первичной информации и подготовке задания на разработку проектной документации.

Следующим основным этапом является разработка проектной документации, начинающаяся со сбора требований, предъявляемых к будущей мини-ТЭЦ: технические условия на подключение к внешним сетям и подготовка задания на проектирование. На данном этапе проекта должны быть определены все граничные условия, сформулированы все задачи и получены требования и ограничения к создаваемой системе.

В техническом задании отражаются требования ко всем системам строящейся мини-ТЭЦ, данный документ является основополагающим и в дальнейшем становится приложением к договору строительства.

При проектировании особое внимание должно быть уделено вопросам надежности и безопасности энергоснабжения. Как отмечалось ранее, одним из ключевых вопросов является режим работы мини-ТЭЦ: параллельно с внешней сетью или же изолированно. Критериями в данном вопросе являются: наличие потребителей первой категории надежности электроснабжения, нахождение на объекте крупных единичных потребителей, влияние качества электроэнергии на процессы предприятия.

Безусловно, режим параллельной работы является предпочтительным, так как генерация, работая параллельно с внешней сетью, обладает существенно большей динамической и статической устойчивостью, и данный режим работы способен обеспечить требуемое качество электроснабжения, однако он влечет за собой необходимость проведения большего объема работ: должны быть рассмотрены вопросы системной устойчивости, безопасности и надежности – в проекте должны быть проведены ва-



*Варианты размещения мини-ТЭЦ на открытых площадках*

риантная проработка режимов работы электрической сети, анализ изменения уровня тока короткого замыкания в существующей сети, по результатам которого могут быть выданы требования на замену имеющегося на объекте распределительного оборудования или его масштабную реконструкцию.

Отдельного внимания заслуживают вопросы разработки и согласования системы релейной защиты, так как в энергосистеме появляются новые источники электроэнергии, необходимость рассматривать двунаправленные защиты. Зачастую на объектах возникает проблема согласования быстродействия защит распределительной сети и самого гене-

ратора, поэтому необходимо отдельно рассматривать вопросы быстродействия и селективности.

Кроме того, средствами защиты и автоматики необходимо обеспечивать выделение генерации на сбалансированную нагрузку предприятия в случае исчезновения связи с внешней системой (отключение выключателя со стороны сетевой организации). В данном режиме автоматика должна действовать практически без выдержек времени, в ином случае режим «острова» может быть не удержан и генераторы будут остановлены своими защитами.

Одним из способов апробации принимаемых технических решений является



Мини-ТЭЦ с модулем утилизации тепла

компьютерное моделирование энергосистем различных масштабов, широко применяемое в современном проектировании. Современные программно-технические комплексы позволяют заранее отработать все возможные режимы, проверить предполагаемое к установке оборудование по допустимым предельным режимам (перегрузки, сбросы и наборы мощности, аварийные ситуации), а также отладить систему управления нагрузками на предприятии и проверить правильность выбранных уставок релейной защиты.

В проекте должны быть рассмотрены вопросы требований от сетевых организаций. Чаще всего к генерации мини-ТЭЦ предъявляют требование о невыдаче во внешнюю сеть электроэнергии – возникает необходимость обеспечивать нулевые перетоки по линиям связи. Данная функция является стандартной для поставщиков генерирующих мощностей, однако она требует стыковки шкафов управления выработкой электроэнергии мини-ТЭЦ с уже имеющимся измерительным оборудованием в распределительной сети объекта. На данном этапе в проекте должны быть рассмотрены варианты подключения новых измерительных комплексов, а также обеспечения связи между измерителями и преобразователями мощности и шкафами управления мини-ТЭЦ. При больших мощностях энергоцентросетевыми организациями выдвигаются

требования о передаче в региональные диспетчерские службы телеизмерений и телесигнализации о показателях работы находящихся на объекте генерирующих мощностей. Здесь проектом необходимо предусмотреть сбор и передачу данных согласно используемым в данном регионе стандартам.

Как уже отмечалось, при проектировании электрической части мини-ТЭЦ требуется понимание стыковки первичного и вторичного управляющего оборудования. Автоматике управления генераторов требуется немалый объем телесигнализации и телеизмерений. Кроме того, от шкафов управления генераторов в цепи вторичной коммутации распределительных устройств должны передаваться команды телеуправления и блокировок. Данный объем работы должен быть выполнен проектировщиками в сотрудничестве с производителем генерирующих мощностей, в ином случае монтаж и пусконаладка объекта будут существенно затягиваться.

Отдельным вопросом является учет энергоресурсов, потребляемых мини-ТЭЦ, а также электро- и теплоэнергии, выдаваемых в сети предприятия. Без их корректного учета невозможно определить экономические эффекты от строительства энергоцентра.

Данный объем работы также должен являться одним из разделов проекта строительства мини-ТЭЦ. Двухнаправленный учет электроэнергии на границе балансовой принадлежности сетей является обя-

зательным в случае планирования продажи вырабатываемой электро-энергии во внешнюю сеть. (Данный вопрос является темой отдельной статьи и здесь рассматриваться не будет.)

В целях повышения безопасности и оперативности управления мини-ТЭЦ рекомендуется рассматривать вопросы создания автоматизированной системы управления и диспетчеризации (АСУД). При ее разработке необходимо учитывать особенности режимов работы, состав обслуживающего персонала, требования к оповещению о событиях в системе, уровни доступа к системе управления и др.

После разработки проектной документации и прохождения ее согласования в сетевых организациях и инспектирующих органах проект переходит на этап строительства и пусконаладки. Особого внимания требуют проработки временных схем энергоснабжения мини-ТЭЦ, перенастройка релейной защиты и автоматики, учет всех возможных режимов работы системы. Отдельно следует отметить, что все испытания, даже при работе на изолированную нагрузку (нагрузочные модули), должны проводиться после выдачи разрешений инспектирующими органами с соблюдением требований безопасности.

Завершающим этапом проекта является сдача объекта в эксплуатацию. Особое внимание здесь необходимо уделить правильности оформления и передачи всей необходимой документации, а также выбору способа поддержания объекта в надлежащем техническом состоянии: обслуживание силами собственной эксплуатационной службы (которую зачастую приходится создавать с нуля) или же передача вопросов обслуживания мини-ТЭЦ специализированным компаниям.

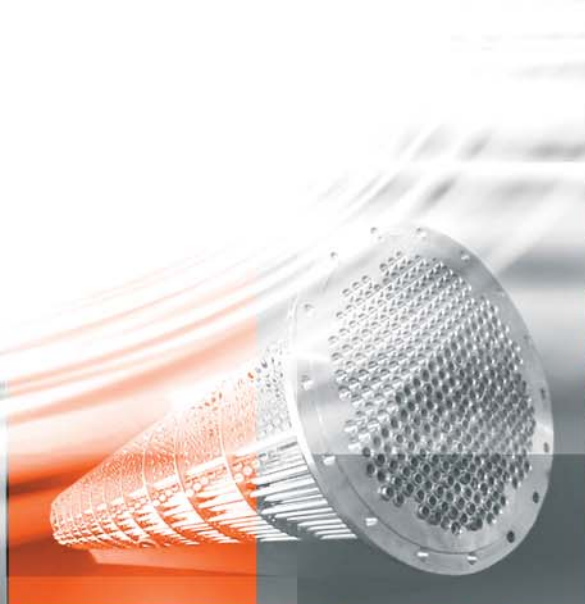
Подводя итоги, хочется отметить, что в данной статье лишь кратко рассмотрены требования к проектам мини-ТЭЦ с возможностью параллельной работы с внешней сетью и без нее, а также приведена примерная последовательность действий – каждый проект требует индивидуального подхода. Подобные работы должны выполняться квалифицированной командой, в которую входят специалисты различных областей.



**24-26 ОКТЯБРЯ 2017**  
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

# HEAT&POWER

**2-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО,  
ТЕПЛООБМЕННОГО И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**



Большой выбор оборудования  
для специалистов, отвечающих  
за бесперебойное  
теплоэнергоснабжение  
предприятий

- промышленное котельное оборудование
- теплообменное оборудование
- турбинное оборудование
- системы автономного энергоснабжения



**Получите  
электронный билет**  
[www.heatpower-expo.ru](http://www.heatpower-expo.ru)



Реклама



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

Официальный  
партнер



Стратегический  
партнер



Генеральный  
информационный партнер



Генеральный  
интернет-партнер



# Гидравлические схемы мини-ТЭС: работоспособны многие, наиболее эффективна – одна

Д. Рожников, ведущий инженер-конструктор ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»

*Как избежать неэффективных режимов работы мини-ТЭС? Задуматься об этом еще на стадии предпроектной и проектной подготовки при строительстве. Мини-ТЭС находится на конкретном объекте: многие схемы в ней будут работоспособны и только одна – наиболее эффективна.*

«Нулевые» годы прошли под знаком активного развития технологии строительства небольших теплоэлектростанций (мини-ТЭС). А ведь совсем недавно, в 90-х гг. прошлого столетия, собственная автономная ТЭС для небольшого промышленного предприятия или торгового центра в РФ могла быть признана лишь ненаучной фантастикой. Первые прорывные проекты показали принципиальную возможность строительства частных мини-ТЭС (что было не так уж очевидно с точки зрения государственно-ориентированных органов технического надзора). Запущенные проекты стали пробной площадкой для оценки экономической эффективности вложений отнюдь не малых финансовых и иных ресурсов предприятия, раскрыли реальную себестоимость электрической энергии и показали надежность такого «альтернативного» электроснабжения, т. е. подготовили почву для дальнейшего строительства частных мини-ТЭС предприятиями и организациями. И активное внедрение не заставило себя долго ждать.

Энергоцентры появляются во многих местах: когенерационные и тригенерационные, подключенные к сетям в качестве резерва, с резервированием «от сети» или в «островном режиме», с приоритетной выработкой электро- или теплоэнергии. Есть проекты, связанные с внедрением электрогенерирующих установок в работающие котельные и тепловые сети! В каждом конкретном случае решались проблемы отдельно взятого предприятия силами конкретных проектных групп. В

результате были реализованы всевозможные схемы работы оборудования, в том числе и не всегда оптимальные.

Можно отметить, что само по себе электроснабжение достаточно дорого, и любая мини-ТЭС может снизить удельную стоимость генерируемой энергии с помощью когенерации или тригенерации, т. е. использования выделяющегося при электрогенерации попутного тепла. Достигнутая на сегодняшний день эффективность применения внутренней энергии природного топлива может составлять 85–90 %.

Чтобы получить такую эффективность, необходимо вдумчиво подходить ко всем элементам мини-ТЭС: постоянно меняющиеся потребности в теплоснабжении и электроснабжении принципиально не взаимосвязаны – в таких условиях крайне важна согласованность оборудования электрогенерации, теплоутилизации и теплогенерации.

Наиболее часто мини-ТЭС используются с приоритетом по электроснабжению, т. е. утилизация неизбежных теплоизбытков от работающих установок электрогенерации происходит в порядке побочного продукта. Утилизация тепла выхлопных газов по приоритету также оказывается вторичной.

Рассмотрим возможные схемы гидравлической стыковки оборудования мини-ТЭС в привязке к замкнутым водяным тепловым сетям отдельных предприятий (теплоснабжение собственных нужд). Такая тепловая сеть является закрытой двухтрубной с температурным графиком

105/70 °С (регулирование по температуре наружного воздуха) со срезкой на уровне 80 °С для обеспечения потребностей систем горячего водоснабжения (ГВС). Подобные сети регулируют используемую мощность путем изменения температуры теплоносителя при сохранении его количества. Считаем, что все необходимое будет выполнено в соответствующих тепловых пунктах потребителя, в том числе летом (на нужды ГВС, технологическое теплоснабжение и/или при использовании тепла в абсорбционных установках для холодоснабжения).

Так как многочисленные варианты реализации мини-ТЭС различны в деталях, примем, что рассматриваемая нами «усредненная» мини-ТЭС имеет:

- две системы электрогенерации с системами утилизации тепла рубашки водяного охлаждения, обозначенные на схемах  $M_1$  и  $M_2$ ;

- две отключаемые системы утилизации тепла выхлопных газов (с возможностью байпасирования дымовых газов), обозначенные на схемах  $У_1$  и  $У_2$ ;

- два теплогенератора (водогрейные котлы), обозначенные на схемах  $K_1$  и  $K_2$ ;

- две системы охлаждения теплоносителя (сухие градирни наружного размещения), обозначенные на схемах  $X_1$  и  $X_2$ .

Мощности систем утилизации побочного тепла ( $M_i$  и  $У_i$ ) условимся считать прямо пропорциональными вырабатываемой электроэнергии (мощности электрогенерации) во всем диапазоне от минимального до максимального значений.



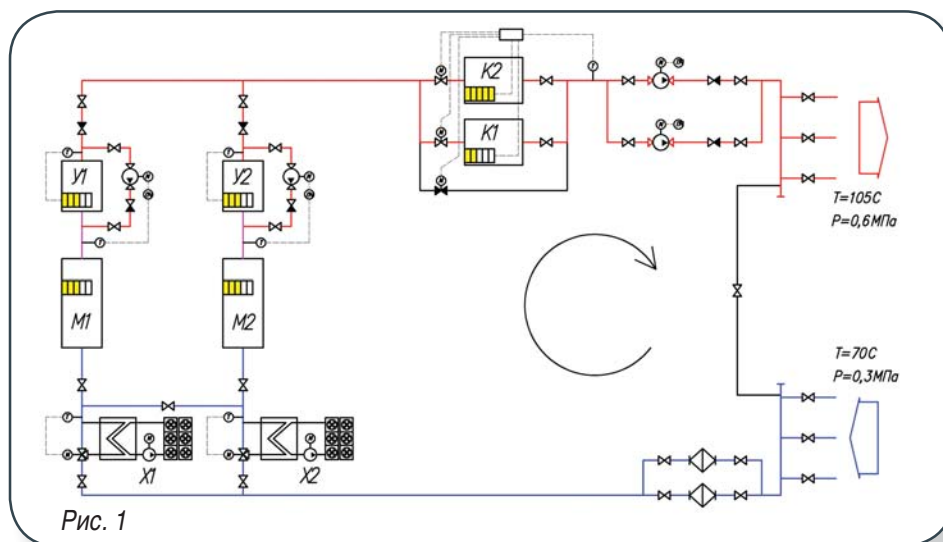
Самой простой гидравлической схемой является последовательное подключение теплоутилизаторов и теплогенераторов (рис. 1).

Предварительный подогрев обратного теплоносителя осуществляется в рубашке водяного охлаждения двигателя ( $M_i$ ), дальнейший нагрев производится в утилизаторе выхлопных газов ( $U_i$ ). Температура теплоносителя на выходе устройства  $M_i$  не контролируется и пропорциональна нагрузке на электрогенератор – задача устройства  $M_i$  состоит в максимальном охлаждении элементов электрогенератора для обеспечения его надежной работы. Температура на выходе устройства  $U_i$  регулируется путем байпасирования части дымовых газов – таким образом можно достигнуть необходимой температуры теплоносителя согласно температурному графику тепловой сети. Конечно, это регулирование может выполняться в известных пределах и с невысокой точностью, но в условиях замкнутой теплосистемы предприятия эти отклонения вполне допустимы или могут быть компенсированы дополнительным оборудованием в тепловых узлах для наиболее ответственных участков сети.

В общем случае (в зависимости от уровня выработки электричества, времени года или погоды за окном) выходная температура из системы утилизации побочного тепла может оказаться достаточной для нужд тепловой сети, поэтому дополнительно котлы-теплогенераторы ( $K_i$ ) не подключаются, а теплоноситель проходит через байпасную линию мимо них.

К сожалению, потребности в теплоснабжении и электроснабжении отдельного предприятия в течение года совпадают не часто. Если температура на выходе из системы утилизации недостаточна для системы теплоснабжения предприятия, котлы догревают теплоноситель до необходимой температуры согласно температурному графику тепловой сети. Так как котлы, работающие в режиме «каскада», действуют независимо от теплоутилизаторов, то поддержание необходимой температуры может осуществляться с высокой точностью (путем изменения мощности модулируемых горелочных устройств).

Если теплоснабжение меньше минимально необходимой теплоутилизации (мощности  $M_i$ ), то температура обратного



теплоносителя из тепловой сети растет – в работу включаются системы охлаждения ( $X_i$ ).

**Примечание.** Перемычка между прямым и обратным коллекторами показана условно – как напоминание о необходимости в обязательном порядке поддерживать минимально необходимый расход в тепловой сети потребителя для безаварийной работы установки электрогенерации. Способы выполнения данного условия просты, выбираются, исходя из особенностей гидравлических режимов работы тепловой сети потребителя.

Простота указанной выше схемы заключается в отсутствии необходимости гидравлически увязывать расходы систем теплоутилизации и теплогенерации (расходы воды одинаковы и равны расходу воды у потребителя). К ее плюсам относятся: малое количество оборудования, простая логика работы и система автоматизации с минимумом точек регулирования, возможность размещения на небольшой площади на территории действующего предприятия, в тепловом узле или котельной. Такую схему легко реализовать на оборудовании российских производителей, собирая ее из взаимонезависимых элементов, закупаемых на конкурентной основе у разных поставщиков для снижения общей стоимости.

Вероятнее всего, приобрести устройства подобной комплектации у иностранного производителя не получится: установка электрогенерации + теплоутилизации часто поставляется в комплекте с насосами и системой автоматики/безопасности, выбор которых уже сделан ино-

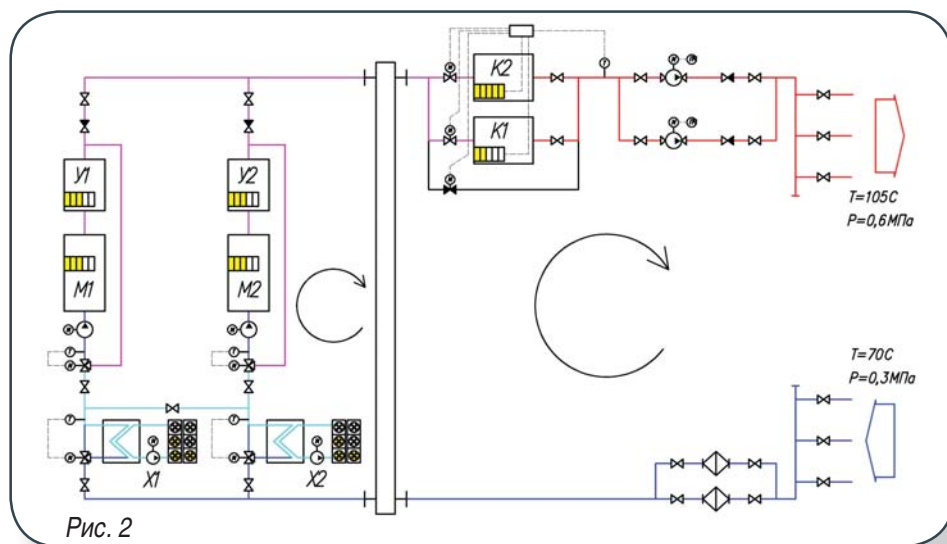
странным производителем и не подлежит корректировке. То есть такая установка представляет собой неизменяемый логически заверченный блок, для которого потребуются дополнительные мероприятия для интеграции в общую гидравлическую схему. Описание необходимых мероприятий и требований производителя по обвязке этого блока – многостраничный документ, который не следует игнорировать. У разных производителей электрогенераторных установок есть специфические и весьма неожиданные требования, несоблюдение которых приводит к потере гарантии на всю установку.

Рассмотрим схему на рис. 2, которая является модификацией предыдущей гидравлической схемы при сохранении общей концепции «последовательного подключения» основного оборудования.

Здесь элементы увязаны с помощью короткозамкнутого гидравлического контура, так называемого «гидравлического разделителя». Заметим, что требование минимального расхода воды в теплосети через потребителя исчезает, даже при полном отключении потребителя электрогенерирующие устройства смогут работать «на себя» через гидравлический разделитель и систему охлаждения ( $X_i$ ).

Схемы с гидравлической развязкой часто рекомендуются производителями иностранного оборудования.

Не стоит также забывать о возможности применения вместо гидравлического разделителя теплообменного оборудования. Это особенно важно для систем с недостаточным контролем за качеством сетевой воды, старых и распределенных



тепловых сетей с постоянными утечками или открытых тепловых сетей.

Для малых систем можно улучшить указанную схему (рис. 2), заменив гидравлический разделитель резервуаром-аккумулятором тепла большого объема, находящимся под давлением. Аккумулятор сглаживает возможные кратковременные падения температуры сетевой воды на пике теплотребления или во время снижения мощности электрогенераторов с одновременным уменьшением количества утилизированного тепла до выхода в рабочий режим котлов. Неравномерные режимы теплотребления характерны для систем ГВС или в специфических системах, таких как тепличное хозяйство. Для больших и распределенных систем такие «набросы» тепловой нагрузки нехарактерны. К тому же, при значительных мощностях и расходах воды в подобных системах необходимо устанавливать слишком большие аккумуляторы, находящиеся под давлением воды, что крайне дорого.

Существует проблема схем с последовательным соединением – возможность одновременной работы котлов и охлаждающих установок системы охлаждения электрогенераторов. Почему так происходит и когда этот процесс наиболее вероятен?

Недостаточный теплосъем на стороне потребителя поднимает температуру обратного теплоносителя выше установленного графика – включаются системы «аварийного» охлаждения и поддерживают температуру не выше 70 °С. Но утилизированного тепла с установок, рабо-

тающих в настоящее время на неполной электрической нагрузке, недостаточно для того, чтобы нагреть воду при номинальном расходе с 70 °С до требуемых 90–95 °С (согласно температурному графику, в качестве примера). А далее одновременно с «аварийными» охладителями включаются котлы и догревают воду до требуемой температуры.

Вглядитесь в эту картину: «правая рука» вырабатывает тепло, сжигая дорогой газ в топке и потребляя электроэнергию на работу насосов и горелок, а «левая рука» эту же тепловую энергию выбрасывает в атмосферу, причем так же потребляя электроэнергию на работу насосов и вентиляторов градирен! Этот процесс повторяется по кругу, снижая ресурс агрегатов, только для того, чтобы «выбросить» деньги и невозобновляемый природный газ в атмосферу! И самое плохое, что это не секундный «переходный момент», а достаточно длительный многочасовой режим работы такой мини-ТЭС, особенно по ночам в «условно теплые» дни отопительного периода.

**Примечание.** Ночь в данном случае указана как период с пониженной потребностью предприятия в электрической энергии и, соответственно, со снижением мощности утилизации тепла.

Если вы являетесь владельцем мини-ТЭС или активным участником в ее работе, то в архивах сообщений о работе оборудования вашей мини-ТЭС обратите внимание на возможные периоды одновременной работы котлов и градирен «аварийного» охлаждения электроустановок.

**Примечание.** Следует различать графики охлаждения «аварийного» и рабочей газозвушной смеси.

Кроме этого, даже избежав одновременной работы котлов и градирен «аварийного» охлаждения, мини-ТЭС сталкивается с еще одним значительным недостатком последовательных схем – пониженным КПД водогрейных котлов, вынужденных догревать теплоноситель на несколько градусов и при этом работать у границы верхних температурных режимов.

Если зимой, на пике теплотребления, водогрейные котлы в указанных схемах еще могут работать с КПД 90–92 %, то в переходные периоды (при среднем и низком уровнях теплотребления) температура на входе в котел может составлять 95–100 °С и КПД котла значительно уменьшается. В этом случае на продолжительное время снижается общая эффективность мини-ТЭС, растет приведенная себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии. Подобный эффект уменьшается и исчезает при значительном превышении необходимой тепловой мощности над утилизированной мощностью электрогенерационных установок (по различным оценкам больше чем 10:1). Но в большинстве случаев потребности в тепле и электричестве единичного предприятия сбалансированы, указанный эффект будет иметь место. Если предприятия готовы смириться с неизбежным снижением потребления тепла и общего КПД мини-ТЭС в летний период, то мириться с теми же эффектами в отопительный период нельзя.

Существует ли возможность избежать указанных выше неэффективных режимов работы?

На рис. 3 приведена схема с параллельной работой блоков утилизационного и теплогенерирующего оборудования.

В утилизационном блоке сохранилась последовательная схема нагрева теплоносителя, как наиболее распространенная в комплектных установках. При этом температура на выходе из блока утилизации в общем случае не контролируется и зависит от электрической нагрузки на установку электрогенерации. Так как на входе в систему утилизации тепла температура воды не превышает 70 °С (при необходимости поддерживается системой охлаждения X<sub>1</sub>), а расход через нее стабильный, то увеличение нагрузки и, соот-



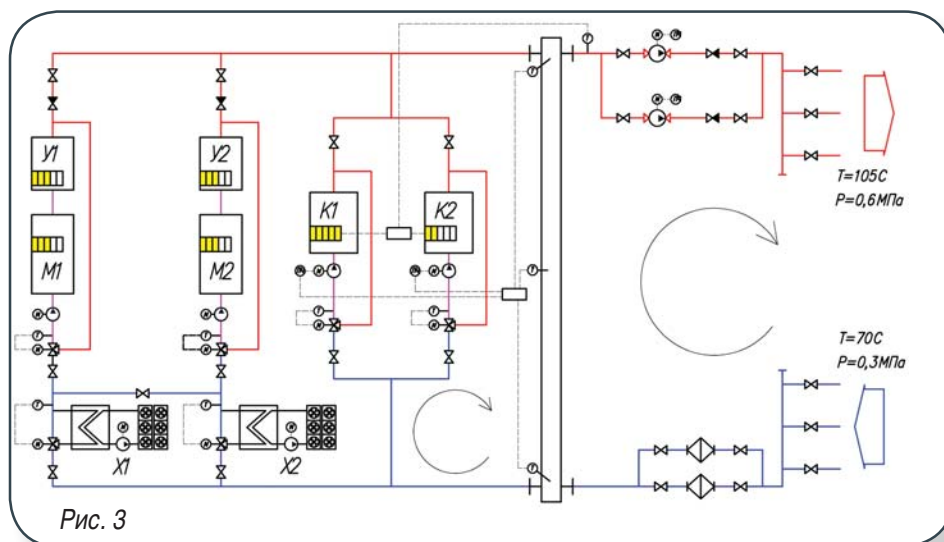
ветственно, теплоизбытков приводит к повышению температуры теплоносителя на выходе утилизатора  $У_i$ , а уменьшение нагрузки – к снижению температуры.

Котлы ( $K_i$ ), работающие в каскадном режиме, поддерживают температуру воды в подающей магистрали тепловой сети (на выходном патрубке гидравлического разделителя), подогревая воду с максимально возможным для них КПД до температуры, соответствующей температурному графику тепловой сети.

Основная сложность данной схемы – необходимость точно регулировать постоянно меняющиеся расходы теплоносителя через блоки утилизации, водогрейные котлы и тепловую сеть. Нельзя допускать значительного подмеса воды из обратной линии в подающую через гидравлический разделитель – в этом случае не выдерживается температура подающего теплоносителя. Нельзя также допустить подмес из подающей линии в обратную – увеличивается температура обратной охлаждающей воды на входе установок электрогенераторов, т. е. появляется необходимость включать установку «аварийного» охлаждения.

Система регулирования расхода воды через блоки утилизации не является стандартной поставкой комплектных блоков зарубежных производителей, а тепловая сеть (независимо от мини-ТЭС) регулирует расход воды согласно потребности в тепле, тогда остается единственная возможность увязать гидравлику схемы – изменять расход воды через водогрейные котлы.

Основной принцип регулирования – поддержание нулевого протока через «гидравлический разделитель». Факт движения воды и его направление через «гидравлический разделитель» можно определить по показаниям датчиков температуры: из трех датчиков два будут иметь одинаковую температуру. Движение среды осуществляется по направлению к датчику с отличной от двух других температурой. Регулировать расход воды через котел можно, например, с помощью управления котловым насосом с частотным приводом по алгоритму, основанному на показаниях указанных датчиков температуры. В этом месте важно применить оборудование, допускающее длительную работу при минимальном расходе теплоносителя, не все котлы допускают работу



в таком режиме. Алгоритм закладывается в программируемый логический контроллер или подобное устройство.

Принципиально не существует запрета еще более повысить КПД утилизации, увязав параллельно все блоки и водогрейные котлы, но эта схема требует дополнительного обсуждения с конкретным производителем электрогенерирующих установок – необходимо соответствующим образом проектировать систему безопасности и управления комплектного утилизационного блока, который часто приходит в неизменяемом виде с уже заложенными в него принципами работы.

Предложенная схема является опорной точкой для обсуждения, не является типовой и не применяется массово на действующих и проектируемых объектах.

Действительно ли указанная параллельная схема может быть лишена недостатков последовательных схем и не добавит ли новых?

Во-первых, можно отметить, что все обобщенные рекомендации производителей оборудования по организации безопасной и правильной работы электрогенерирующих установок выполнены (см. рис. 3). Также присутствие «гидравлического разделителя» снимает все вопросы по гидравлической увязке оборудования, в том числе отсутствует необходимый минимальный расход в тепловой сети.

Во-вторых, можно отметить усложнение системы автоматизации и алгоритма управления: добавляются новые датчики, точки регулирования и программируемый контроллер. Но для надежности оборудования на таком технически слож-

ном объекте электроника – это наиболее надежный класс устройств, а кажущаяся на первый взгляд сложность алгоритма работы доступна программисту средней квалификации.

В-третьих, отдельной статьей, возможно, следует считать экономическую эффективность внедрения параллельной схемы с учетом незначительного увеличения капитальных затрат (два насоса с частотным управлением и программируемый контроллер с тремя датчиками) относительно последовательной. Но для первичной оценки достаточно учесть 2–3 % годовой стоимости потребленного теплоэлектростанцией газа и сравнить полученную сумму со стоимостью насосов. Ведь уход от эффекта «одновременной работы охладителей и котлов» вне отопительного периода и повышение КПД котла на несколько процентов в отопительный период может несколько уменьшить общее годовое потребление газа.

Эта статья не имеет цели совершить революцию и «предать анафеме» любые упоминания схем, отличных от «параллельной». Каждый объект уникален. Любая мини-ТЭС на каком бы то ни было объекте индивидуальна, даже если она сошла с конвейера завода.

Различные потребители тепла/электроэнергии, пиковые периоды, гидравлические режимы теплосетей с разной протяженностью – все это требует внимания и проектировщика, и наладчика, и инженера службы эксплуатации. Цена быстрых решений рано или поздно осознается всеми – при получении счетов за энергоносители.

# Промышленные котлы Bosch в инновационном тепличном хозяйстве

*В октябре 2017 г. агрохолдинг «Выборжец» запускает энергоцентр крупного тепличного комплекса, в котором будут установлены пять водогрейных газовых котлов Bosch Unimat UT-L мощностью 16,4 МВт каждый.*

Энергоцентр – одна из основных составляющих тепличного комплекса (или производств в защищенном грунте). Он обеспечивает теплом и электричеством весь комплекс и помогает поддерживать нужный микроклимат в теплицах. Особые условия, необходимые для эффективной работы тепличных хозяйств, растущая стоимость энергоресурсов, стремление повысить эффективность производства и сократить затраты – все эти факторы влияют на выбор отопительного оборудования для энергоцентра.

Для начала рассмотрим ключевые особенности работы энергоцентра современного тепличного хозяйства. Он несет две главные функции. Первая – поддержание необходимых параметров микроклимата в теплицах; вторая – подкормка растений  $\text{CO}_2$  из отработанных газов в светлое время суток. Подкормка крайне важна, так как помогает повысить урожайность культур до 40%. Котельные газы при этом должны содержать минимальные объемы вредных веществ, в основном оксидов азота, которые оказывают губительное влияние на растения. Кроме того, расходы на генерацию тепла достигают 40-50% в структуре затрат тепличного хозяйства, поэтому важно, чтобы оборудование обладало высоким КПД и было энергоэффективным.

Современная технология, уже применяемая в тепличных комплексах, основана на использовании баков-аккумуляторов очень большого объема (несколько тысяч кубических метров воды). Это позволяет при отсутствии или малой потребности в тепловой мощности для обогрева теплиц генерировать требуемое количество  $\text{CO}_2$  для подкормки растений, а избыточное тепло накап-

ливать для последующего использования, в том числе и в период, когда углекислый газ не требуется, например, в ночное время. Такая схема позволяет отказаться от котлов с большим водяным объемом, традиционно используемых в тепличных хозяйствах. Котлы со стандартным водяным объемом обладают рядом преимуществ:

1. Они более компактны, занимают меньше площади энергоцентра, не так требовательны к фундаментам ввиду меньшего веса, что позволяет сократить капитальные затраты.

2. В отличие от котлов с большим водяным объемом, они не требуют использования дополнительного рециркуляционного насоса. Это позволяет сократить расход электроэнергии, которая вырабатывается энергоцентром, а также снизить затраты на обслуживание и замену оборудования.

3. Меньший объем стандартных котлов обеспечивает их быстрый прогрев, что значительно сокращает образова-

ние конденсата. Конденсат, образующийся внутри котла при его прогреве, – это довольно сильная углекислота с  $\text{pH} \approx 3-5$  и температурой около  $60^\circ\text{C}$ . Образование в котле такой кислоты ведет к преждевременному выходу из строя из-за так называемой низкотемпературной коррозии. Чем быстрее котел прогревается и проходит точку росы, тем меньше вероятность поломки по указанной причине.

4. Допустимое рабочее давление котла со стандартным водяным объемом выше и составляет 6 бар. Толщина металла котла в этом случае больше, а сам котел надежнее и долговечнее. Это не приводит к существенному увеличению массы и стоимости, так как размеры меньше.

5. Используемые в составе котлоагрегатов Bosch современные горелочные устройства с внутренней рециркуляцией дымовых газов генерируют экстремально низкие количества  $\text{NO}_x$  ( $< 60 \text{ мгр/м}^3$  для газовых горелок и





<70 мгр/м<sup>3</sup> для двухтопливных горелок) во всем диапазоне регулирования котла. Для сравнения, традиционные для тепличных хозяйств котлы генерируют допустимые значения NO<sub>x</sub> (72-75 мгр/м<sup>3</sup>) только в диапазоне от 30 до 50 %. Большой диапазон регулирования котлов Bosch позволяет более точно генерировать и дозировать количество CO<sub>2</sub>, что исключает перерасход топлива и ведет к экономии средств.

6. Современная система автоматизации котлов Bosch, построенная на контроллерах Siemens, обеспечивает управление пуском котлов, точную регулировку в соответствии с потребностью в CO<sub>2</sub> и тепловой энергии, защиту котлов от ненормативных (аварийных) режимов работы, передачу всей необходимой информации в систему АСУ ТП (SCADA) тепличного комплекса. Кроме того, система автоматизации полностью совместима и работает под управлением контроллеров, отвечающих за микроклимат теплиц, например, контроллеров голландской фирмы PRIVA.

Горелки и циркуляционные насосы комплектуются частотными преобразователями, что позволяет еще больше экономить электроэнергию.

Перечисленными преимуществами традиционно обладают высококачественные импортные котлы, однако колебания курсов валют привели к удорожанию импортного оборудования и спровоцировали на российском рынке дефицит эффективных решений для теплиц, которые были бы доступны по приемлемой цене. Решением этой проблемы отчасти стала локализация производств котлов. Например, Bosch в 2014 г. запустил производство в г. Энгельсе Саратовской области.

На заводе Bosch используются передовое немецкое оборудование и технологии, контроль качества осуществляется по немецким стандартам, а работники проходят регулярное обучение и повышение квалификации в Германии. За счет локализации производства компания добилась конкурентоспособных цен при полном сохранении немецкого качества продукции. Также благодаря размещению производства в России продукция завода соответствует требованиям государственных программ субсидирования импортозамещения. Сочетание этих факторов является решающим при выборе котельного оборудования для инновационных промышленных теплиц.



Одним из примеров может служить энергоцентр крупного тепличного комплекса, который будет запущен в октябре 2017 г. агрохолдингом «Выборжец» – производителем овощей и зелени, расположенным в Ленинградской области. «Выборжец» известен своим инновационным подходом к развитию производства. Так, в 90-е годы холдинг первым в регионе стал поставлять продукцию с корневой системой, в 2000 г. освоил технологию досвечивания растений, а в 2010 – технологию интерплантинга, или выращивания старых и молодых растений в одной теплице.

В новом энергоцентре агрохолдинга будут установлены пять водогрейных газовых котлов Bosch Unimat UT-L мощностью 16,4 МВт каждый. Три из них будут работать на тепличное хозяйство, два – обеспечивать тепло рабочий поселок и служить источником резервной мощности. Современные горелки помогают обеспечить экстремально низкое содержание оксидов азота в отработанных газах. Система управления котлами интегрирована с АСУ тепличного хозяйства и системой управления микроклиматом теплиц, позволяя вывести удобство и эффективность управления на качественно новый уровень.

Важное преимущество котлов Unimat UT-L – это высокий КПД, который достигает 95 %. Котлы поставляются в комплекте с экономайзерами (конденсаторами) из нержавеющей или оцинкованной стали, которые позволяют Unimat UT-L работать в конденсатном режиме с КПД до 105 %. Также в комплект поставки входит вся необходимая запорно-регулирующая арматура.

Завод-производитель регулярно расширяет мощностной ряд котлов, что позволяет подобрать оборудование точно под потребности проекта, не создавая неостребованных излишков мощности и неоправданных капитальных затрат. Референс-лист промышленных котлов Bosch в России насчитывает десятки проектов, в том числе и в сельском хозяйстве. В настоящий момент на разных стадиях проработки находятся еще несколько проектов энергоцентров с котлами Bosch для тепличных хозяйств. Таким образом, использование комплексных решений Bosch в тепличных хозяйствах России уже становится распространенной практикой.



# Определить потенциал энергосбережения просто

К. Паули, KSB AG, Франкенталь, Германия

*Во многих технологических процессах одну из ключевых функций выполняет насосное оборудование, соответственно, его КПД и энергоэффективность в значительной степени влияют на общую экономическую эффективность всей установки.*

Огромная часть электрической энергии, потребляемой в промышленности, приходится на долю насосного оборудования (рис. 1). Аудит систем позволяет определить потенциал энергосбережения, который в промышленных установках, как правило, составляет порядка 30-40 %. Немецкое энергетическое агентство (dena) подсчитало, что в Германии операторы насосных станций могут сэкономить до 14 млрд кВт·ч в год. В денежном эквиваленте ежегодная экономия может составить порядка 1,12 млрд евро, а выброс CO<sub>2</sub> в атмосферу – снизиться на 7,7 млн тонн. В настоящее время предприятия все больше заинтересованы в повышении энергоэффективности и рентабельности своих производств.

Чрезмерное потребление электроэнергии насосным оборудованием может

быть вызвано рядом причин. На нефтеперерабатывающих заводах и многих других промышленных предприятиях при выборе оборудования в большей степени учитывается его производительность и максимально короткие сроки простоя в случае ремонта, замены и модернизации. Вот почему часто после замены трубопроводных систем по производственной необходимости оказывается, что типоразмер установленного насоса не соответствует текущим условиям эксплуатации, что приводит к перерасходу электроэнергии. Другая причина может быть связана с неправильным подбором трубопроводной арматуры, неверным расчетом диаметров и проходных сечений труб. Нередки случаи, когда в целях перестраховки от всяких нештатных ситуаций и перегрузок устанавливаются переразмеренные насосы с запасом,

кажем, 10–15 %. И безусловно, очень часто бывает, что на производстве насосы эксплуатируются вне расчетных режимов.

Если речь идет о новых установках, подобрать гидравлически оптимальный насос достаточно легко. Основным помощником в процессе подбора может стать, например, автоматизированная программа EasySelect® от KSB. Это единственное программное обеспечение, с помощью которого можно сделать подбор не только насосов, но и комплексных модулей с приводом и наиболее подходящей системой управления.

Для удобства пользователей программа позволяет произвести расчет трубопроводов и подобрать как сам трубопровод, так и необходимую арматуру с минимальным гидравлическим сопротивлением.

На практике это выглядит так: программа предлагает насосы нескольких типоразмеров с разными номинальными диаметрами патрубков, затем для каждого номинального диаметра проводится расчет трубопроводов, который позволяет выбрать оптимальный диаметр с минимальным гидравлическим сопротивлением, и одновременно проводится расчет затрат на электроэнергию. Таким образом, заказчик получает комплексное предложение, которое учитывает характеристики системы и экономические затраты.

Однако каким бы широким ни был диапазон предлагаемых типоразмеров насосов, достаточно трудно подобрать агрегат, который будет работать строго в заданной рабочей точке. Для этих целей KSB осуществляет подрезку рабочего колеса шагом 1 мм. Таким образом, обеспечивается максимальное соответствие общей производительности насоса заданным параметрам системы, достигается дополнительная экономия электроэнергии (до 10 %) и продлевается срок службы оборудования.



Рис. 1



Определите эффективность работы вашего насосного оборудования – скачайте бесплатно Приложение на App Store (Apple) и Google Play (Android).

iOS



Приложение для iPhone

Android



Приложение для Android

Рис. 2



Рис. 3

Чтобы выявить потенциал энергосбережения, прежде всего, необходимо определить фактический диапазон работы и профиль нагрузки насосного агрегата. Раньше это представляло собой сложный и затратный процесс с привлечением специалистов служб энергоаудита систем. В 2015 г. компания KSB предложила своим заказчикам революционную новинку – бесплатное мобильное приложение Sonolyzer для предварительного аудита и оценки эффективности нерегулируемых насосов с асинхронным двигателем любого производителя, не только марки KSB. Благодаря приложению Sonolyzer,

доступному для операционных систем iOS и Android (рис. 2), при анализе работы насосов не требуется никаких дополнительных приборов. Данный вид анализа может выполняться даже в потенциально взрывоопасных средах, если смартфон или планшетный ПК имеет соответствующую защиту.

Процедура проведения первичного аудита насоса с помощью мобильного приложения Sonolyzer достаточно проста:

1. Запустите приложение, выберите соответствующий тип насоса и введите его данные и подключенного асинхронного двигателя, они указаны на заводской табличке.
2. Поднесите смартфон или планшет к двигателю работающего насоса. В течение 20 с встроенный микрофон записывает шумы, издаваемые вентилятором охлаждения электродвигателя (рис. 3).
3. Приложение, анализируя спектр шумов, издаваемых электродвигателем насоса, определяет крутящий момент двигателя и фактическую частоту вращения вала. Сопоставляя введенные заводские и полученные данные о частоте вращения, Sonolyzer рассчитывает потребляемую мощность и фактическую производительность насоса. На основании этого определяется профиль нагрузки (частичная или полная) и рабочая точка.

4. Результаты анализа отображаются на экране мобильного телефона или планшета (рис. 4).

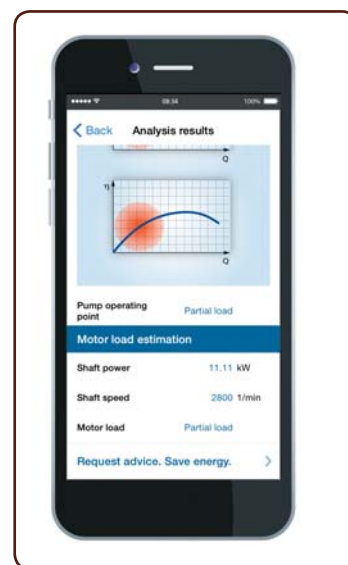


Рис. 4

Данное мобильное приложение позволяет ежедневно вести статистику, отслеживать динамику изменений в профиле нагрузки, в итоге получить наиболее достоверные обобщенные данные, где влияние частных случаев изменения условий эксплуатации минимизировано.

Если предварительный аудит с помощью Sonolyzer выявит, что насос большую часть времени работает в зоне частичной нагрузки, это будет означать, что потенциал энергосбережения есть и имеет смысл провести оптимизацию гидравлической системы или двигателя.

Sonolyzer вам также порекомендует соответствующего регионального представителя KSB, который сможет по запросу выехать на объект и провести более детальный аудит системы с помощью устройств оперативной регистрации данных POC и SES и предложить индивидуальный комплекс мер по оптимизации в соответствии с разработанной компанией концепцией энергоэффективности FluidFuture.

**Наши технологии. Ваш успех.**



www.ksb.ru

# Обзор перспективных технологий для предприятий энергетического комплекса

Д. Бальзамов, Б. Тимершин, ООО ИЦ «Энергопрогресс», г. Казань

*Проблема снижения энергетических ресурсов при производстве тепловой и электрической энергии становится все более приоритетной для генерирующих предприятий. Особенно актуальна она для России, где энергоемкость всех отраслей промышленности оказывается во много раз выше общемировых показателей. Одним из вариантов решения обозначенной проблемы является внедрение новых технологий, позволяющих с пользой применять безвозвратно теряемые энергоресурсы генерирующих предприятий.*

Приоритетной задачей генерирующих предприятий, в частности АО «Татэнерго», является снижение удельных показателей расхода первичных энергоресурсов на выработку единицы тепловой и электрической энергии. Наряду с этим, предприятиям необходимо решать вопросы экологии, а именно: снижение выбросов вредных веществ, теплового загрязнения окружающей среды и т. п.

Это должно проводиться комплексно с внедрением новых технологий, апробированных на ведущих предприятиях российской и мировой энергетики. Вместе с тем возникает ряд трудностей, в частности, таких как недостаточная осведомленность о технологии, отсутствие механизмов, позволяющих снизить финансовую нагрузку на потребителя, сложность привлечения инвестиций и государственных субсидий. Исходя из этого, внедряемые технологии должны иметь приемлемый срок окупаемости (для АО «Татэнерго» он составляет 5–7 лет), высокую эффективность, надежность, решать экологические вопросы. Далее представлено несколько технологий, которые могут применяться на объектах АО «Татэнерго».

## Внедрение конденсационных экономайзеров

В основе конденсационной технологии лежат методы рекуперации остаточного тепла дымовых газов. При сжигании природного газа, помимо CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и других компонентов, образуется водяной пар. Утилизация скрытой теплоты его конденсации может ощутимо повысить эффективность котельной установки.

Преимущества: возможность утилизации и использования скрытого тепла;

возможность внедрения как в строящихся котельных установках, так и в действующих; возможность внедрения одного экономайзера на несколько котлов; долговечность – в среднем экономайзер годен к эксплуатации в течение 20-ти лет; повышение КПД котельной установки; невысокие эксплуатационные затраты; снижение уровня теплового загрязнения окружающей среды, так как температура уходящих газов за экономайзером составляет 40–60 °С.

Аналогичные установки успешно работают в котельной ПАО «Татнефть», с. Нижнее Абдулово, Гаргждай, Шауляй, Ионово, теплоцентраль «Имантра» (Литва). На примере районной котельной

«Азино» рассмотрим вариант установки конденсационного экономайзера, упрощенная схема которого представлена на рис. 1, его экономические показатели приведены в таблице.

## Тепловые насосы

Все тепловые насосы (ТН) можно условно разделить на два типа – это пароконденсационные ТН (ПКТН) и абсорбционные ТН (АБТН). Для интеграции в тепловую схему ТЭС наиболее предпочтительным является АБТН, так как он позволяет использовать низкопотенциальное тепло с выработкой холода. Одним из решений АБТН является применение циркуляционной воды,

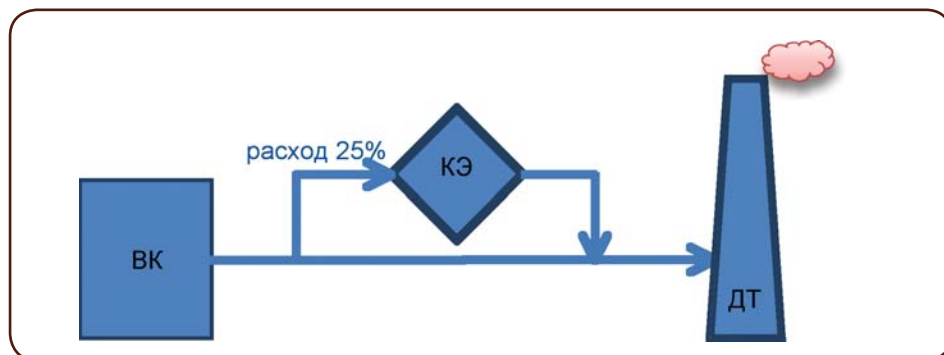


Рис. 1. Упрощенная схема привязки конденсационного экономайзера в районной котельной «Азино»: ВК – котел; КЭ – конденсационный экономайзер; ДТ – дымовая труба

Таблица. Экономические показатели конденсационного экономайзера в районной котельной «Азино»

Капитальные затраты	25,3 млн руб.
Экономический эффект	11,95 млн руб./г
Простой срок окупаемости	2,1 года
Дисконтированный срок окупаемости	3,3 года
Увеличение выработки	1,89 %



охлаждающей конденсаторы турбин с параллельным нагревом подпиточной, химочищенной или обратной сетевой воды. При этом для генератора АБТН используется водяной пар с последних ступеней турбин. Так, для энергоблока с турбиной ПТ-60-130 экономический эффект от применения АБТН составил 5,5 тыс. т у. т. при сроке окупаемости 4 года. Данное решение позволит сократить потери тепловой энергии в градирнях, расход воды на подпитку, снизить ее температуру на входе в конденсатор турбины, тем самым улучшить показатели по вакууму, что приведет к увеличению выработки.

Другое направление использования АБТН – это охлаждение воздуха перед компрессором газотурбинных установок (ГТУ), что также приведет к увеличению развиваемой мощности ГТУ в летний период. На рис. 2 представлена зависимость мощности установки от температуры наружного воздуха.

Уменьшение температуры подаваемого в турбину воздуха с 40 до 15 °С предотвращает снижение мощности ГТУ на 30 %, которое произойдет при подаче воздуха на всасывание турбины с высокой температурой.

Из числа реализованных проектов с АБТН можно назвать Жанажолскую ГТЭС (Казахстан), газопоршневую мини-ТЭЦ (г. Мадурай, Индия), теплоцентраль «Имантра» (Литва), ТЭЦ (г. Янгжин, Китай), ТЭЦ (г. Копенгаген, Дания).

### Интенсифицированные теплообменные аппараты

Сегодня существует тенденция к переходу от центральных тепловых пунктов (ЦТП) к индивидуальным тепловым пунктам (ИТП) с погодозависимым регулированием. В основном в проекты ИТП закладываются пластинчатые теплообменные аппараты, которые получили широкое распространение благодаря своей компактности и высокому коэффициенту теплопередачи относительно старых кожухотрубных теплообменников. Но наряду с достоинствами, они имеют свои недостатки: это, прежде всего, высокая стоимость расходных материалов, а именно уплотнителей, цена которых иногда составляет до 30 % стоимости теплообменника. Также к качеству теплоносителя, используемого в пластинчатых теплообменниках, предъявляются высокие требования, так как проходное

сечение очень мало и даже очень тонкий слой отложений приводит к резкому росту гидравлического сопротивления и снижению коэффициента теплопередачи.

В настоящее время существуют новые интенсифицированные теплообменники ТТАИ, которые можно отнести к кожухотрубному типу, с зарекомендовавшими себя высокими эксплуатационными показателями. Но в отличие от традиционных моделей, в них используются особо тонкостенные трубки малого диаметра со специальным профилем.

Преимущества: низкие эксплуатационные затраты и стоимость; экономия производственных площадей; оптимальные массогабаритные характеристики; простота обслуживания; создание «паншетных» малогабаритных тепловых пунктов; эффект самоочистки; длительный опыт эксплуатации.

Все перечисленное подтверждено длительным периодом эксплуатации на реальных объектах, в числе которых можно отметить Севастопольскую тепловую сеть (с 1992 г.), котельную Ленинградского военного округа (2007 г.), Рижскую теплотель (2008 г.), Архангельскую, Амурскую области, винодельческие заводы Украины, Молдавии, Республики Беларусь, машиностроительную отрасль ОАО «АвтоВАЗ», НПО «Азот», ОАО «Гродно Азот» (Украина).

Теплообменники ТТАИ в несколько раз легче пластинчатых теплообменников при равных тепловых нагрузках, что облегчает монтажные работы в стесненных условиях размещения ИТП.

### Внутритрубная диагностика

Диагностика тепловых сетей предназначена для своевременного определения дефектов, которые могут привести к аварийным ситуациям. При этом не всегда возможно получить полную информацию обо всех негативных факторах, воздействующих на конкретный трубопровод или его участок.

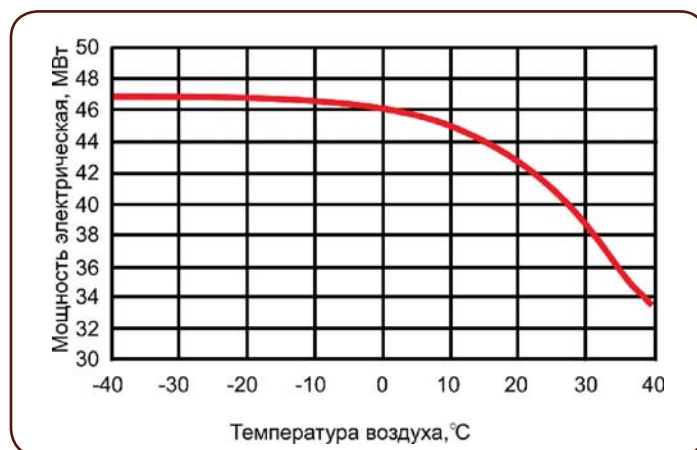


Рис. 2. Зависимость мощности ГТУ от температуры наружного воздуха

Наиболее информативным является метод внутритрубной диагностики с помощью специального внутритрубного диагностического комплекса (ВТДК). Основным внутритрубным методом выявления дефектов металла действующих трубопроводов является магнитометрия с использованием постоянного намагничивающего поля.

Внутритрубное обследование проводится для получения информации о реальной протяженности трубопровода, фактическом расположении кольцевых сварных соединений, обнаружения во внутреннем пространстве трубопроводов различных загрязнений (вода, грязевые и коррозионные отложения) и посторонних предметов (электроды и т. д.), являющихся потенциально опасными при их эксплуатации или препятствующих проведению дальнейших видов контроля, предусмотренных ВТДК. Магнитный метод контроля позволяет выявить дефектные участки с потерей металла на наружной и внутренней поверхностях элементов трубопроводов (сплошная, язвенная коррозия и т. д.) толщиной до 14,0 мм. Данный комплекс рассчитан на диагностирование трубопроводов диаметром 500–1200 мм. Метод позволит с достаточной точностью спрогнозировать остаточный ресурс трубопровода и откорректировать программу ремонтов тепловых сетей.

Рассмотренные технологии дадут возможность повысить надежность и энергоэффективность функционирования энергетических объектов генерирующих предприятий, снизить потери тепловой энергии и оптимизировать теплоэнергетический баланс предприятия.

# ПОДПИСКА – 2018

**Уважаемые читатели!**

**Оформите подписку на 2018 г. на журналы Издательского Центра «Аква-Терм»**

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

**Москва**

- «Агентство подписки «Деловая пресса», [www.delipress.ru](http://www.delipress.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   КПП 773301001	Сч. №	30101810400000000225
ООО «Издательский Центр «Аква-Терм»	Сч. №	40702810038170015431
Получатель		

## Счет на оплату № 1543-1304 от 12 сентября 2017 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 2018 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

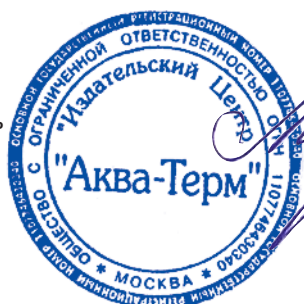
Внимание!

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



Шкарубо Л.А.

Бухгалтер

Вантеева О.Ф.



## Завод мирового лидера инноваций Viessmann в г. Липецк

- Производство водогрейных котлов Vitomax до 6,75 МВт
- Немецкое качество высшего уровня и надежность при использовании в различных климатических условиях
- Сокращение сроков производства в России
- Промышленный сервис от производителя во всех регионах России
- Новый завод в России – новые возможности качественного импортозамещения!



Реклама

### Производимое оборудование

- Vitomax 100-LW, тип M148 – водогрейный котел для допустимых температур подачи до 115° и режима эксплуатации с постоянной температурой котловой воды.
- Допустимое рабочее давление 6 и 10 бар. Тепловая мощность от 2,3 до 6 МВт.
- Vitomax 200-LW, тип M62C – трехходовой водогрейный котел для температур подачи до 115°C.
- Обеспечивает рабочее давление 6, 10 или 16 бар, тепловая мощность от 2,3 – 6,75 МВт.

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

# Импульс Техно

## СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

- Проектирование
- Монтаж
- Пусконаладочные работы
- Техническое обслуживание промышленных и бытовых котельных, бытовых установок водоподготовки
- Изготовление по заказам блочно-модульных котельных на жидком топливе



- Передача в аренду Заказчикам собственных блочно-модульных котельных с их техническим обслуживанием
- Промышленные и бытовые котельные
- Системы отопления и водоснабжения
- Водоподготовка ХВО
- Локальные очистные сооружения ЛОС

## Импульс Техно

143422, Московская область,  
Красногорский р-н, с. Петрово-Дальнее,  
ул. Промышленная, д.3, строение 7

Тел. +7 (495) 992-69-89 (доб. 114, 205)  
Диспетчер – 8 (800) 234-62-63.



группа компаний  
**импульс**

[WWW.IMPULSGROUP.RU](http://WWW.IMPULSGROUP.RU)