

# КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



Котельные

Когенерация

Обзор рынка

Сжигание биогаза  
совместно  
с природным газом  
4

Термомасляные  
установки  
на биомассе  
28

Газотурбинные  
установки  
и микротурбины  
34

# Unical®

**Unical открыл производство  
паровых котлов!!!!!!**

**Лучшие цены  
Европейское качество  
Минимальные сроки поставки**

### **Unical BAHR UNO**

Горизонтальный двухходовой паровой котел  
низкого давления (до 1 бар)

- 12 моделей паропроизводительностью  
от 200 до 3000 кг/час

### **Unical BAHR 12**

Горизонтальный двухходовой паровой котел  
на рабочее давление до 12 бар

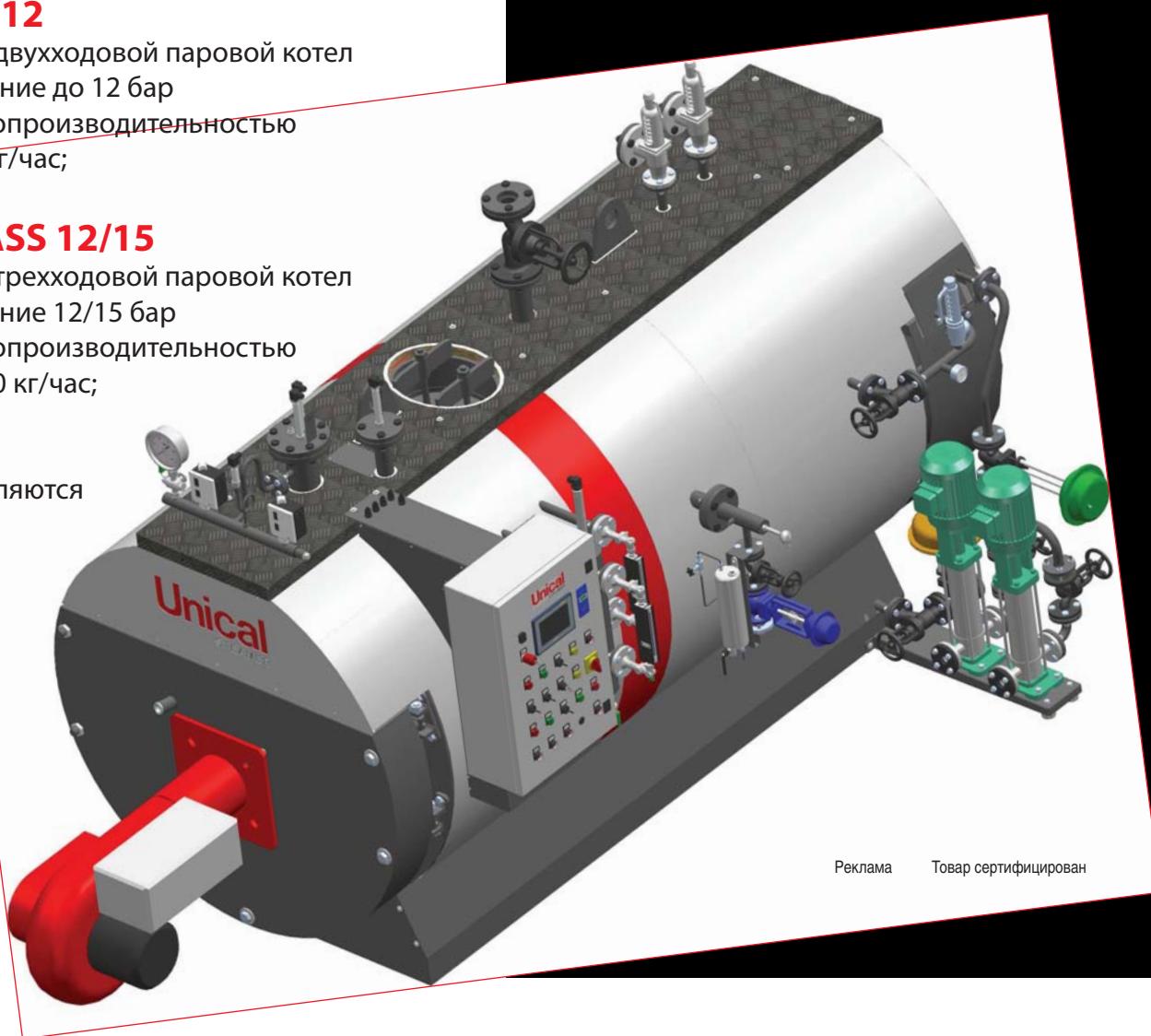
- 14 моделей паропроизводительностью  
от 300 до 5000 кг/час;

### **Unical TRYPASS 12/15**

Горизонтальный трехходовой паровой котел  
на рабочее давление 12/15 бар

- 10 моделей паропроизводительностью  
от 2000 до 15000 кг/час;

Все котлы поставляются  
в комплектации  
в соответствии  
с требованиями  
российских норм  
и правил



Реклама

Товар сертифицирован

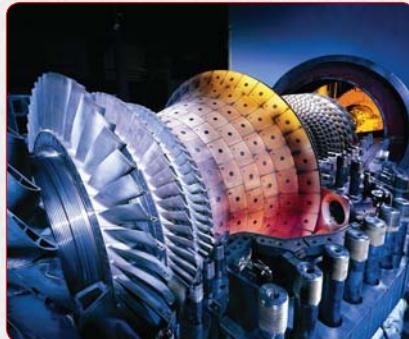
ООО «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**продажа котельного оборудования**

[495] 748 11 77

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

**TG**



## Содержание

2 Новости

### 4 Совместное сжигание биогаза с природным газом

6 Биогазовые комплексы в Минской области

8 Компенсация температурных расширений воды в системах отопления

10 Альбом стандартных модулей

12 Энергосбережение в паровом хозяйстве. Нагрев воды и производство пара

16 Отходы – в топку

18 От наружного котла – к комбинированной системе отопления

20 Крышная котельная для автосалона

22 Турины для мини-ТЭЦ

### 25 Об ошибках проектирования, монтажа и эксплуатации ГТУ

28 Когенерация из биомассы на базе термомасляных установок

30 ОАО «Авиадвигатель» – для нефтяников

32 Микротурбина для «гибрида»

### 34 ГТУ и микротурбины на российском рынке

40 Перечень нормативных документов, регулирующих правила и нормы качества и количества сточных вод

45 Wilo выбирает лучших



45 Защита от накипи парового теплообменника

46 СРО для теплоэнергетиков

48 Промышленное оборудование на SHK-2010

51 Три выставки в СКК

52 «Теплоэнергетика XXI века»

54 ГТУ и микротурбины в Сети

56 Современные энергоэффективные решения – микротурбинные электростанции Capstone

60 Опыт автоматизации многогорелочных котлов для центрального теплоснабжения

### 63 Группа компаний VADO представляет мини-ТЭЦ на базе газовых двигателей MTU

66 Ayaks Trade: котлы и горелки от поставщика

68 Котельные установки для тепло- и пароснабжения

### Дорогие читатели!

Говорят, что у природы нет плохой погоды. Однако у теплоэнергетиков свои критерии. Минувшая зима слегка охладила пыль сторонников теории глобального потепления, а цены на отопительные приборы росли пропорционально падению наружной температуры. Расход топлива по сравнению с предыдущим отопительным сезоном значительно увеличился. Например, в Москве разница составила 149 тыс. тонн мазута и 124 тыс. тонн угля.

Непривычно холодную зиму сменило аномально жаркое лето. Вместе с ценами на вентиляторы и кондиционеры на 5–15 % возросло потребление электроэнергии. Не обошлось и без аварий: веерное отключение оставило без света потребителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Увы, по прогнозам, сезонные амплитуды колебаний температуры будут увеличиваться.

Один из путей решения проблемы – развитие децентрализованного энергоснабжения.

Кризис – время повышенной активности на рынке труда. Приглашаю вас воспользоваться услугами специализированного Кадрового Центра «Аква-Терм». Адрес сайта: [www.atstaff.ru](http://www.atstaff.ru).

Сейчас готовится тематический план журнала на 2011 год. Предлагаю вам, дорогие читатели, принять участие в его формировании. Всегда рады сотрудничеству с новыми авторами. Свои пожелания и предложения направляйте по адресу: [magazine@aqua-therm.ru](mailto:magazine@aqua-therm.ru)

Хочу отметить, что в будущем году выйдет пять номеров журнала. Подписка на печатные и электронные выпуски уже началась. Подробная информация – на сайте [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru).

Лариса Шкарабо, директор ИЦ «Аква-Терм»

Генеральный директор  
Лариса Шкарабо  
E-mail: [magazine@aqua-therm.ru](mailto:magazine@aqua-therm.ru)

Главный редактор  
Михаил Лукьянцев  
[lukyantsev@aqua-therm.ru](mailto:lukyantsev@aqua-therm.ru)

Выпускающий редактор

Ольга Синицына

Служба рекламы и маркетинга  
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66

Ольга Попова

E-mail: [market@aqua-therm.ru](mailto:market@aqua-therm.ru)  
Михаил Ильюшин  
E-mail: [book@aqua-therm.ru](mailto:book@aqua-therm.ru)

Члены редакционного совета  
Р. Я. Ширяев, генеральный директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,

президент клуба теплоэнергетиков  
«Флогистон»

Н.Н. Турбанов, технический директор Группы компаний «Рэйнбоу»

В.Р. Котлер, к. т. н., заслуженный энергетик РФ,

ведущий научный сотрудник

Всероссийского теплотехнического института,

лауреат премии РФ в области науки и техники  
В.В. Чернышев, начальник

отдела котлонадзора и надзора за подъемными

сооружениями

Федеральной службы

по экологическому,

технологическому

и атомному надзору

Научный консультант

Яков Резник

Учредитель журнала  
ООО «Издательский Центр  
«Аква-Терм»

Издание зарегистрировано  
Федеральной службой по надзору

за соблюдением законодательства  
в сфере массовых коммуникаций

и охране культурного наследия

13 августа 2010 г.

Рег. № ПИ № ФС77-41685

Тираж: 12 000 экз.

Отпечатано в типографии

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.

Фото на 1-й стр. обложки:  
«БПЦ – Энергетические  
Системы»

## Энергокомплекс «Этон»

В мае этого года в Волгограде произведен запуск энергокомплекса в составе блочно-модульной котельной БМК-80,0 «Этон» (мощность – 81,41 МВт) и газопоршневой установки БГПУ-1,2 (электрическая мощность – 1,2 МВт) производства ЗАО «Этон-Энергетик» (Тула). Работы выполнены в срок и приняты ООО «ВолгоградгазтеплоЭнерго». Котельная предназначена для отопления и горячего водоснабжения Советского района Волгограда, а когенерационная установка – для выработки электрической и тепловой энергии на собственные нужды энергокомплекса. Наличие замкнутого цикла по выработке тепловой и электрической энергии позволит существенно улучшить энергобезопасность и повысить надежность и эффективность теплоснабжения.

В проекте применено современное оборудование на основе отечественных и импортных комплектующих: три котла Eurotherm 23/150 (единичная мощность – 23,26 МВт) и котел Eurotherm 11/150 (11,63 МВт), изготовленные заводом «Вольф Энерджи Солюшн» (Смоленская обл.) и оборудованные комбинированными горелками Elco (Германия). Три газопоршневые установки единичной электрической мощностью 400 кВт выполнены на базе двигателей MAN (Германия).



## Запущена мини-ТЭЦ «Меркурий»

Специалисты ЗАО «Автономный ЭнергоСервис» совместно с представителями завода Guascor (Испания) произвели пусконаладку и запуск мини-ТЭЦ «Меркурий» (Московская обл.), предназначенный для электро- и теплоснабжения складского логистического комплекса. В состав энергоцентра входят три когенерационные установки на базе газопоршневых двигателей Guascor SFGLD 240 с автоматическим регулированием впрыска топлива, скорости и мощности. Компьютерный модуль обеспечивает регулировку мощности искры в свечах зажигания, а также позволяет настраивать систему зажигания внешними командами. Двигатели оборудованы системой выявления и гашения детонации. Использован генератор фирмы Leroy Somer.

Суммарная электрическая мощность энергоцентра – 1,215 МВт, тепловая – 2,1 МВт. Пиковыми источниками тепла служат водогрейные котлы IVAR.



## Новый типоразмер Logano

С июня этого года начались поставки в Россию новых трехходовых жаротрубно-дымогарных котлов Logano S825L мощностью 650 кВт, выпускаемых германской компанией Buderus (входит в группу Bosch) для сжигания газа или жидкого топлива. Максимальная температура теплоносителя – 110 °C, рабочее давление – до 6 бар. КПД – до 93 %. Теперь диапазон мощности серии Logano составляет от 0,65 до 38 МВт.

У промышленных котлов серии Logano S825L существенно снижены шумы благодаря звукоглощающей подставке котлов, шумоглушителю дымовых газов и шумозащитному кожуху горелки. Все теплоизолированные котлы оснащаются микропроцессорными системами управления с гибкими настройками. Стандартная теплоизоляция котлов имеет толщину 100 мм (по запросу – до 150 мм).



## «Спиракс-Сарко» прошел аудит

ООО «Спиракс-Сарко Инжиниринг» (Санкт-Петербург), дочерняя компания Spirax Sarco (Великобритания), прошло добровольную сертификацию на соответствие Системы менеджмента качества (СМК) требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Предприятие существует с 1996 г. и специализируется на повышении эффективности пароконденсатных систем. Консультации по сертификации ИСО 9001 и сертификационный аудит провели специалисты центра «Ленпромэкспертиза».



## Vitobloc 200: расширен типоряд

Компания Viessmann (Германия) расширила типоряд когенерационных модулей Vitobloc 200. Новые модели, выпускаемые фирмой ESS (входит в Viessmann Group) на базе газопоршневых двигателей, предназначены для децентрализованного тепло- и электроснабжения жилых, общественных и административных зданий, производственных и коммерческих объектов.

Модули отличаются стабильностью рабочих параметров (по частоте и напряжению тока и по температуре теплоносителя). Синхронный генератор для параллельного и автономного режимов работы обеспечивает простоту и плавность присоединения к сети. Предусмотрен дистанционный контроль и управление (до четырех модулей и до четырех котлов). Интервалы технического обслуживания увеличены благодаря большому запасу смазочного масла и его низкому расходу.

Используемое топливо – природный газ. Электрическая мощность установок Vitobloc 200 – от 18 до 401 кВт, тепловая – от 36 до 549 кВт. Суммарный КПД – до 96 %.



## Alfa Laval заменяет...

Компания Alfa Laval (Швеция) представила на российском рынке новые паяные пластинчатые теплообменники CB30, заменившие в производственной программе модели CB27. Новинка представляет собой уменьшенную версию модели CB60, запущенную в производство в декабре прошлого года. Производительность теплообменника увеличена за счет новой технологии изготовления и уменьшения толщины пластин.

По сравнению с предшествующими моделями CB30 обладает более высоким КПД при уменьшенной площади поверхности теплообмена и характеризуется меньшим гидравлическим сопротивлением. При этом размещение и размеры соединительных патрубков соответствуют ранее выпускавшимся моделям, что упрощает процесс замены.



Представители компании отмечают, что для различных задач и технических условий предлагаются теплообменники разных конструкций с пластинами из нержавеющей стали. Области применения паяных пластинчатых теплообменников CB включают холодильные установки, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

## Центр Grundfos в Вальштедте

В конце мая 2010 г. на немецком заводе концерна Grundfos, расположенном в Вальштедте (Германия), введен в эксплуатацию центр по сборке и тестированию насосов для систем пожаротушения в соответствии с американским стандартом NFPA (сертификаты FM/UL). Здесь изготавливают и собирают системы повышения давления производительностью до 1000 м3/ч, оснащенные электрическими (до 400 кВт) и дизельными (до 600 кВт) моторами. Стенд позволяет проводить испытания насосов с расходом до 2000 м3/ч и напором до 210 м. При этом предусмотрено присутствие представителей заказчика.

Введенный в эксплуатацию объект – часть программы концерна по расширению производства противопожарных систем. Строительство заняло восемь месяцев, инвестиции составили 2,5 млн евро. Необходимость возведения испытательного стенда обусловлена возросшей активностью американских страховых компаний на европейском рынке. Одно из их требований – наличие оборудования для систем пожаротушения, отвечающего стандарту NFPA. В то же время в Европе отсутствовал центр, где бы совмещались производство и испытания такой техники.

Напомним, что в 2007 г. компания Peerless Pumps (США), ведущий производитель пожарных насосов по сертификату FM/UL, вошла в концерн Grundfos. Продукция американской компании оказалась востребованной на европейском рынке.





В 2010 году ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» реализовало на пивоваренном заводе «Балтика-Самара» интересный проект по сжиганию биогаза, образующегося на сооружениях по очистке сточных вод. О технических решениях и достигнутых показателях авторы проекта рассказывают в предлагаемом материале

## Совместное сжигание биогаза с природным газом

Р. Ширяев, В. Янкелевич

Производство биогаза – продукт функционирования биологических очистных сооружений, органично образующийся в ходе производственного цикла. Биогаз – представляет собой смесь газов с очень высокой процентной долей горючего метана. По данным химического анализа, содержание в нем метана составляет 82 %, сероводорода – 1,6 %. Темпераия сгорания биогаза – 6634 ккал/м<sup>3</sup>. До реализации данного проекта биогаз сжигался в факельной установке, оборудованной серийной автоматической горелкой с обычной газовой арматурой (рис. 1). Газопровод подачи биогаза к факельной горелке выполнен из обычной углеродистой стали. Такая система факельного сжигания газа непрерывно эксплуатировалась в течение нескольких лет.

Было посчитано, что использование биогаза сточных вод в качестве альтер-

нативного источника энергии на пивоваренном заводе ЗАО «ПК «Балтика-Самара» обеспечит существенную экономию топлива. Для реализации проекта потребовалось два года, причем полтора из них были потрачены на поиск, заказ и разработку уникальных технологий.

При рассмотрении возможности сжигания биогаза выяснилось, что обычно считается необходимой его предварительная очистка от сероводорода. Предназначенные для этого технически сложные и дорогостоящие системы были установлены на некоторых пивоваренных заводах «Балтика». Кроме того, в связи с неравномерным выходом биогаза рассматривалась возможность установки накопительных емкостей – газгольдеров. Считались необходимыми схемы с отдельными котлами (или с отдельны-

ми горелками) для биогаза. По предложению компании Hamworthy Combustion (Великобритания) рассматривалась также возможность реконструкции существующих горелок для одновременного сжигания биогаза и природного газа, но с отдельным дополнительным устройством входа биогаза в реконструируемую горелку, отдельным газораздаточным кольцом и дополнительным лопаточным завихрителем.

Однако в ходе предварительных проработок на объекте было установлено, что при совместном сжигании биогаза и природного газа в одном из котлов, работающих обычно с нагрузкой, близкой к номинальной, суммарное содержание серы в топливной смеси составит не более 0,08 %. При этом в обычном дизельном топливе по ГОСТ 305-82 «Топливо дизельное» допускается

содержание серы до 0,2 или до 0,5 % в зависимости от вида. Таким образом, при сжигании биогаза в смеси с природным газом содержание серы в топливе существенно меньше, чем в лучшем дизельном топливе. Это позволило реализовать на объекте принципиально другую схему сжигания вместо рассматриваемых ранее.

Биогаз от очистных сооружений подается в котельную с четырьмя котлами Universal тип UL-S-IE 16000×13 фирмы LOOS. Их единичная тепловая мощность – 10,5 Гкал/ч. Два котла оборудованы комбинированными горелками производства Weishaupt (Германия), другие два – Hamworthy Combustion. Основным топливом служит природный газ, резервным – дизельное. В связи с низким содержанием серы в смеси газов было получено разрешение фирмы Weishaupt на подключение биогаза в газопровод перед горелкой (в газовую рампу горелки).

Далее рассматриваются реализованные технические решения, обеспечивающие возможность сжигания биогаза в современном котле совместно с природным газом без очистки от сероводорода и без применения газольдеров.

Схема подачи топлива показана на рис. 2. Природный газ поступает в котельную из наружного газопровода под давлением 0,6 МПа. В газорегуляторной установке (ГРУ) давление газа редуцируется до 0,01–0,02 МПа. При изменении потребления ГРУ соответственно изменяет подачу природного газа, поддерживая заданное давление на выходе.

Биогаз с очистных сооружений под давлением порядка 30 мбар подается в газовую рампу горелки одного котла (рис. 3) с помощью нагнетателя – компрессора (рис. 4), способного обеспечивать давление до 220 мбар.

Давление биогаза всегда несколько выше давления природного газа после ГРУ, что обеспечивает приоритет биогаза при сжигании относительно природного газа. Это реализуется настройкой стабилизатора давления.

Давление газа на входе в нагнетатель зависит от интенсивности образования биогаза на очистных сооружениях и может меняться. Мощность нагнетателя

устанавливается частотным регулятором так, чтобы поддерживать на входе в нагнетатель постоянное давление биогаза. При этом на факельную установку также идет минимальный расход биогаза (пилотная горелка работает постоянно). При снижении выхода биогаза его давление на входе в нагнетатель будет падать,

повышается, частотный регулятор включает нагнетатель и увеличивает подачу биогаза, регулятор сброса закрывается, и практически весь биогаз поступает в горелку. Соответственно, регулятор давления природного газа в ГРУ уменьшает подачу природного газа.

подачу природного газа.

Горелка, на которую поступает биогаз, специально оборудована системой подачи дутьевого воздуха по оптимальному содержанию кислорода в продуктах сгорания, что обеспечивает эффективное сжигание смеси газов.

Биогаз характеризуется высокой влажностью. Поэтому наружный трубопровод покрыт теплоизоляцией, а на входе в здание котельной установлен конденсатоотводчик.

По условиям безопасности при использовании биогаза предусмотрена дополнительная система защиты. Электромагнитный клапан (ЭМК) блокирует подачу биогаза при всех аварийных ситуациях, когда отключается поступление природного газа в котел. Кроме того, обеспечена дополнительная защита путем закрытия ЭМК при отключении электроэнергии в схеме биогаза, а также по сигналу датчика загазованности по сероводороду ( $H_2S$ ), размещенного в зоне обслуживания котлов на отметке 1.5 м.

Такая система позволяет:

- исключить необходимость в очистке биогаза от сероводорода;

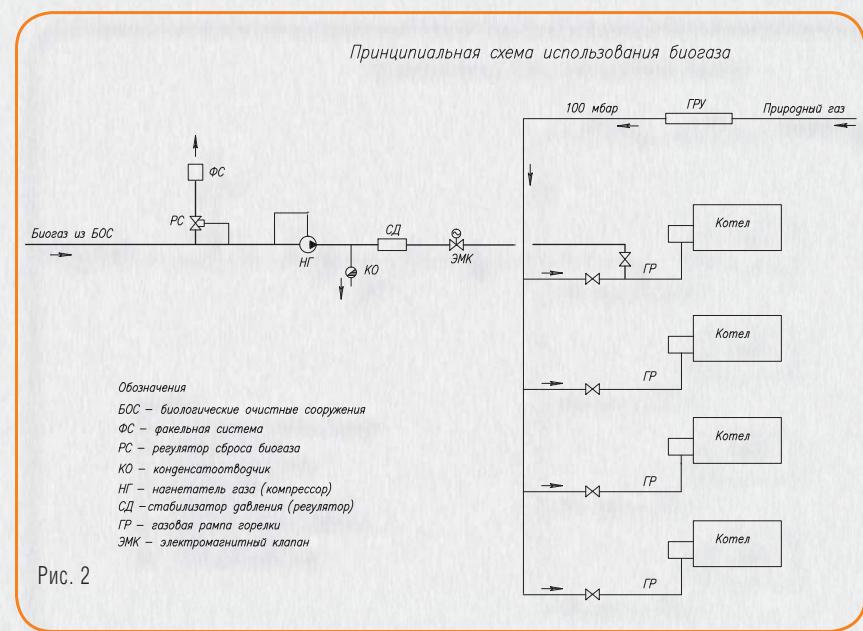




Рис. 3

- сжигать в котле практически весь биогаз (кроме минимума, поступающего на пилотную горелку факельной установки);
- практически устраниТЬ резкие переключения газа, что обеспечивает надежную работу котла;

- исключить необходимость в накопительных емкостях для биогаза.

#### Экономическая эффективность

При среднем выходе биогаза 300 м<sup>3</sup>/ч он замещает 300 • 6634 : 8000 = 249,3 м<sup>3</sup>/ч природного газа, где 6634 и 8000 ккал/м<sup>3</sup> – теплота сгорания соответственно биогаза и природного газа.

Таким образом, годовая экономия природного газа составит:

$$249 \cdot 24 \cdot 365 = 2,181$$

млн м<sup>3</sup>, что соответствует 2,181 • 8000 : 7000 = 2500 т условного топлива.

При стоимости природного газа 2,8 руб/м<sup>3</sup> годовая экономия затрат на топливо составит:

$$2,181 \cdot 2,8 = 6,11 \text{ млн руб.}$$

#### Техническая и экологическая эффективность

По результатам выполненных наладочных работ котел на смеси природного газа и биогаза работает нормально, все показатели работы котла, в том числе экологические, не ухудшились по сравнению со сжиганием природного газа.



Рис. 4

## Биогазовые комплексы в Минской области

9 июня этого года Совет министров Республики Беларусь принял Программу строительства энергоисточников, работающих на биогазе, на 2010–2012 годы. В соответствии с ней в стране должны быть введены в эксплуатацию 39 биогазовых установок суммарной электрической мощностью 40,4 МВт. Это позволит

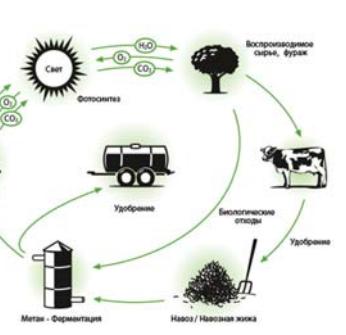
ежегодно вырабатывать около 340 млн кВт•ч электрической энергии, что соответствует более чем 145 тыс. тонн условного топлива.

Уже заключен инвестиционный договор с швейцарской компанией TDF Ecotech о реализации проекта «Проектирование, строительство и эксплуатация биогазовых комплексов». В соответствии с ним будут созданы три совместных предприятия в Минской области – на базе СПК «Агрокомбинат «Снов», СПК «Лань-Несвиж» и ОАО «Гастелловское», – на каждом из которых будет внедрено по одному биогазовому комплексу. Их мощности – 2; 1,4 и 2 МВт соответственно. Ввод в действие намечен на конец 2010, 2011 и 2012 годы. Инвестиции TDF Ecotech соста-

вят 24 млн. евро. Ответственные за координацию работ оказание содействия швейцарской фирме – Министерство сельского хозяйства и продовольствия и Минский облисполком.

Построенные комплексы позволят вырабатывать электроэнергию из биогаза, получаемого при брожении органических отходов. Также в результате применяемых технологий будут получены высококачественные удобрения. Прогнозируется и положительный экологический эффект из-за прекращения сброса в реки отходов.

Компания TDF Ecotech специализируется в области переработки органических отходов и ТБО. Реализованы проекты мусороперерабатывающих заводов, полигонов ТБО и установок по производству биогаза в Бельгии, Германии, ОАЭ, Сингапуре, Турции, Чехии.



## IX Международный форум

PCVEXPO



## ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

26–29 ОКТЯБРЯ, МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», 1 ПАВИЛЬОН



на правах рекламы

## 26 октября 2010

12:00	Торжественное открытие Форума PCVEXPO-2010 и выставки MASHEX/ Машиностроение-2010	1 павильон, сцена, зал 4
12:30	Вручение знака «Почетный арматуростроитель» Организатор: НПАА, тел.: (812) 318-19-20	1 павильон, сцена, зал 4
13:00	XXII Международная инновационно-ориентированная конференция молодых ученых и студентов МИКМУС-2010 Организаторы: MVK, ИМАШ РАН им. Благонравова, тел.: (499) 135-61-33, 135-77-51	1 павильон, конференц-зал № 4
14:00	<b>ХИМИЯ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА.</b> Круглый стол «Качество, диагностика, обслуживание и ремонт оборудования на химических и нефтеперерабатывающих производствах. Перспективы улучшения» Организаторы: MVK, АСКОМП, НПАА, РАПН, тел.: (495) 925-34-82	1 павильон, конференц-зал А
16:00	Вручение национальной премии в области насосостроения «Живой поток» Организатор: РАПН, тел.: (499) 269-33-96	1 павильон, сцена, зал 4
18:00	Торжественный прием, посвященный открытию Форума PCVEXPO-2010 и выставки MASHEX/Машиностроение-2010	1 павильон, ресторан

## 27 октября 2010

10:00	Международная научно-техническая конференция «ECOPUMP.RU' 2010. Эффективность и экологичность насосного оборудования» Организатор: РАПН, тел.: (499) 269-33-96	1 павильон, конференц-зал № 2
11:00	Конференция «Прогрессивные технологии и материалы в машиностроении» Организаторы: ЦНИИТМАШ, MVK, тел.: (495) 925-34-13	1 павильон, конференц-зал № 4
11:00	«Штокмановское месторождение – Северный поток»: приоритетное участие российских поставщиков оборудования. Встреча руководителей проекта с производителями оборудования Организаторы: MVK, НПАА, РАПН, Штокман Девелопмент АГ, тел.: (495) 925-34-82	1 павильон, конференц-зал А
14:00	Вручение Арматурного Оскара Организатор: Международный журнал «Трубопроводная арматура и оборудование», тел.: (812) 932-08-97	1 павильон, сцена, зал 4
15:00	<b>ГАЗ.</b> Круглый стол «Добыча, транспортировка и переработка газа» Организаторы: MVK, НПАА, РАПН, АСКОМП, тел.: (495) 925-34-82	1 павильон, конференц-зал А

## 28 октября 2010

10:00	II Научно-техническая конференция «Компрессорная техника: разработка, изготовление и эксплуатация», посвященная 90-летию основателя АСКОМП проф. К.П. Селезневу и 20-летию АСКОМП и журнала «Компрессорная техника и пневматика» Организаторы: АСКОМП, КХТ, тел.: (495) 223-66-35	1 павильон, конференц-зал № 2
11:00	Круглый стол «Промышленный дизайн как ресурс повышения конкурентоспособности отечественного машиностроения» Организатор: MVK, тел.: (495) 925-34-13	1 павильон, конференц-зал № 4
11:00	<b>ЭНЕРГЕТИКА.</b> Круглый стол «Энергетическая стратегия России на период до 2020 г. Новое оборудование для тепловой и атомной энергетики» Организаторы: MVK, НПАА, РАПН, АСКОМП, тел.: (495) 925-34-82	1 павильон, конференц-зал А
14:00	Открытое заседание редколлегии международного журнала «Трубопроводная арматура и оборудование» Тел.: (812) 932-08-97	1 павильон, конференц-зал А
15:00	Общее собрание РАПН, тел.: (499) 269-33-96	1 павильон, конференц-зал № 2

## 29 октября 2010

11:00	<b>НЕФТЬ.</b> Круглый стол «Добыча и транспортировка нефти и нефтепродуктов. Магистральные трубопроводы» Организаторы: MVK, НПАА, РАПН, АСКОМП, тел.: (495) 925-34-82	1 павильон, конференц-зал А
14:00	Церемония торжественного закрытия и награждения участников выставки MASHEX/ Машиностроение-2010 и Форума PCVEXPO-2010. Награждение победителей конкурса лучших научных разработок машиностроительных вузов в рамках XXII Конференции МИКМУС	1 павильон, сцена, зал 4



www.pcvexpo.ru

Контакты дирекции: тел./факс: (495) 925-34-82, E-mail: pcvexpo@mvk.ru



Рис. 1

Большинство публикаций по компенсации температурных расширений воды в системах отопления относятся к одноквартирным домам. В этой статье рассматриваются системы отопления жилых и промышленных зданий, подключенных к источникам теплоты – отопительным котельным и мини-ТЭЦ тепловой мощностью 1–10 МВт и выше

## Компенсация температурных расширений воды в системах отопления

В. Янкелевич

Как известно, вода несжимаема – ее объем не зависит от колебаний давления. Однако повышение или понижение температуры воды влечет за собой соответственно увеличение или уменьшение занимаемого ею объема (в пределах нескольких процентов). Эта зависимость показана на диаграмме (рис. 2). С другой стороны, при нагревании трубы удлиняются, соответственно увеличиваются и длины их окружностей. Поэтому в результате теплового расширения металла объем системы отопления также несколько увеличивается, что частично компенсирует расширение воды. Например, при нагреве на 100 °C объем труб увеличивается на 0,36 %, что меньше теплового расширения воды на порядок. Поэтому в расчетах это увели-

чение объема системы отопления обычно не учитывают.

В системах отопления трубопроводы прямой и обратной линий гидравлически связаны, поэтому расширение воды необходимо определять по средней температуре. Можно отметить, что чем выше исходная температура, тем большим будет изменение объема при равных изменениях температуры. Поэтому при наиболее эффективных для транспортировки теплоносителя повышенных температурах отмечаются наибольшие проблемы с компенсацией температурных расширений.

При первоначальном заполнении старых систем (с большими утечками в подземных теплотрассах и домах) холодной водой с последующим ее разогревом

часть воды приходилось сбрасывать. При регулировании во время работы температурное увеличение объема теплоносителя часто компенсировалось простым сокращением постоянной подпитки теплосети. Снижение температуры и давления сетевой воды при регулировании соответственно компенсировалось увеличением подпитки.

Увеличение объема воды в закрытой системе ведет к существенному повышению давления. В соответствии с действующими нормами (СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети», п. 6.21) в закрытых системах теплоснабжения на источниках теплоты мощностью 100 МВт и более следует предусматривать установку баков запаса подпиточной воды вместимостью 3 % объема

выставки

MVK

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

## 9-й Международный форум PCVEXPO-2010 ПРОГРАММА КРУГЛЫХ СТОЛОВ

Встречи производителей насосов, компрессоров и арматуры  
с потребителями для обсуждения важнейших инновационных проектов  
26–29 октября 2010 г.

### ХИМИЯ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА

Круглый стол «Качество, диагностика, обслуживание и ремонт оборудования на химических и нефтеперерабатывающих производствах. Перспективы улучшения»

Современные требования к химическому и нефтеперерабатывающему оборудованию. Качество поставляемого оборудования. Входной контроль, сертификация. Планово-предупредительные ремонты и ремонты по фактическому состоянию оборудования, системы и приборы диагностики. Повышение эффективности производств за счет повышения технического уровня используемого оборудования. Закупочная и тендерная политика. На встречу приглашены: Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков России, руководители и специалисты ОАО «Лукойл», ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «Московский НПЗ», ООО «НТЦ Радикал», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Рязанская НПК», ОАО «Салаватнефтеоргсинтез», ОАО «Сибур», ОАО «Славнефть», ОАО «Танеко», ОАО «Хабаровский НПЗ», ДОАО «Центральное конструкторское бюро нефтеаппаратуры», председатель Совета главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и СНГ Кабанов Б.С.

### ШТОКМАНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ – СЕВЕРНЫЙ ПОТОК:

Приоритетное участие российских поставщиков оборудования. Встреча руководителей проекта с производителями оборудования

Встреча руководителей проекта с производителями оборудования. Газ и газовый конденсат. Строительство магистрального газопровода «Северный поток» по дну Балтийского моря. Штокмановское газоконденсатное месторождение в Баренцевом море – ресурсная база данного проекта и производства СПГ для поставки газа в Европу и Северную Америку. Приоритетное участие в проекте отечественных поставщиков. Критерии оценки тендерных предложений, условия, требования, гарантии. Контакт с заказчиком – гарантия успеха. На встречу приглашены руководители и специалисты компании Штокман Девелопмент АГ.

### ГАЗ

Круглый стол «Добыча, транспортировка и переработка газа»

Добыча, транспортировка и переработка газа. Требования к оборудованию: параметры, качество, надежность, долговечность, приемка, гарантии, сервис, ремонт. Закупочная политика, тендерные процедуры, условия и требования. Вопросы и ответы. На встречу приглашены руководители и специалисты ОАО «Газпром» из Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа, Департамента по добыче газа, газового конденсата, нефти, ООО «Газпром центрремонт», ДОАО «Оргэнергогаз», ООО «Газпром комплектация», ООО «Газпром трансгаз», ООО «ВНИИГАЗ», ООО «Газпром добыча Ноябрьск», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Ямбург», ОАО «Белгородоблгаз», ОАО «Брянскоблгаз», ОАО «Владимироблгаз», ОАО «Ивановооблгаз», ОАО «Калугаоблгаз», ОАО «Кировоблгаз», ОАО «Нижегородоблгаз», ОАО «Новгородоблгаз», ОАО «Псковоблгаз», ОАО «Тверьоблгаз», ОАО «Череповецоблгаз».

### ЭНЕРГЕТИКА

Круглый стол «Энергетическая стратегия России на период до 2020 г. Новое оборудование для тепловой и атомной энергетики»

Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. Изменение объемов энергии, вырабатываемой на углеводородном и ядерном топливе. Программа строительства новых энергоблоков. Требуемое оборудование для их оснащения. Необходимые параметры, качество, надежность, долговечность, энергоэффективность, сертификация, сервис. На встречу приглашены руководители и специалисты ОАО «Атомэнергопроект», ОАО «Атомэнергопром», ЗАО «Атомстройэкспорт», ОАО «ВНИИ АЭС», ОАО «Концерн «Росэнергоатом», ОАО «НИКИЭТ» им. Н.А. Доллежаля, ОАО «Нижегородская инжиниринговая компания «Атомэнергопроект», «Смоленскатомтехэнерго», ОАО «СПБАЭП», ОАО «ВНИПИЭнергопром», ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ», ОАО «Теплоэнергопроект», ОАО «Росэнергопроект», ОАО «Мосэнерго» (ТГК-3), ТГК и ОГК.

### НЕФТЬ

Круглый стол «Добыча и транспортировка нефти и нефтепродуктов. Магистральные трубопроводы»

Добыча и транспортировка нефти и нефтепродуктов. Магистральные трубопроводы. Особенности проектирования, строительства и эксплуатации. Требования к оборудованию, параметры, качество, надежность, долговечность, гарантии, приёмка. Тендерные процедуры, условия и требования. Вопросы – ответы. На встречу приглашены руководители и специалисты ООО «Башнефть-Добыча», ОАО «Газпром нефть», ОАО «Лукойл», ОАО «Роснефть», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Татнефть», АК «Транснефть» и др.

**Форма проведения:** тематические круглые столы для стратегических отраслей-потребителей продукции.

**Форма представления информации:** презентация до 15 минут, дискуссия до 5 минут.

**Длительность проведения:** 2 часа.

**Периодичность проведения:** ежедневно в период работы Форума.

**Условия участия:** для членов ассоциаций-организаторов форума и представителей отраслей-потребителей, проектных институтов, научных организаций и вузов – бесплатно;

для остальных оплата за презентацию:

на одном круглом столе – 15 тыс. руб.

на двух круглых столах – 25 тыс. руб.

на трёх круглых столах – 35 тыс. руб.

на четырёх круглых столах – 40 тыс. руб.

Оплата за участие без презентации в одном мероприятии – 5 тыс. руб.

Приглашаем производителей, потребителей и всех заинтересованных участников рынка насосов компрессоров и арматуры принять участие в работе круглых столов.

Форму заявки на участие можно найти на сайте [www.pcvelexpo.ru](http://www.pcvelexpo.ru).



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

Контакты дирекции: тел./факс: (495) 925-34-82, E-mail: [pcvelexpo@mvk.ru](mailto:pcvelexpo@mvk.ru)

воды в системе теплоснабжения. При этом должно обеспечиваться обновление воды в баках.

В соответствии с приведенной диаграммой в режимах 150/70 °C (средняя температура – 110 °C) и 130/70 °C (средняя температура – 100 °C) бак такой емкости не обеспечивает компенсацию температурных расширений во всем диапазоне возможных температур воды в системе.

При заполнении и разогреве воды часть ее сливается в бак (если сразу разогревать систему до высокой температуры, то часть воды будет сбрасываться через перелив в баке), а при снижении температуры в системе вода из бака возвращается обратно. Если при охлаждении воды в системе объема бака окажется недостаточно, включится подпитка (при этом бак используется как промежуточная буферная емкость). Однако на практике объем воды в таком баке обеспечивает компенсацию температурных расширений воды. Открытый бак должен быть защищен от аэрации, поскольку кислород растворяется в воде и вызывает коррозию оборудования. Необходимо также обеспечить циркуляцию воды в баке – для защиты от замерзания.

Аналогичные баки могут применяться и для котельных (ТЭЦ) меньшей мощности. Для защиты воды от аэрации может использоваться доступный герметик АГ-4 и его модификации. Этот продукт создает тонкую воздухонепроницаемую пленку на поверхности воды и на стенках бака. Для исключения попадания герметика в систему отопления (при аварийном снижении уровня воды в баке) используется специальная схема с гидрозатворами.

Для систем отопления нескольких зданий обычно применяют мембранные расширительные баки, в которых объемы воздуха и воды разделены эластичной мембраной. (О конструкции и принципах действия мембранных расширительных баков см. «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» № 1, 2009, стр. 58–59.) Баки заполняются воздухом при избыточном давлении  $P$ , равном минимально допустимому давлению в системе. При повышении давления на величину  $\Delta$  (до максимально допустимо-

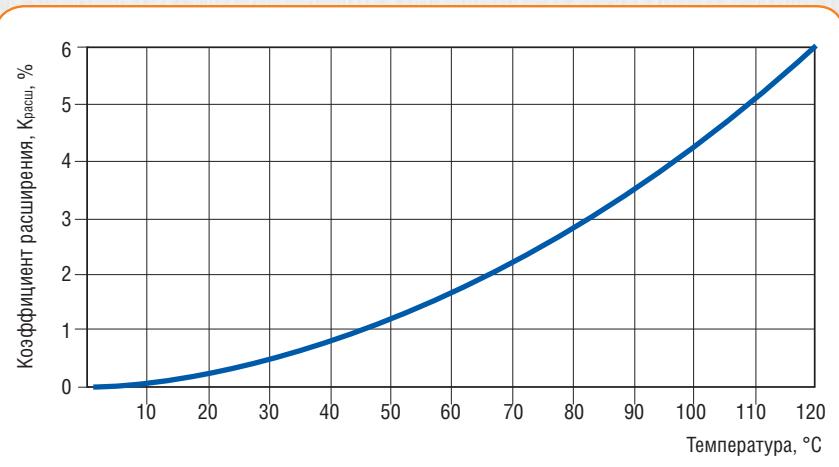


Рис. 2. Температурное расширение воды

го) воздух в баке сжимается. Его объем уменьшается, и освободившаяся часть бака заполняется водой.

Обозначим через  $V$  максимально возможную долю объема бака, заполняемую водой. Соответственно, объем воздуха, остающийся в баке, равен  $1 - V$  и уменьшается обратно пропорционально абсолютному давлению. Максимальное абсолютное давление равно  $P + \Delta + 1$ . Тогда  $1 - V = (P+1)/(P+\Delta+1)$ . Отсюда получим:

$$V = \Delta / (P_{\min} + \Delta) \quad (1)$$

$$V = \Delta / P_{\max} \quad (2)$$

где  $V$  – доля полезного объема бака,  $P_{\max}$  и  $P_{\min}$  – максимальное и минимальное абсолютное давление в системе,  $\Delta$  – допустимый перепад давлений.

Полезный объем расширительных баков тем больше, чем ниже минимальное давление (1). Например, для достижения доли полезного объема  $V = 50\%$  необходимо, чтобы допустимый перепад давлений  $\Delta$  был равен абсолютному давлению  $P_{\min}$ . Из формулы следует, что полезный объем расширительных баков тем больше, чем ниже минимальное давление. Поэтому в котельных баки обычно подключают к всасывающему трубопроводу сетевых насосов. В этом случае минимально допустимое давление должно быть равно гидростатическому давлению в системе отопления плюс запас (не менее 0,5 бара).

Если котельная обслуживает несколько зданий, то надо также учитывать разность высотных отметок (котельной и

отапливаемых зданий) и потери давления в теплотрассах.

При установке расширительных баков в котельной для отопления старых пятиэтажных зданий минимальное давление воды перед сетевыми насосами должно составлять порядка 2 бара, допустимый перепад давлений может быть не больше 1,0–1,5 бара. В этом случае полезный объем баков не превысит 25–32 %. Иногда – по условиям надежности систем отопления – перепад давлений ограничивают еще больше, что снижает полезный объем баков до 17–20 %. Доля полезного объема расширительных баков в случае высоких зданий при ограниченном перепаде давлений в системе отопления должна получиться такой же небольшой. Следует учитывать, что обычная автоматика подпитки, которая поддерживает постоянное давление в обратной линии, должна быть настроена на минимально допустимое давление в сети, иначе она полностью или частично отключает расширительные баки, поскольку при этом реальный диапазон изменения давления в системе уменьшается.

Для повышения полезного объема расширительных баков можно при проектировании рассмотреть возможность их установки на верхних или технических этажах зданий. Поскольку диапазон изменения давления в системе не зависит от гидростатического давления, то эффективность этого решения может быть очень велика. Например, при минимальном избыточном давлении 0,5 бара



Рис. 3

(на верхнем техническом этаже) и допустимом диапазоне изменения давления 4 бара для полезного объема баков составит 73 % (4 : (0,5 + 4 + 1) = 0,73).

Для здания с минимальным давлением в нижней части системы отопления, равным 7 бар, при том же допустимом диапазоне изменения давления (4 бара) полезный объем баков составит 32 %. То есть при установке потребуются баки, полный геометрический объем которых в 2,3 раза больше.

Из-за небольшого полезного объема расширительных мембранных баков стали находить применение автоматические установки поддержания давления (АУПД) с компрессором или насосом (рис. 3).

В АУПД с компрессором при повышении давления в системе воздух сливается из мембранных баков, который может заполняться водой практически

полностью. При снижении давления компрессор закачивает в бак воздух, выдавливая воду из бака в систему. Количество воды в баке контролируется с помощью датчика давления (веса), встроенного в одну из опор бака. Объем бака должен соответствовать полному расчетному термическому расширению воды в системе с небольшим запасом. Установка позволяет поддерживать давление в системе отопления практически постоянным, при этом стоимость ее может оказаться ниже стоимости полного комплекта простых мембранных баков с сильно ограниченным полезным объемом. Кроме того, последние могут занимать очень много места в помещении котельной, и размещение их там не всегда возможно.

Для высотных зданий (более 20 этажей) простые мембранные баки и баки с компрессорами должны работать при слишком высоком давлении. Для таких систем лучше устанавливать АУПД с насосами (рис. 1). В таких установках также используются мембранные расширительные баки, но они работают при атмосферном давлении. При понижении давления в системе отопления насос откачивает воду из бака в систему, при повышении – вода из системы через дроссельное устройство поступает в бак. При этом за счет резкого снижения давления воды до атмосферного из нее выделяются растворенные газы, которые удаляются из бака. (Для повышения эффективности такой деаэрации практически все производители мембранных баков применяют специальные средства.) По мере работы системы растворенные в воде газы практически полностью удаляются, что исключает завоздушивание системы отопления. Такие АУПД полностью автоматизированы.

Они также обеспечивают автоматическую подпитку системы, но – при относительно небольших рабочих давлениях – стоят дороже компрессорных.

В заключение отметим, что для относительно небольших систем отопления при наличии проблем с размещением мембранных баков, можно рассматривать возможность компенсации термического расширения воды сбросом воды через дополнительный предохранительный клапан малого диаметра, специально установленный для этой цели. Он должен срабатывать при давлении, меньшем предельного (при котором срабатывает защита на отключение горелок и открываются предохранительные клапаны на котлах). При понижении температуры и давления в системе отопления должна автоматически включаться подпитка. Такая система должна надежно работать в автоматическом режиме без расширительных баков, но с некоторым дополнительным расходом обработанной воды на слив. Увеличение затрат на водоподготовку при этом может быть не особенно велико – при жесткости исходной воды 4 мг-экв/л расход поваренной соли на регенерацию натрий-катионитовых фильтров составит примерно 0,5 кг на 1 м<sup>3</sup> умягченной воды. С другой стороны, для систем отопления с нулевой или минимальной подпиткой, когда в натрий-катионитовых фильтрах практически нет движения воды, могут идти обратные реакции, в результате которых растет жесткость обработанной воды. С этой точки зрения может быть полезно периодически включать водоподготовку в работу. Это самая простая схема компенсации термического расширения воды, но для многих котельных она может оказаться целесообразной.

## Альбом стандартных модулей

ЗАО «СИНТО» (Санкт-Петербург) выпустило альбом стандартных решений для проектирования типовых модулей тепловых пунктов для независимых и зависимых систем отопления мощностью от 100 до 1000 кВт. В него включены руководство пользователя, принципи-

альные схемы, спецификации, чертежи, сертификаты соответствия, прайс-лист. Альбом выпущен на компакт-дисках и будет распространяться на семинарах и выставках. Заказать альбом можно через проектный отдел компании по электронной почте [project@cinto.ru](mailto:project@cinto.ru).

Выпускаемые модули «СиТерМ» предназначены для организации автоматизированных ИТП и ЦТП для жилых и административных зданий, а также промышленных сооружений. Изготавливаются модули вентиляции и ГВС, а также комбинированные.



Продолжаем публикацию материалов, посвященных вопросам энергосбережения в паровом хозяйстве. В этот раз речь пойдет об энергосбережении при нагреве воды и производстве пара в котле, в том числе за счет утилизации тепла уходящих дымовых газов

## Энергосбережение в паровом хозяйстве предприятия. Нагрев воды и производство пара

С. Тишаев

### Нагрев котловой воды

Максимальная температура воды, поступающей в систему водоподготовки паровой котельной, ограничена свойствами материалов, используемых в этой системе. Поэтому обычно вода до системы водоподготовки специально не нагревается, и ее температура составляет 7–15 °С.

Для того чтобы довести питательную воду до температуры насыщения, при которой с дальнейшим подводом теплоты начинается фазовый переход воды из жидкого состояния в газообразное, требуется энергия, равная 4,186 кДж/(кг·К). Чем больше рабочее давление котла, тем выше температура, до которой необходимо нагреть жидкость (температура насыщения). Однако существует конструкционное ограничение температуры питательной воды. Так как все водоподготовительное оборудование, как правило, работает при атмосферном давлении (температура насыщения при нем равна

100 °С), а высокотемпературные насосы достаточно дороги, то температура питательной воды обычно не превышает 70–80 °С. Кроме того, такой предел значений позволяет уменьшить необходимый подпор воды из-за возможной кавитации.

Если в процессе водоподготовки участвует термический деаэратор, то температура

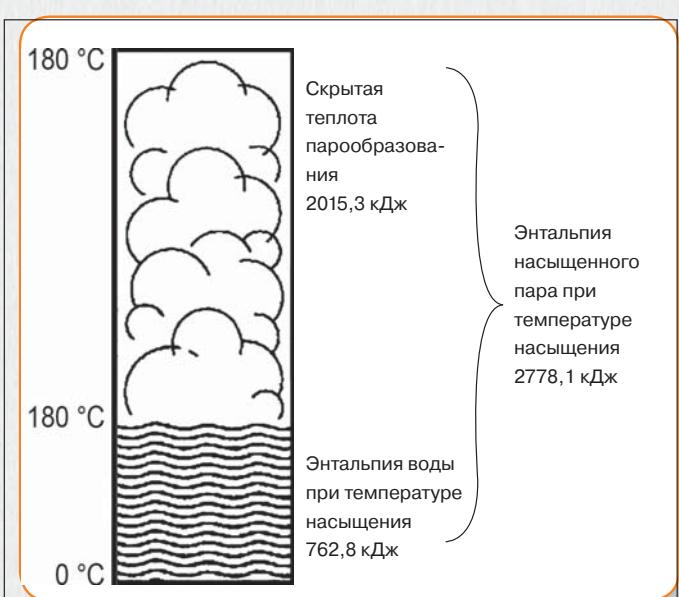


Рис. 1. Диаграмма энергосодержания насыщенного пара

питательной воды увеличивается до 105 °C. При отсутствии возврата конденсата для нагрева до такой степени необходимо подвести около 377 кДж на каждый килограмм подаваемой воды, что составляет 13,5 % от всего энергосодержания насыщенного пара при рабочем давлении котла в 9 бар (рис. 1). Часть этой энергии подводится с паром в термический деаэратор (атмосферного типа), часть – с возвращаемым конденсатом. Соотношение этих поступлений определяет действительный потенциал энергосберегающих мероприятий, направленных на повышение температуры питательной воды. Чем выше процент возврата конденсата и параметры (температура и давление) возвращаемого конденсата, тем меньше дополнительной энергии требуется для нагрева котловой и деаэрирования подпиточной воды. На практике степень возврата конденсата составляет от 0 до 85 %, что определяет возможный диапазон потенциала энергосберегающих мероприятий, возвращающих тепло с питательной водой. В случае прямого, без охлаждения, подвода конденсата при рабочем давлении 9 бар и температуре насыщения, этот диапазон составляет 0–441 кДж/кг (соответствует 63 % возврата конденсата). Поскольку сбор и транспортировка конденсата при рассматриваемом давлении технически осуществимы лишь с использованием специального оборудования, конденсат обычно остижают. С уменьшением температуры до 120–130 °C (давление – 2 бара) жидкость собирают в баки, откуда перекачивают в котельную, добавляя к питательной воде. В таком случае, для того чтобы полностью использовать энергосберегающий потенциал при нагреве воды с 10 до 80 °C, должно возвращаться не менее 92 % конденсата.

Кроме прямого возврата неохлажденного или слабоохлажденного конденсата под избыточным давлением, существует возможность нагрева питательной воды за счет утилизации теплоты продувок в пароводяных теплообменниках с использованием пара вторичного вскипания, водоводяных теплообменниках охлаждения конденсата и т.д. Во всех случаях, когда речь идет о возврате теплоты в питательную воду, максимально возможный потенциал энергосбережения близок к 11–12 %.

Следующий способ повысить КПД котельной установки – утилизация теплоты уходящих газов. Он довольно распространен, так как позволяет использовать достаточно компактные и простые устройства (газоводяные теплообменники – экономайзеры, рис. 2), которые отбирают для нагрева питательной воды, уже прошедшей через насосы, тепловую энергию уходящих дымовых газов. Экономайзеры способны работать в широком диапазоне температур как по водяному, так и по газовому тракту. Существуют сухие экономайзеры, в которых температура дымовых газов никогда не должна опускаться ниже точки росы (55 °C, если топливом служит природный газ), и конденсационные, использующие скрытую теплоту образования паров воды, содержащихся в дымовых газах, при их конденсации. В журнале «Аква-Терм» (A-T № 1 2008, 28.202) уже рассказывалось о конденсационных рекуператорах. Поэтому в данной статье будет рассмотрен только энергосберегающий эффект от применения сухих экономайзеров.

Но сначала уделим немного внимания вопросу температуры уходящих дымовых газов. Чем больше рабочее давление парового котла (рассматриваются агрегаты, вырабатывающие насыщенный пар), тем выше температура насыщения и, таким образом, выше температура уходящих газов (поскольку существует минимальный тепловой напор в теплообменнике, ниже которого развивать теплообменную поверхность экономически невыгодно). Поэтому для одного и того же котла температура уходящих газов будет тем ниже, чем ниже его рабочее давление. Графически эта зависимость представлена на рис. 3. При одинаковой температуре продуктов сгорания на выходе из камеры сгорания температура уходящих газов в дымовом коллекторе будет различной при различных рабочих давлениях котла. Из этого следует простое правило – подбирать и настраивать котел на рабочее давление, значение которого должно быть как можно ближе к давлению потребителя пара. При этом, кроме бесполезных потерь в редукционно-охладительном устройстве (РОУ), владелец котла избежит потерь с уходящими газами повышенной температуры.



Рис. 2. Выносной экономайзер

В свою очередь расчетный теплоперепад (и градиент температуры) в экономайзере определяется конструкцией этого аппарата и слабо зависит от температуры уходящих газов при сохранении номинального расхода дымовых газов, расхода воды, проходящей через экономайзер, и температуры подаваемой в устройство воды. Как правило, производители паровых котлов рассчитывают и изготавливают экономайзеры под свои котлы, задаваясь необходимыми граничными данными (температура и расход уходящих газов, расход питательной воды, температура питательной воды на входе в экономайзер, разница температур воды на входе и выходе). В зависимости от площади теплообменной поверхности и материала, из которого изготавливаются экономайзеры, их эффективность (прирост КПД котло-агрегата) может изменяться в диапазоне 3–6 %. Теоретический прирост энталпии при увеличении температуры питательной воды с 105 до 145 °C составляет – для рассматриваемого в нашем примере рабочего давления котла (9 бар) – 170,2 кДж/кг, т.е. 6,1 %. Цена экономайзеров сильно отличается в зависимости от их конструкции, площади теплообменной поверхности, материала теплообменника и его металлоемкости, номинальной паропроизводительности котла. При

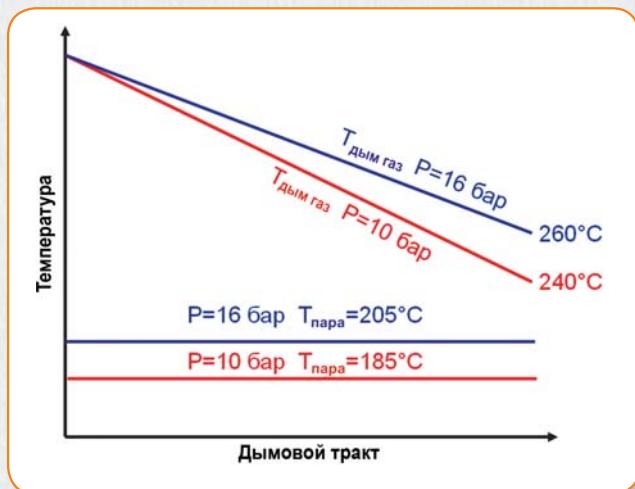


Рис. 3. Зависимость температуры уходящих газов от рабочего давления парового котла

производительности паровых котлов 2–20 т/ч, можно ориентироваться на 1260–7000 евро на 1 т/ч паропроизводительности котла. Меньшие удельные цены, как обычно, соответствуют большим мощностям.

При использовании вспомогательного оборудования для предварительного «докотлового» нагрева питательной воды и оптимизации пароконденсатной системы по возврату конденсата, суммарно можно сберечь до 18 % топлива, из которых около 6 % – вклад экономайзера, используемого для утилизации теплоты уходящих газов и нагрева питательной воды.

### Производство пара в котле

Получение водяного пара осуществляется при дополнительном подводе тепловой энергии, называемой скрытой теплотой парообразования, к воде, нагретой в котле до температуры насыщения. Процесс фазового перехода воды из жидкого состояния в газообразное происходит при постоянной температуре, т.е. температура воды и пара в течение всего процесса (до полного перехода всей воды в пар) одинаковы и равны температуре насыщения.

Традиционный подход при осуществлении комплекса мер по энергосбережению состоит в первоочередной замене старого неэффективного парового котла на новый. В этом случае при одинаковой или близкой производительности котлов конкурирующих производителей, в первую очередь, срав-

ниваются два показателя: цена и КПД установки. Что касается первого, здесь все ясно, поставщик даст исчерпывающую информацию по комплекту поставки и ее стоимости. Остановимся подробнее на втором факторе.

Количество тепла, получаемое с единицы веса или объема топлива при его полном сжигании, определяется как теплота сгорания. Она может быть высшая и низшая.

Высшая теплота сгорания (ВТС) или так называемая калорийность топлива – это количество тепла, произведенное при полном сжигании определенного количества топлива при постоянном давлении и с конденсацией влаги, которая в виде пара находится в дымовых газах. Изначально эта влага содержится в топливе, дутьевом воздухе (подаваемом в горелочное устройство или камеру сгорания для полного сжигания топлива), а также образуется дополнительно во время сжигания за счет химической реакции атомов кислорода с атомами водорода топлива.

Низшая теплота сгорания (НТС) – количество тепла, произведенное при полном сжигании определенного количества топлива, когда вся влага, поступив-

шая в камеру сгорания вместе с топливом, дутьевым воздухом и в процессе химических реакций, находится в газообразном состоянии в виде паров воды. Это означает, что в НТС не учитывается возврат тепла конденсации паров воды в продуктах сгорания.

Эффективность паровых котлов можно рассчитать по формуле:

$$\text{КПД} = Q_1 : Q_2, 100 \%,$$

где  $Q_1$  – полезное тепло пара, а  $Q_2$  – тепло, подведенное при горении топлива.

Общепринято, что КПД паровых котлов оценивается именно по низшей теплоте сгорания топлива. И даже если речь идет о котлах и котельных, где используется оборудование с утилизацией скрытого тепла парообразования водяных паров (конденсационное оборудование), то все равно оперируют НТС. При этом КПД котельных систем может получиться выше 100 %.

Однако на практике такая формула может использоваться только для уже смонтированных и работающих систем, т.к. предполагает наличие устройства измерения расхода пара. Чаще рассматривают и сравнивают эффективность котлов, используя метод обратного баланса, учитывающий относительные потери тепла в котле. В этом случае КПД котла (брутто) определяют по формуле:

$$\eta_k = 100 - \Sigma q, \%$$

где  $\Sigma q$  – суммарные потери теплоты в котле. Они рассчитываются таким образом:

$$\Sigma q = q_2 + q_3 + q_4 + q_5, \%$$

где  $q_2$  – потери тепла с уходящими газами,  $q_3$  – потери тепла от химической неполноты горения;  $q_4$  – потери тепла от



Рис. 4. Зависимость КПД трехходового парового котла от его рабочего давления

механической неполноты горения;  $q_5$  – потери тепла от наружной поверхности котла, %.

Потери тепла от химической и механической неполноты сгорания топлива не будут нами рассматриваться, т.к. для современных горелочных устройств, работающих на природном газе, они являются достаточно малыми (около 0,1–0,3 %) и не представляют существенного потенциала для энергосбережения. Аналогично обстоит дело и с потерями тепла, связанными с теплоотдачей через наружную поверхность котлов, оснащенных теплоизоляцией высокой плотности и толщины. При слое минераловатной плиты 100 мм и выше значение  $q_5$  составляет 0,3–0,7 %. Дальнейшее утолщение теплоизоляции не приведет к существенному энергосбережению (максимальный экономически выгодный потенциал не превышает 0,2 %). Однако при использовании котлов старого типа (например, ДКВр), имеющих тяжелую обмуровку и высокие потери с теплоотдачей через наружную поверхность, потенциал энергосбережения от установки дополнительной теплоизоляции высокой плотности может достигать 5 %.

Основными потерями тепла при работе котла являются потери с нагретыми уходящими дымовыми газами. Чем больше расход дымовых газов, выходящих из котла и чем выше их температура, тем выше значение  $q_2$ .

Зная используемое топливо, содержание свободного кислорода ( $O_2$ ) или угарного газа (CO) в уходящих дымовых газах и их температуру, потери тепла с уходящими газами можно определить по формуле:

$$q_2 = (A1/(21 - O_2) + B) \cdot (T_{ух} - T_a),$$

где  $T_{ух}$  – температура дымовых газов, °C;  $T_a$  – температура воздуха, участвующего в горении, °C;  $O_2$  – концентрация кислорода в сухих дымовых газах, %, A1 и B – эмпирические коэффициенты, которые приводятся для каждого топлива.

Для парового котла, работающего на природном газе, значение  $q_2$  находится в диапазоне от 1,5 до 14 % в зависимости от рабочего давления, конструкции и внешнего вспомогательного оборудования.

Для быстрой оценки потенциала энергосбережения, связанного с уменьшением  $q_2$ , можно считать, что каждое снижение температуры уходящих газов на 10 °C соответствует снижению потерь тепла с уходящими газами на 0,5 %.

При производстве сухого насыщенного пара КПД котла зависит от рабочего давления пара в котле. Если оно составляет от 10 до 20 бар, эта зависимость для трехходовых паровых котлов (без экономайзера), работающих с номинальной производительностью, представлена на рис. 4. Мы уже говорили, что причина такой зависимости – повышенная рабочая температура насыщенного пара, и, как следствие, увеличенные потери тепла с более горячими уходящими газами.

Следует заметить, что КПД современных паровых котлов отличаются не более, чем на 1–2 %, в то время как разность в их стоимости со вспомогательными устройствами управления и автоматики достигает 10–40 %, находясь в диапазоне 10–30 тыс. евро на 1 т/ч паропроизводительности котла. Увеличение КПД котельной происходит за счет сокращения потребления пара на собственные нужды (термический деаэратор, нагрев топлива и т.д.), утилизации теплоты продувок и уходящих дымовых газов, а также возврата тепла с конденсатом.



Посвящая себя будущему  
Новая технология анализа выбросов дымовых газов



$1+3=7$

Экономичное решение для измерения выбросов - новый 4-х сенсорный газоанализатор testo 340

- Онлайн измерения до 2-х часов
- Параллельное измерение скорости потока дымовых газов с расчетом массовых выбросов
- Большой выбор измеряемых параметров
- Максимальная гибкость при выборе сенсоров



testo 340

3.4 Vol.% O<sub>2</sub>  
80 ppm CO  
41 ppm NO  
10.2 ppm NO<sub>2</sub>  
51.2 ppm NO<sub>x</sub>  
180 °C FT  
26 °C AT  
0.6 l/min Pump

Testo Rus (495)788-98-11 info@testo.ru  
[www.testo.ru/340](http://www.testo.ru/340)



Сжигание отходов деревообработки и сельского хозяйства в целях получения тепловой энергии широко распространено в развитых странах. В последние годы эта тема стала актуальной и у нас. В предлагаемом материале рассказывается об оборудовании брянской компании «Тепловые системы» для сжигания низкосортного топлива

## Отходы – в топку

О. Сёмичев

Цена тепловой энергии – одна из существенных составляющих стоимости отечественной продукции, достигающая в некоторых отраслях 20–30 %. С другой стороны, перед каждым производственным (и не только) предприятием стоит проблема утилизации отходов. Например, небольшая мебельная фабрика вырабатывает до 15 т отходов ежедневно, что составляет от 45 до 63 % перерабатываемой древесины. Всего по стране ежегодный объем древесных отходов, получаемый на деревообрабатывающих производствах, – около 70 млн тонн. При этом утилизация 1 м<sup>3</sup> ДСП обходится около 200 долл.

Комплексный подход к решению задач отопления и утилизации отходов открывает путь к значительной экономии: по теплоте сгорания 8,5 м<sup>3</sup> генераторного древесного газа, образующегося при разложении древесины под действием высокой температуры, эквивалентны 1 кг

мазута. Кроме того, сжигание отходов сторонних предприятий может стать источником дополнительного дохода.

Для получения тепловой энергии путем сжигания отходов компания «Тепловые системы» (Брянск) разработала отопительные системы серии ОС. В их состав входят расходный бункер (объем – 1,2 м<sup>3</sup>) с ворошителем (для сыпучего топлива), шнековый транспортер, слоевая вихревая газогенераторная топка ТВ/ТВДО/ТВДЛ с вентиляторами подачи воздуха, водогрейный или паровой котел КВр (мощность типоряда – от 125 до 1000 кВт, давление – до 6 бар, температура теплоносителя – до 95 °C), а также комплект оборудования для автоматического управления (система ШТР). Применена приводная техника итальянского и германского производства.

Фракции размером до 30 мм и влажность от 6 до 60 % засыпаются в бункер, откуда шнековым транспортером дозируются в топку. (Также возможно сжигание

кусковых древесных отходов длиной до 1 м.) Сжигание происходит в три стадии: сушка, выделение летучих частиц (газификация) и их воспламенение, интенсивное горение. Из топки продукты сгорания в виде факела выбрасываются в топку водогрейного котла, где происходит нагрев теплоносителя. Удаление продуктов сгорания через дымоотводящий патрубок (боров с патрубком и эжектором) и дымовую трубу осуществляется принудительно с помощью вентилятора эжектора.

Температура в топке составляет 1200–1450 °C, что в сочетании с регулируемой подачей воздуха в три зоны (в слой топлива, зону интенсивного горения и для дожигания древесного газа) позволяет добиться высокой степени сгорания. Этим обеспечивается КПД до 90–92 % и уменьшение выбросов вредных газов в атмосферу.

Вихревая топка (газогенератор) представляет собой камеру сгорания, изготовленную из жаростойкого кирпича и заклю-

ченную в прямоугольный металлический корпус. В кирпичах предусмотрены каналы для подачи воздуха. Топка установлена на металлической раме с проушинами для строповки.

Между корпусом и камерой сгорания имеется зазор для циркуляции воздуха. На корпусе размещены патрубки для подсоединения котла, шнекового транспортера и подачи воздуха в камеру сгорания. Оба патрубка подачи воздуха оборудованы регулирующими заслонками. В нижней части топки расположен зольник, предназначенный для удаления золы и розжига газогенератора. На корпусе топки имеется смотровой глазок с заглушкой.

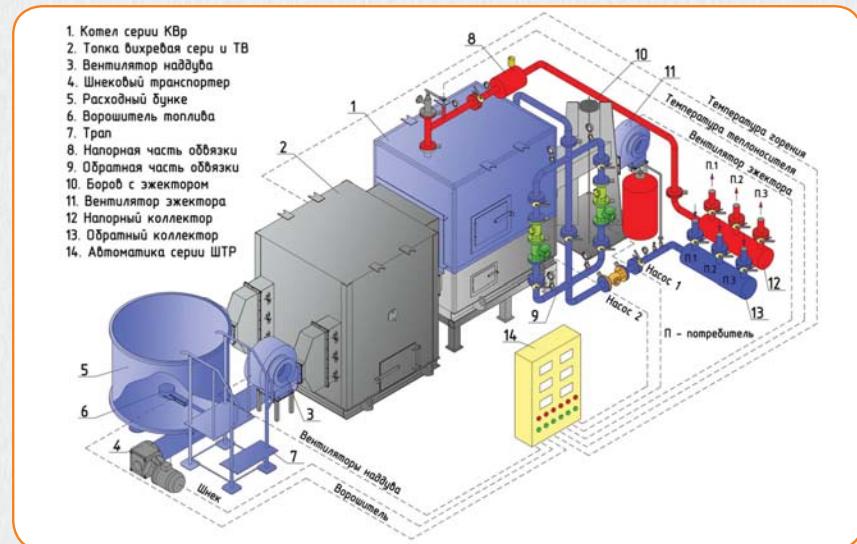
Длястыковки котла с топкой и во избежание погрешностей при заливке фундамента под оборудование применяется регулируемая по высоте подставка.

Обвязка котла включает запорную арматуру, циркуляционные насосы, фильтр, предохранительный и обратные клапаны, воздухосборник с воздухоотводчиком.

Отопительная система и каждый ее узел в отдельности сертифицированы, получены все необходимые санитарно-эпидемиологические заключения. Надежность системы подтверждается эксплуатацией – по информации производителя на настоящий момент аварийных ситуаций отмечено не было.

Конкретная комплектация системы зависит от специфики отапливаемого объекта, используемого топлива и теплоносителя, а также от требуемой мощности. Могут применяться одно- и двухкотельные установки. Как правило, переоснащение уже имеющейся на предприятии котельной не требует полной замены старых отопительных систем: для перехода с ископаемого топлива на отходы достаточно доукомплектовать действующие котлы вихревыми топками. Такой подход исключает дорогостоящие монтажные работы и существенно снижает денежные вложения.

Процесс горения сыпучего топлива полностью автоматизирован. Это позволяет сократить количество обслуживающего персонала до одного оператора, основная функция которого – контроль режима работы с помощью пульта управления. На случай отключения электроэнергии предусмотрена возможность работы в ручном режиме.



Автоматическая система управления  
серии включает:

- сигнализатор температуры теплоносителя TPM-1, по показаниям которого происходит включение и выключение шнекового транспортера подачи топлива;
  - сигнализатор температуры горения для поддержания заданного температурного режима внутри топки;
  - термопреобразователь сопротивления ТСМ-50М максимально допустимой температуры воды на выходе из котла;
  - термодатчик ДТПК-135-0314.400;
  - реле времени ВЛ-40УХЛ4 для автоматического управления электродвигателем шнека с заданным времененным интервалом.

Испытания, проведенные Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, подтвердили, что отопительные системы серии ОС удовлетворяют гигиеническим и экологическим требованиям.

Подробнее о применяемом топливе. Системы ОС позволяют сжигать отходы деревообрабатывающих, мебельных и пищевых производств, сельского хозяйства: опилки (в том числе смешанные с отработанным машинным маслом в соотношении 1:1), щепу, кору, куски ДСП и ЛДСП, дробленый кустарник, лузгу подсолнечника, рисовую шелуху, бройлерный птичий помет и даже бытовой мусор.

В компании ведутся постоянные изыскания по отработке методов сжигания все более широкого круга отходов. В частности, в этом году проведены санитарно-гигиенические испытания установок при сжигании отходов.

дов лакокрасочного производства (красители, органические растворители), лечебных заведений (таблетки, флаконы, капсулы, тубы, содержащие физиологически активные вещества в жидкой, геле- и мазеобразной и твердой фазах), полимеров (пластик, текстильное волокно, кожа, резина). Все указанные вещества сжигались в вихревых топках в смеси (соотношение 1:10) с древесными опилками, стружками, фрагментами ДСП и ЛДСП. Пробы снимались на расстоянии 100 м от установки. По результатам испытаний ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Брянской области» выданы заключения о непревышении допустимых значений диоксидов серы и азота, оксидов азота и углерода, формальдегида и суммы углеводородов согласно ГН 2.1.61338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Установки компании «Тепловые системы» для сжигания отходов эксплуатируются на предприятиях Брянской и Московской областей, Владивостока, Калининграда, Костромы и других городов России. В числе клиентов, использующих системы ОС, – такие компании, как «Проктер энд Гэмбл» и «Тетрапак». Сжигаемое ими топливо – отходы производства средств гигиены и упаковки.

В прошлом году отопительное оборудование компании «Тепловые системы» стало лауреатом всероссийского конкурса «100 лучших товаров России». Также системы ОС отмечены дипломом губернатора Брянской области за достижения в области качества.



Для каждого российского производителя котельного оборудования, работающего в условиях острой конкуренции с ведущими западными компаниями, жизненно важно найти собственную нишу, адаптировав выпускаемую технику и предлагаемые решения под конкретные нужды своего потребителя. В этой статье рассказывается об опыте ООО «НПО Верхнерусские коммунальные системы» (Ставропольский край)

## От наружного котла – к комбинированной системе отопления

М. Александров

Для систем автономного отопления и горячего водоснабжения НПО «Верхнерусские коммунальные системы» выпускает котлы наружного размещения КСУВ. Их область применения – жилые, общественные (школы, больницы, объекты соцкультбыта) и административные здания в городской и сельской местности (кроме зданий со взрывоопасными технологиями). Многолетняя работа в указанной области и детальное знакомство с нуждами клиентов нашли отражение как в конструкции котлов, так и в предлагаемых решениях по устройству систем.

Во-первых, цена котла должна быть доступной для небогатых бюджетов сельских и поселковых администраций. Во-вторых, чрезвычайно низкий, даже по российским меркам, технический уровень обслуживающего персонала требует от тех-

ники повышенной надежности (включая и так называемую защиту от дурака). Кроме того, желательна максимальная автоматизация работы системы, но без применения технически сложных (и дорогих) средств. Все эти задачи постоянно решаются инженерами компании в течение 10 лет производства котлов КСУВ, конструкция которых защищена десятью патентами РФ.

Котлы оборудованы вертикальным жаротрубным теплообменником, дымогарные трубы которого имеют диаметр 1" и оснащены турбулизаторами. Мощность атмосферной модуляционной газовой горелки автоматически регулируется по датчику температуры. Срок службы горелки составляет 15 лет (капитальный ремонт – после 7,5 года эксплуатации). В настоящее время серийно выпускаются модели мощностью от 40 до 400 кВт.

Котлы КСУВ не требуют отдельного помещения котельной. Они устанавливаются на открытом воздухе на расстоянии 1–2 м от стены отапливаемого здания – в простенках между окнами шириной не менее 1,5 м или возле глухой стены со стороны внутреннего двора – и подключаются к инженерным системам.

Модельный ряд продолжает расширяться. Так, к 2011 г. планируется освоить производство котлов мощностью 500 кВт. Кроме того, уже прошли испытания конденсационных котлов мощностью от 40 до 100 кВт, оснащенных атмосферной горелкой. У них в нижней части дымового патрубка размещен дополнительный теплообменник из нержавеющей стали, выполненный в виде гофрированной трубы. КПД таких моделей – 98–102 %. Серийное производство конденсацион-

ных котлов КСУВ (как с атмосферными, так и с вентиляторными горелками) также запланировано на следующий год.

Применение КСУВ позволяет значительно снизить расходы на отопление. Так, два котла КСУВ-150 были установлены в трехэтажной школе № 19 села Верхнерусского (Шпаковский район, Ставропольский край) взамен старой котельной. В результате затраты на отопление за отопительный сезон снизились в 3,3 раза (с 1050 до 320 тыс. руб.). Срок окупаемости отопительного оборудования составил 1 год. При этом также возросла надежность теплоснабжения.

### Комбинированная система

В случае системы отопления с естественной циркуляцией теплоносителя при верхней разводке котлы КСУВ функционируют в энергонезависимом режиме. Как показал десятилетний опыт эксплуатации, работа в таких системах отличается надежностью в течение всего отопительного сезона.

Причиной возникновения аварийных ситуаций в системах с принудительной циркуляцией (как правило, с нижней разводкой) является ненадежность электроснабжения. Отключение электроэнергии может привести к перегреву теплоносителя из-за неправильной настройки датчиков температуры.

Другое возможное последствие сбоя электроснабжения – повышение давления теплоносителя. Оно возникает из-за применения мембранных расширительных баков недостаточного объема, неправильно выполненной обвязки, а также отсутствия ежегодного обслуживания (как сосудов с повышенным давлением). В силу указанных причин уже через два года эксплуатации мембранный бак может потерять способность выполнять свое назначение – обеспечивать компенсацию температурных расширений теплоносителя в системе и превратиться в «гидравлическую болванку».

Кроме того, в течение отопительного сезона расширительный бак может пропускать через мембрану в теплоноситель до 25 % воздуха. Это вызывает повышенный износ стальных трубопроводов, отопительных приборов и теплообменников. Как считают в НПО «Верхнерусские коммунальные системы», имеющиеся на рынке

средства для удаления воздуха из системы сложны и дороги или неэффективны. Поэтому расширительные баки нуждаются в специальной обвязке, необходимой для осуществления их ежегодного технического обслуживания и восстановления необходимого давления воздуха над мембранный.

Анализ причин возникновения аварийных ситуаций в системах с принудительной циркуляцией теплоносителя привел к разработке деаэрационно-расширительного бака, устанавливаемого в верхней точке системы вместо стандартного мембранных. При первоначальном включении системы рекомендуется после прогрева теплоносителя до рабочих параметров выключить котел на 10–12 ч. При этом уровень теплоносителя в деаэрационно-расширительном баке уменьшается до минимального, в объеме бака возникает разряжение до 0,5 бара. Растворимость газов в теплоносителе многократно падает, и при последующем нагреве системы они автоматически удаляются в атмосферу под давлением теплоносителя. Над теплоносителем в деаэрационно-расширительном баке возникает остаточное давление газов 0,02 бара.

При работе системы в деаэрационно-расширительном баке происходит постоянная термическая деаэрация. В соответствии с законом Генри концентрация растворенного воздуха при давлении 0,02 бара и температуре 60–70 °C колеблется в пределах от 7 до 10 мл/л, при этом содержание кислорода составляет 1,4–2 мл/л. При термической деаэрации существенно снижается содержание углекислоты, что в свою очередь приводит к нарушению равновесия между бикарбонатом и растворенной угольной кислотой, распаду бикарбонатов и образованию из карбонатов  $\text{CaCO}_3$  защитной пленки на поверхности стальных трубопроводов, приборов отопления и теплообменника котла.

Образовавшийся в деаэрационно-расширительном баке шлак собирается в механическом грязевом фильтре, устанавливаемом на обратной линии перед

котлом, и периодически удаляется через шаровый кран. Выпускаемые компанией «грязевики» имеют минимальное гидравлическое сопротивление и способны работать в системах отопления зданий с естественной циркуляцией.

Описанная система водоподготовки для автономных систем отопления недорога, эффективна и рекомендуется к применению с котлами КСУВ. Такое решение обеспечило качественную деаэрацию теплоносителя и позволило снизить аварийность в два раза.

Однако полностью исключить аварийность в системах с принудительной циркуляцией не получилось. При полной остановке насоса циркуляция теплоносителя прекращается. Этую проблему в системах с нижней разводкой удалось удовлетворительно решить внедрением комбинированной схемы.

Ее действие основано на применении автоматического клапана с нормально-открытым проходом. При работе насоса теплоноситель циркулирует по обычной схеме с принудительной циркуляцией. При остановке насоса автоматический клапан открывается и принудительная циркуляция сменяется естественной. Уменьшение (но не прекращение) циркуляции теплоносителя позволяет системе отопления продолжить работу с пониженной мощностью при отключении электроэнергии.



Здание офисного центра. Котельная – в левом крыле



Конденсационное котельное оборудование малой мощности давно получило признание в развитых странах, озабоченных не только экономией дорогостоящих энергоносителей, но и защитой окружающей среды

## Крышная котельная для автосалона

По имеющимся сведениям, в России годовые продажи конденсационной теплотехники известных



Рис. 1 Конденсационный котел С 610 в помещении котельной

фирм исчисляются единицами. Причины – более суровые (по сравнению с Европой) климатические условия и преобладание высокотемпературных систем отопления, не позволяющих эксплуатировать теплогенераторы в необходимом для конденсации низкотемпературном режиме. Другой фактор – более высокая цена как конденсационной теплотехники по сравнению с традиционной, так и низкотемпературных систем по сравнению с высокотемпературными (из-за большей площади отопительных приборов).

Тем не менее, все чаще и в нашей стране появляются проекты, отвечающие современным мировым стандартам. Один из недавних примеров – крышная котельная офисного здания с автосалоном, укомплектованная и запущенная компанией «Мастер-Сервис», авторизованным сервисным партнером французской фирмы De Dietrich в Ярославле.

Проектирование котельной было завершено еще в 2008 г., пуск в эксплуа-



Рис. 2 Колесики для транспортировки

тацию состоялся в октябре прошлого года (на сроках оказались негативные явления в экономике). Определенную сложность представлял подбор оборудования, которое должно было отвечать ряду условий. Так, массо-габаритные требования включали компактность (помещение котель-

ной должно гармонично вписываться в силуэт здания) и малый вес (для упрощения транспортировки и подъема без специальной техники).

Также котлы должны были обладать низким уровнем шума, отличаться экономичностью в работе и иметь широкий диапазон модуляции мощности.

Поскольку здание находится в черте города, необходимо было обеспечить низкое содержание вредных веществ в дымовых газах.

Кроме того, требовались простота установки и подключения.

Специфика объекта накладывала еще одно условие – возможность обеспечения работы высокотемпературных контуров (воздушное отопление автосалона).

По сумме показателей было принято решение об установке конденсационного котла С 610 мощностью до 1140 кВт (рис. 1) фирмы De Dietrich. Конструктивно он состоит из двух теплогенераторов С 310, смонтированных на общей раме (о котлах серии С 230/360/610 см в № 2(3) за 2010 г. в журнале «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ»).

Подъем на крышу осуществлялся при помощи автокрана. Поскольку корпус котлов оборудован колесиками для транспортировки (рис. 2), перемещение оборудования в горизонтальной плоскости не вызвало затруднений. («Сухая» масса каждого из котлов С 310 – 510 кг; таким образом, котел С 610 весит немногим более 1000 кг, а в рабочем состоянии – еще на 200 кг больше.) Для С 610 площадь, занимаемая в котельной, составила около 3 м<sup>2</sup>.



Рис. 3 Станция нейтрализации конденсата



Рис. 4 Гидравлический разделитель



Рис. 5 Коллекторы

Котел поставляется полностью в сборе с уже установленной горелкой. Единственный новый элемент обвязки – станция нейтрализации конденсата (рис. 3). Схема установки, как в случае каскада напольных чугунных котлов, включала гидравлический разделитель (рис. 4) и коллекторы (рис. 5).

В соответствии с рекомендациями производителя и реалиями работы сетей газоснабжения непосредственно перед котлом был установлен ресивер, буферный объем которого рассчитан на 0,001 от часового расхода газа. Также были смонтированы автоматические электронные стабилизаторы напряжения.

При проведении пусконаладочных работ КПД в высокотемпературном режиме (максимальная температура в прямой линии – 90 °C) составил 97,5–98,4 %. В низкотемпературном режиме за счет утилизации тепла конденсации водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания, КПД превысил 100 % (по низшей теплоте сгорания топлива).

Согласно режимной карте минимальная теплопроизводительность составляет 134 и 162 кВт, максимальная – 453 и 450 кВт (для правого и левого модулей соответственно). Давление воды на входе – 2,4 кгс/см<sup>2</sup>; на выходе – 2 кгс/см<sup>2</sup>. Температура воды на входе – 40 (правый модуль) и 30 (левый) °C; на выходе – от 52 до 79 (правый) и от 46 до 73 (левый) °C. Расход воды через котел – 19 т/ч. Расход газа – от 14,8 до 50,7 (правый модуль) и от 18 до 49,9 (левый) м<sup>3</sup>/ч.

Содержание CO<sub>2</sub> в продуктах сгорания колеблется (в зависимости от модуля и режима работы) от 8,9 до 9,2 %, O<sub>2</sub> – от 4,6 до 5,2 %. Содержание NO<sub>x</sub> – от 87 до 132 ppm. Температура продуктов сгорания – от 47 до 65 °C.

Отметим, что количество котлов в каскаде – до 10 штук – ограничивается возможностью котловой автоматики. Это позволяет применять котлы С 310/610 в крышных, блочно-модульных и пристроенных котельных мощностью до 5,7 МВт.



Современные газотурбинные установки и микротурбины – один из самых востребованных и перспективных типов оборудования для автономного энергоснабжения. Их единичная электрическая мощность покрывает диапазон от нескольких сотен киловатт до десятков мегаватт

## Турбины для мини-ТЭЦ

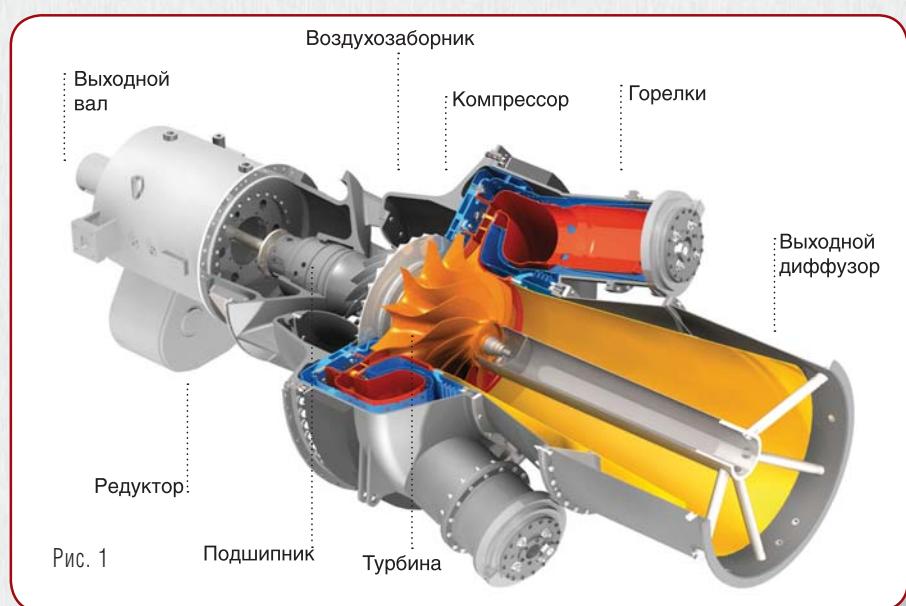
Д. Стrogанов

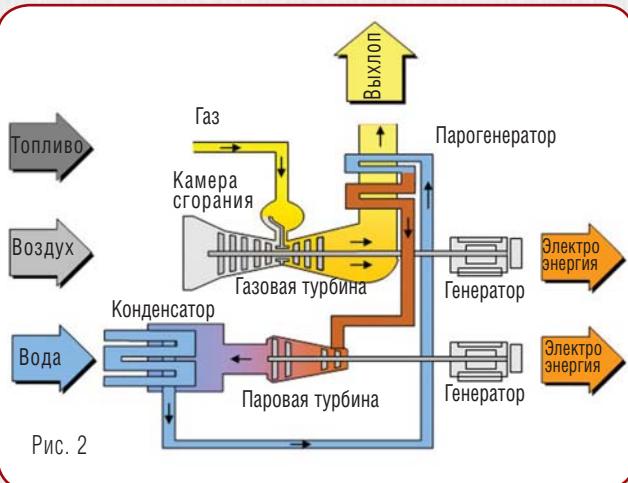
Основными узлами газотурбинной установки (ГТУ) являются газовая турбина (газотурбинный двигатель) и электрический генератор. В свою очередь газотурбинный двигатель включает в себя компрессор, камеру сгорания и турбину с выхлопным диффузором. Нередко газотурбинный двигатель оборудуют редукторами, используемыми для передачи вращательного момента (мощности) с вала привода на вал электрогенератора.

Устройство газотурбинного двигателя показано на рис. 1. Компрессор под высоким давлением подает в камеру сгорания очищенный и подогретый воздух. Параллельно в нее поступает топливо (как правило, природный газ). Получившаяся смесь воспламеняется, и поток движущихся с высокой скоростью дымовых газов направляется на лопатки рабочих колес турбины. Вращением турбины приводится в движение рабочий вал редуктора, про-

дукты сгорания выводятся через дымовую трубу.

По конструкции газотурбинные двигатели делятся на одно- и многоваль-





ные. В первых вращение компрессора и рабочего вала осуществляется одной турбиной. В многовальных используется несколько турбин, каждой из которых соответствует отдельный вал. Турбина высокого давления (обычно ее устанавливают сразу после камеры сгорания) приводит в движение компрессор, остальные (так называемые свободные турбины) вращают рабочий вал двигателя или обеспечивают работу дополнительных компрессоров.

В многовальных двигателях каждая турбина работает при оптимальной нагрузке, что позволяет увеличить КДП двигателя на 5–10 %. Для их разгона можно использовать менее мощный стартер. В то же время они дороже, имеют более сложную конструкцию и обладают меньшим ресурсом.

Сегодня в децентрализованном энергоснабжении применяются как специально разработанные в этих целях стационарные турбины, так и адаптированные для работы в составе ГТУ авиационные (реже – судовые) двигатели. ГТУ первого типа отличает значительный ресурс до капитального ремонта – до 60 тыс. ч. Как правило, такие двигатели выполняются одновальными.

Ресурс ГТУ на основе авиатурбин обычно не превышает 30–45 тыс. ч. Они могут иметь от двух до трех и более валов с переменной скоростью вращения (6–14 тыс. об./мин в зависимости от нагрузки). Судовые турбины, как правило, дизтопливные, используются в целях экономии.

Как правило, при выборе оборудования ГТУ сравнивают с газопоршневыми двигателями. К основным достоинствам ГТУ относятся высокая удельная мощность; компактность, простота транспортировки и монтажа; быстрый набор нагрузки; относительно небольшие выбросы в атмосферу токсичных веществ.

Кроме того, у ГТУ меньше движущихся деталей (причем все основные части вращаются в одном направлении). Работа газотурбинных установок сопровождается низкой вибрацией, эксплуатационные расходы также относительно невелики (в частности, по причине потребления малого количества смазочных материалов).

Как правило, КПД ГТУ – от 25 до 39 %. Для многовальных установок, использующих авиационные двигатели с высокими степенями повышения давления, он может достигать 40 %.

Повысить электрический КПД до 54–57 % позволяет реализация парогазового (комбинированного) цикла. В этом случае после котла-утилизатора устанавливается паровая турбина, приводящая в движение дополнительный генератор (рис. 2).

Наиболее распространенный способ повышения эффективности ГТУ – утилизация тепловой энергии для теплоснабжения (когенерация). Это позволяет поднять суммарный КПД установки до 90 % и выше. В таких системах отработанные газы используются в котла-утилизаторе, теплообменнике или парогенераторе-рекуператоре. Полученное таким образом тепло используется для отопления и ГВС

(в системах с тригенерацией – также для получения холода).

Полный ресурс ГТУ отечественного производства обычно составляет от 60 до 120 тыс. ч, зарубежного – от 80 до 140 тыс. ч. Ресурс до капитального ремонта – 20–30 тыс. ч (российские ГТУ) и до 60 тыс. ч (импортные). Необходимо отметить, что такие показатели достигаются только при грамотной эксплуатации техники с соблюдением графика планового обслуживания, своевременной замене изношенных деталей.

Известным недостатком турбин является резкое (до 20–25 %) падение КПД при снижении нагрузки до 50 % от номинальной. В тоже время большинство ГТУ могут работать при повышенной нагрузке (мощность выше номинальной). Однако время эксплуатации в таком режиме ограничено из-за угрозы снижения ресурса.





ГТУ могут использоваться в качестве основного или дополнительного (для покрытия пиковых нагрузок) источника электрической энергии. Однако большое количество пусков приводит к снижению ресурса установки, и производители рекомендуют использовать ГТУ как установки постоянного действия. Обычно ГТУ применяются для электро- и теплоснабжения промышленных предприятий, обеспечивающих значительную (7–10 МВт и более) и стабильную электрическую нагрузку. Но окончательный выбор источника электроэнергии для того или иного объекта необходимо осуществлять с учетом очень большого количества факторов.

ГТУ зарубежных производителей часто проектируются таким образом, чтобы их можно было легко приспособить для работы на самых различных видах топлива: природном газе, попутном нефтяном газе, дизельном топливе, керосине, биогазе. Российские установки в первую очередь предназначены для работы на природном газе и дизельном топливе в качестве резервного.

В СССР действовало большое количество предприятий, специализирующихся на разработке и изготовлении газовых турбин (в том числе для авиационной промышленности и морского транспорта). Поэтому сегодня у нас в стране существует ряд компаний, предлагающих рынку ГТУ мощностью до 30 МВт. В их числе ОАО «Авиадвигатель» (Пермь), ОМП им. Баранова (Омск), Ленинградский металлический завод, Невский машиностроительный завод (Санкт-Петербург), НПП «Мотор» (Уфа), ММПП «Салют», МКБ «Союз» (Москва), НПО «Сатурн» (Рыбинск, Ярославская обл.).

Неплохие позиции на российском рынке турбин занимают такие украин-

ские производители как ОАО «Мотор Сич» (Запорожье) и ГП НПКГ «Зоря-Машпроект» (Николаев).

Среди зарубежных игроков – Dresser-Rand и General Electric (США), Hitachi, Kawasaki и Mitsubishi Heavy Industries (Япония), Opra (Голландия), Rolls-Royce (Великобритания), Siemens (Германия).

### Микротурбины

Широкий спрос на микротурбины мощностью от 30 до 300 кВт отражает общемировую тенденцию на децентрализацию производства энергии. Микротурбины используются для электро- и теплоснабжения небольших жилых домов, медицинских учреждений, административных зданий, промышленных предприятий и коммерческих объектов.

К достоинствам этого оборудования относятся возможность длительной работы на предельно низкой (до 3 %) мощности; низкий уровень эмиссии (менее 15 ppm для NO<sub>x</sub>); низкий уровень шума и вибрации; высокое качество электроэнергии. Кроме того, модели с воздушными подшипниками не нуждаются в смазочных материалах.

Микротурбины имеют небольшие габариты (2–3 м по каждой из сторон) и массу (до 3,5 т). Их электрический КПД – 25–35 %, суммарный 85 % и более.

Полный ресурс микротурбин обычно составляет от 60 до 120 тыс. ч, ресурс до капитального ремонта – от 24 до 60 тыс. ч. Они могут работать на природном газе, пропане, дизельном топливе, керосине, возобновляемых видах топлива. Самым существенным фактором, сдерживающим распространение микротурбин в нашей стране, является их высокая стоимость.

В настоящее время на российском рынке представлены микротурбины Calnetix Power Solutions, Capstone и Ingersoll Rand (США), Kohler (Германия), Turbec (Италия). В нашей стране микротурбины серийно не выпускаются. Опытные работы производятся, например, в НТЦ «Микротурбинные технологии» (Санкт-Петербург).





Газотурбинные установки – это высокотехнологичное оборудование, требующее соответствующей квалификации от проектировщиков, монтажников, обслуживающего персонала и сервисных инженеров

## Об ошибках проектирования, монтажа и эксплуатации ГТУ

О. Парфенова, М. Лукьянцев

### Проект

Распространенная причина будущих неполадок – стремление заказчика самостоятельно выполнить проект без привлечения авторизованных представителей производителя оборудования. При этом знание специфики оборудования, как правило, отсутствует, предоставленная техническая информация, в том числе условия размещения, изучается «с нуля». Ситуация усугубляется, если представители завода-изготовителя не привлекаются к экспертизе проектных решений и шеф-монтажу.

В таких случаях при пуско-наладке часто выявляются разнообразные проблемы. Среди них – неверные расчеты диаметра трубопроводов воды и газа, заужение дымохода при установке утилизатора тепла дымовых газов. Возможные последствия таких просчетов – остановки турбины по ошибкам, выход из строя газового компрессора.

В качестве примера можно привести случай с энергоцентром, в котором были

установлены 38 микротурбин Capstone (единичная мощность – 65 кВт), объе-





Оплавление кожуха воздушного фильтра двигателя из-за ошибки при проектировании общего газохода.

диненные в кластер. Отвод продуктов сгорания осуществлялся через общий газоход, на котором был установлен теплообменник-утилизатор. При этом расчет сопротивления утилизатора был выполнен проектировщиками некорректно, что при работе в режимах неполной нагрузки (часть турбин выключена) приводило к тому, что отходящие газы от работающих микротурбин проходили через проточную часть неработающих. В результате воздействия горячих продуктов сгорания некоторые элементы турбин вышли из строя (оплавились пластмассовые корпуса воздушных фильтров).

ГТУ часто используются в качестве резервного источника электроэнергии. В этом случае важно предусмотреть источник бесперебойного питания. Иначе при отключении сети и переходе к электроснабжению от турбин питание электромагнитного отсечного газового клапана последних не сможет функционировать.

Все турбины требуют заземления по пятипроводной схеме. Перемычка «ноль – корпус» (пятый провод) должна быть только одна, сразу после выхода из турбины. Если контур заземления выполнен неверно, возможен выход из строя электроники турбин.

Отсутствие утепления на газопроводе в холодный период года приводит к обра-

зованию газового конденсата, который затем попадает в компрессор и может привести к его поломке. Это особенно актуально для северных районов нашей страны, где ГТУ часто используются на нефтяных и газовых месторождениях.

Климатические особенности могут приводить и к другим проблемам. Так, в некоторых регионах летом температура поднимается выше 40 °С. При отсутствии системы охлаждения воздуха в помещении энергоцентра это приводит к снижению КПД ГТУ и падению вырабатываемой мощности.

При использовании в качестве топлива попутного нефтяного газа (ПНГ) важно организовать систему газоподготовки таким образом, чтобы параметры газа после сепарации удовлетворяли требованиям производителя турбин.

Из-за колебаний состава ПНГ требуется регулярно (не реже одного раза в год) проводить его анализ. Однако это делается не всегда. Следствие превышения максимально допустимого содержания сероводорода – преждевременный износ оборудования (в частности, лопастей турбины).

В отдельную проблему необходимо выделить учет специфики потребителя. Предоставленные заказчиком данные по требуемой мощности могут оказаться неполными без учета резервирования

ния мощности, ее снижения вследствие различных факторов, типа нагрузки. Например, в коттеджных поселках, для электроснабжения которых часто используются турбинные мини-ТЭЦ, встречаются плохо рассчитанные и смонтированные сети большой протяженности. Включение потребителями мощных приборов с многократной пусковой нагрузкой по току (например, сварочных аппаратов) – распространенная причина работы электрогенерирующего оборудования в нерегламентированных режимах, ускоренного износа электрической части, коротких замыканий и отключений. Большинства этих проблем можно избежать на стадии проектирования.

### Монтаж

В зависимости от модели, поставка может осуществляться как в полной заводской готовности, так и отдельными блоками. В первом случае ГТУ устанавливается на подготовленный фундамент, после чего выполняются необходимые подключения. Второй – более сложный и трудоемкий, поскольку требует сборки и установки на месте. Вероятность ошибки на этом этапе возрастает, если заказчик производит монтаж собственными силами или с помощью сторонней организации (даже при наличии у нее опыта подобных работ, поскольку турбины различных производителей обладают своими особенностями).

Отметим, что и в случае поставки в полной заводской готовности вероятность ошибки при отсутствии шеф-монтажа ненулевая. Например, отмечены случаи установки нескольких турбин практически вплотную друг к другу. Впоследствии это делает невозможным обслуживание установок, что требует дополнительных монтажных работ с соблюдением предусмотренных производителем сервисных зон.

Из-за некачественно сделанной поверхности фундамента при работе установки может возникнуть вибрация. Устраняется она проверкой посадки и подкладкой при необходимости регулирующих шайб под раму.

Перед вводом в эксплуатацию необходимы испытания всех смонтированных



Сгоревший воздушный фильтр турбины

систем. В противном случае может быть испорчено дорогостоящее оборудование. Так, на одном из объектов, расположенных в Якутии, при запуске давлением вырвало прокладки на трубопроводе подогрева холодного воздуха, этилен-гликоль хлынул на турбины. Причина – отсутствие качественной опрессовки системы (или опрессовка под меньшим давлением).

Отклонения от проекта – еще один источник ошибок. Например, на одном объекте диаметр трубы подвода газа был заужен вдвое (против проектного значения), что приводило к нехватке газа и срыву пламени под нагрузкой.

Еще один пример. Внешний газопровод был проложен заказчиком по открытому воздуху без утепления, и зимой происходило обмерзание на входе в энергогенератор. В результате затруднялись доступ к показаниям манометров и работа задвижкой. На работоспособность оборудования обмерзание не влияло (диаметр трубы был предусмотрен с запасом), однако дискомфорт налицо.

Застраховать себя от этих и других ошибок монтажа заказчик может с помощью услуги шеф-монтажа, предоставляемой поставщиком оборудования.

В последнее время микротурбины все чаще применяются для энергообеспечения частных домов. Их владельцы особенно склонны пренебрегать специализированным сервисом. Как правило, впоследствии все равно приходится обращаться в авторизованную службу и переделывать выполненные работы в соответствии с полученными рекоменда-

циями. Разумеется, суммарные затраты при этом больше, чем в случае своевременного контакта.

### Эксплуатация

Как правило, аварийные ситуации на этапе эксплуатации происходят из-за нарушений инструкций производителя. К сожалению, некоторые клиенты считают, что за любые

нештатные ситуации должен нести ответственность поставщик. На практике это может выливаться в пренебрежение сроками техобслуживания со своевременной заменой масла, фильтров и др., и даже игнорирование предупредительных сигналов турбины (если она продолжает работать).

Иногда в летний период снимают воздушные фильтры в помещении энергогенератора (чтобы избежать их чистки). Тем самым повышается запыленность, что ведет к засорению подшипников и выходу из строя вентиляторов охлаждения. Оседание пыли на электронных платах может стать причиной короткого замыкания.

Неоднократно приходилось сталкиваться с повреждением силовых кабелей, проложенных по «временной» схеме, при проведении земляных работ.

Особая проблема – низкий уровень квалификации персонала. Случается, что автоматика ГТУ намеренно отключается персоналом и установка эксплуатируется в ручном режиме, что с большой вероятностью вызывает отказ поставщика от гарантийных обязательств. Проведение ремонта, даже мелкого, своими силами не раз приводило к различным полом-

кам. Среди них – нарушение герметичности механической части топливного клапана (результат – частые остановки ГТУ), повреждение воздушного фильтра турбины при попытке его замены или чистки.

### Заключение

Причина большинства из описанных выше ошибок – стремление, с одной стороны, ускорить ввод в действие дорогостоящего оборудования, с другой – переложить на поставщика ответственность за устранение аварийных ситуаций. Такое все еще возможно в нашей стране, где пока не получила широкого распространения культура разделения компетенций при разработке сложных технических проектов и эксплуатации оборудования.

Подчеркнем: современные газотурбинные установки (и микротурбины) – надежны и неприхотливы в эксплуатации. Соблюдение по сути «элементарных» требований позволит избежать проблем на всех этапах строительства и эксплуатации энергогенератора.

Предоставление полной технической информации и экспертиза проектных решений помогут грамотно разработать проект, шеф-монтаж и пусконаладку – устранить возможные ошибки, а регулярное сервисное обслуживание продлит срок службы ГТУ и снизит риск возникновения аварийных ситуаций.

Редакция благодарит компанию  
«БПЦ Энергетические Системы»  
за содействие в подготовке материала.

Повреждение платы контактора в результате короткого замыкания





В этой статье рассказывается о современной технологии получения электрической и тепловой энергии из древесных отходов с помощью термомасляных котлов

## Когенерация из биомассы на базе термомасляных установок

В. Буданов

Начало нового тысячелетия ознаменовало рождение качественно нового и при этом простого способа совместного получения электрической и тепловой энергии из биомассы в условиях промышленного производства. Речь идет об автономных когенерационных установках на базе термомасляных теплогенераторов, принцип работы которых основан на органическом цикле Ренкина (ОЦР).

Термодинамический принцип цикла Ренкина показан на рис. 1. Первичный теплоноситель (термомасло) нагревает и испаряет органическую рабочую жидкость (синтетическое масло) в парогенераторе (8→3→4). Расширившись, пары рабочей жидкости врашают турбину (4→5), которая соединена с электрогенератором через упругую муфту. Далее силиконовое масло, находящееся в паровой фазе, проходит через регенератор

(5→9), в котором подогревает силиконовое масло, находящееся в жидкостной фазе, перед его подачей в парогенератор (2→8). После этого пары рабочей жидкости конденсируются под воздействи-

ем охлаждающей воды в конденсаторе (9→6→1). И наконец, рабочая жидкость с помощью циркуляционного насоса (1→2) поступает через регенератор снова в парогенератор. Тем самым завершается

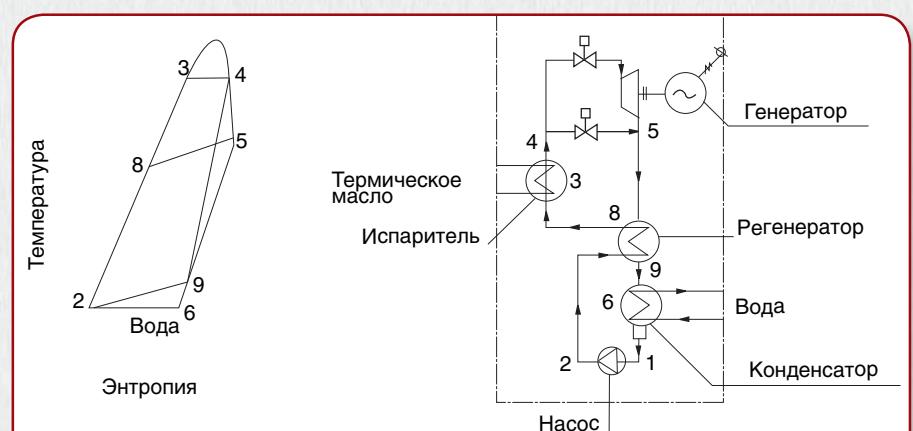


Рис. 1. Термодинамический принцип цикла Ренкина

полный рабочий цикл (органический цикл Ренкина).

Первичным теплоносителем в таких установках служит диатермическое масло, нагреваемое в котле при сжигании древесных отходов и циркулирующее в замкнутом контуре. Полученное тепло передается рабочей жидкости турбогенератора ОЦР, где тепловая энергия превращается сначала в механическую, а затем в электрическую. В отличие от традиционных силовых установок, работающих на водяном пару, в турбине ОЦР применяется легко испаряемая органическая жидкость – силиконовое (кремниевое) масло, которое также циркулирует в замкнутом контуре.

На рис. 2 показано устройство электрического турбогенератора Turboden. Единичная электрическая мощность серийно выпускаемых турбогенераторов находится в диапазоне от 400 до 2200 кВт. При этом инвестиционная привлекательность оборудования зависит от целого ряда факторов, в том числе от установленной мощности турбогенератора ОЦР: удельная стоимость 1 кВт·ч электроэнергии заметно снижается по мере увеличения электрической мощности оборудования.

В зависимости от приоритетов заказчика в сторону тепловой или электрической энергии предлагаются установки ОЦР в стандартном исполнении или в исполнении «Сплит», имеющие более высокий КПД по выработке электроэнергии. (Различие между ними заключается, прежде всего, в температуре охлаждающей воды в конденсаторе, направляемой на теплообеспечение отопительных или технологических нагрузок.)

Суммарный КПД современных когенерационных установок может достигать 98 %, электрический КПД турбогенератора – до 20 % от тепловой мощности термомасляного котла (рис. 3).

Кроме того, турбогенераторы ОЦР могут работать в диссипативном режиме, то есть без утилизации выделяемого тепла. В этом случае электрический КПД может достигать 24 %. Температура охлаждающей воды при этом составляет около 35 °С.

Решающее преимущество турбоэнергоблоков ОЦР по сравнению с традиционными паросиловыми установками

заключается прежде всего в возможности экономичной выработки в собственном децентрализованном энергоцентре небольшого количества электроэнергии – до 2–2,5 МВт (или до 4–5 МВт при параллельном включении двух модулей).

Привлекает также несложный монтаж когенерационной установки за счет компактности оборудования: все компоненты тер-

момасляного теплогенератора по максимуму монтируются и обвязываются в условиях завода-изготовителя и поставляются в виде нескольких крупных блоков, а турбогенератор ОЦР и вовсе имеет полную заводскую сборку и поставляется на единой транспортабельной платформе в виде компактного модуля или закрытого контейнера.

Также серьезным преимуществом системы ОЦР перед традиционной энергоустановкой является возможность ее работы в полностью автоматическом режиме, что заметно сокращает расходы на заработную плату.

Другие немаловажные достоинства – простота конструкции, относительная дешевизна эксплуатации, а также удобство в обслуживании и ремонте. Причины тому – более низкое давление в системе, антикоррозионные свойства органического теплоносителя, не расширение затвердевшего термомасла при отрицательной

температуре, благоприятные термодинамические характеристики силиконовой жидкости с высокой молекулярной массой, плавность хода турбины при запуске и частичной нагрузке, отсутствие химической водоподготовки.

Технология когенера-

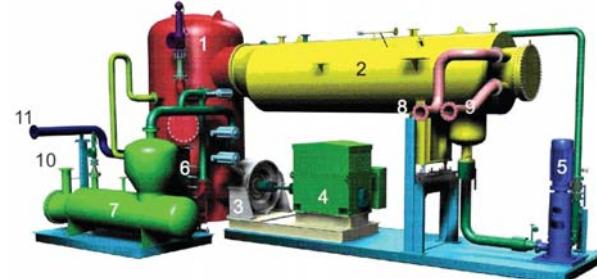


Рис. 2. Устройство электрического турбогенератора Turboden:  
 1) регенератор; 2) конденсатор; 3) турбина ОЦР; 4) электрогенератор;  
 5) циркуляционный насос; 6) подогреватель; 7) парогенератор; 8) выход  
 горячей воды; 9) вход холодной воды; 10) вход горячего термомасла;  
 11) выход холодного термомасла

генератора. Современные топочные системы позволяют эффективно использовать различные биомассы методом сжигания в единой топке для одновременной выработки тепловой и электрической энергии.

Современные энергоцентры, оснащенные топками с запатентованной турбосистемой германской фирмы Kablitz, обеспечивают максимальное сжигание топлива и низкое содержание СО в отработавших газах. Такая турбосистема представляет собой колосниковую камеру сжигания в сочетании с расположенной над ней наклонной камерой дожигания цилиндрической формы, в которой топочные газы полностью перемешиваются с воздухом на горение в любых рабочих режимах установки. Специальная вихревая воздуходувка создает вдоль оси камеры дожигания турбулентное ускорение газов, скорость которых снова замедляется перед выходом из камеры дожигания.

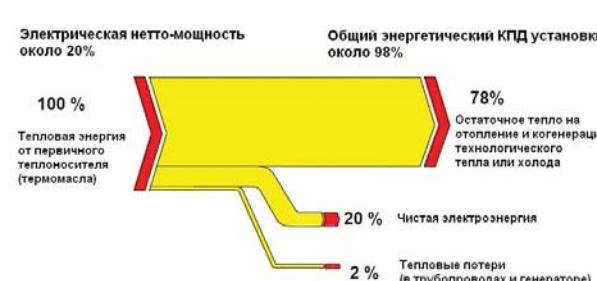


Рис. 3. Эксплуатационные показатели когенерационной установки ОЦР



Рис. 4. Автономный энергогенератор Эрлингхаузен с когенерационной установкой ОЦР на базе термомасляного котла Kohlbach и турбогенератора Turboden:

- 1) склад твердого топлива;
- 2) расходный бункер;
- 3) устройство топливоподачи;
- 4) колосниковая топка;
- 5) термомасляный котел;
- 6) термомасляный экономайзер;
- 7) водяной экономайзер;
- 8) воздухоподогреватель;
- 9) циклон для удаления пыли;
- 10) электрофильтр;
- 11) дымосос;
- 12) дымовая труба;
- 13) модуль ORC в сборе;
- 14) контейнер для сбора золы;
- 15) аккумуляторный бак;
- 16) диспетчерская;
- 17) весы

Тем самым обеспечивается такое время термического воздействия на летучие частицы и газы, которое значительно превышает двухсекундный порог, предпи-

сыаемый европейскими экологическими правилами. Как следствие, гарантируется полное горожание летучих частиц и большой запас по предельно допустимым кон-

центрациям вредных веществ. В качестве топлива для таких топок можно использовать все известные виды биомасс и древесных отходов.

Оптимальное использование энергии древесных отходов в энергоустановках достигается за счет экономии энергии при рекуперации тепла отработавших газов с применением ребристых пластиначатых теплообменников. Система очистки дымовых газов обеспечивает минимальное загрязнение атмосферы вредными выбросами. Все системы энергогенератора работают в полностью автоматическом режиме.

В целом термомасляные энергогенераторы работающие на биотопливе, особенно в комбинации с турбоэнергоблоками ОЦР, представляют собой установки нового поколения, позволяющие всецело обеспечивать промышленное производство технологическим теплом и электроэнергией, а при необходимости – еще и технологическим холодом. На рис. 4 показано устройство энергогенератора в Эрлингхаузене (Германия), работающего на древесных отходах.

При этом использовать дорогостоящие энергоносители (газ, мазут, уголь или электричество) вовсе не обязательно. Возможна работа установки исключительно на отходящем тепле от существующих энергосистем или на отходах своего же производства путем их термической утилизации в топке термомасляного котла. Это и надежно, и экологически безопасно.

## ОАО «Авиадвигатель» – для нефтяников

В июне 2010 г. между ОАО «Авиадвигатель» и ОАО «Глобалстрой-Инжиниринг» подписан контракт на поставку газотурбинной электростанции мощностью 4 МВт для утилизации попутного нефтяного газа ЦНГСП «Геж» (Красновишерский район Пермского края) ООО «УралОйл». Выбор оборудования был сделан специалистами заказчика совместно с ООО «ПермНИПИнефть» (генеральный проектировщик Гежской ГТЭС) с учетом таких технико-экономических показателей, как КПД, надежность, удельная цена, затраты на ремонтно-техническое обслуживание и др. Существенное влияние на выбор ока-

зали также минимальные сроки поставки оборудования и готовность пермского КБ к совместному проектированию объекта и внедрению новых инженерных решений.

Газотурбинная электростанция «Урал-4000» обеспечит утилизацию до 7,5 млн. м<sup>3</sup> попутного нефтяного газа с высоким содержанием сероводорода в год. Вырабатываемая энергия поступит на обеспечение нужд Гежского нефтяного месторождения.

Генеральным подрядчиком выступило ОАО «Глобалстрой-Инжиниринг». Разработку, производство, поставку ГТЭС, проведение шеф-монтажных и пусконаладочных работ выполнит ОАО

«Авиадвигатель». Узлы электростанции будут изготовлены в кооперации с традиционными партнерами – ОАО «Пермский моторный завод», ОАО «Привод», ОАО «Протон-ПМ», ЗАО НПФ «Система-Сервис», ООО «Спутник-Энергетика». Впервые предполагается участие московской фирмы ООО «Энергаз», которая выступила поставщиком дожимной компрессорной установки фирмы Enerprojekt (Швейцария).

С 1999 г. в Перми изготовлено более 30 ГТУ-4П для нужд предприятий ТЭК России. На начало июня 2010 г. их общая мощность составила 128 МВт, а суммарная наработка превысила один миллион часов.



# Распределенные энергетические системы

Проектирование



Строительство



Сервис



Реклама Товар сертифицирован

Электростанции  
на основе микротурбин  
Capstone и газовых  
турбин OPRA

**30 кВт - 20 МВт**

**БПЦ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

Тел.: +7 (495) 780-31-65

Факс: +7 (495) 780-31-67

[www.bpcenergy.ru](http://www.bpcenergy.ru) [energy@bpc.ru](mailto:energy@bpc.ru)



**bpc**  
GROUP  
POWER SYSTEMS



## Микротурбина для «гибрида»

Минимизация выбросов вредных веществ – необходимое требование к современному оборудованию для автономного тепло- и энергоснабжения. Вместе с тем, одним из основных (около 60 % загрязнений) негативных факторов в экологии крупных современных городов являются выбросы автомобильных двигателей внутреннего сгорания. Завод «Тролза» (Энгельс, Саратовская обл.) предложил свое решение указанной проблемы в сфере общественного транспорта – автобус, приводимый в движение микротурбиной фирмы Capstone (США)

Электричество – самый безопасный, с точки зрения экологии, источник энергии. А один из самых «чистых» способов получения электроэнергии – использование современных газовых микротурбин, характеризующихся низкими содержанием вредных веществ в продуктах сгорания и уровнем шума. В частности, отходящие газы микротурбин Capstone содержат NO<sub>x</sub> и CO – не более 9 ppm, а их шумовое воздействие на окружающую среду не превышает 60 дБ.

Первый действующий образец «Тролза-5250», разработанный совместно с компанией «БПЦ Энергетические Системы»

(Москва) и получивший название ЭКОБУС, был представлен два года назад. В качестве источника энергии для двигателя в нем применена микротурбина с воздушным охлаждением C65 (мощность – 65 кВт), выпускаемая фирмой Capstone Turbine Corporation (США). За прошедшее время проведены испытания, получены сертификаты качества и подготовлено серийное производство. На Международном автотранспортном форуме, прошедшем в сентябре 2009 г. в Москве, ЭКОБУС стал победителем в номинации «Автобусы городские и пригородные от 8,1 до 12 м».

Заметим, что такие автомобили, оснащенные двигателем внутреннего сгорания

(ДВС), но при этом способные двигаться за счет электроэнергии, называют гибридными. В зависимости от конструкторского решения, ДВС «гибрида» может сохранять возможность использования в традиционном режиме, либо служить только источником электроэнергии. Как правило, гибридная схема позволяет экономить 30–50 % топлива по сравнению с аналогичным автомобилем традиционной конструкции.

Применение микротурбины в качестве двигателя ЭКОБУСа позволило получить не только экологические, но и экономические преимущества. Микротурбина не требует замены смазочного масла и топливных фильтров; ее ресурс до капи-



тального ремонта – 60 тыс. ч. Кроме того, использование газа вместо жидкого топлива выгоднее экономически. Таким образом, транспортное средство, оснащенное микротурбиной, обладает преимуществами как автобуса (маневренность, отсутствие привязки к линиям электропередач), так и троллейбуса (минимальное воздействие на окружающую среду).

ЭКОБУС создан на основе серийно выпускаемого с 2005 г. низкопольного троллейбуса марки «Мегаполис» – унификация конструкции и оборудования облегчает сервисное обслуживание и ремонт. Главное отличие от базовой модели проявилось в задней части кузова, где размещено силовое оборудование: микротурбинный двигатель, 12 суперконденсаторов, винтовой компрессор и асинхронный электродвигатель мощностью 125 кВт, а также оборудование для работы на сжатом или сжиженном природном газе. В связи с этим заднее окно у ЭКОБУСА отсутствует.

Система управления тягой – выпрямительно-инверторная транзисторная установка – практически без изменений позаимствована у базовой модели и размещена на крыше. Для управления приводом и турбиной используется микро-

процессорная система – в кабине водителя расположен бортовой компьютер.

Малые габариты микротурбины и сопутствующего оборудования позволили сохранить объем салона, рассчитанного на перевозку 95 пассажиров. Обогрев салона в холодный период производится за счет утилизации тепла продуктов сгорания и нагрева теплоносителя – тасола.

В качестве топлива используется компримированный природный газ. При этом микротурбинный двигатель способен также работать на пропан-бутановой смеси, дизельном топливе, керосине, биодизеле и биогазе, что позволяет наиболее гибко удовлетворять требования заказчиков.

Ожидается, что основной областью применения новинки станут крупные города с троллейбусным движением, а также курорты юга России. В марте этого года первые четыре ЭКОБУСа поступили в Краснодарский край и проходят обкатку в реальных условиях на городских маршрутах. Регион планирует закупить партию ЭКОБУСов к Олимпиаде в Сочи в 2014 году.

В заключение отметим, что история гибридных автомобилей насчитывает немало лет. Они серийно изготавливаются и эксплуатируются в США, Великобритании, Новой Зеландии, Италии. Экспериментальные «гибриды» различных конструкций изготавливались и в СССР (решение о серийном производстве не принималось). Из свежих примеров в нашей стране можно назвать ЛиАЗ-5292 Ликинского автобусного завода (Московская обл.), представленный на выставке «Интеравто-2009». Он оснащен дизельным и электрическим двигателями.



# ГТУ и микротурбины на российском рынке

В предлагаемый обзор включены газотурбинные установки для децентрализованного энергоснабжения. Электрическая мощность рассматриваемого оборудования ограничена 30 МВт. В заключительной части обзора – микротурбины

## Зарубежные производители



### Dresser-Rand (США)

#### KG2-3E

Электрическая мощность: 1,85 МВт  
Тепловая мощность: 4000 кВт  
КПД по электричеству: 19,2 %  
КПД по теплу: 66,8 %  
Топливо: природный газ, жидкое топливо  
Характеристики тока: 400/6300/10500 В, 50/60 Гц  
Турбина: Dresser-Rand

### General Electric (США)

#### GE10-1

Электрическая мощность: 11,25 МВт  
Тепловая мощность: н/д  
КПД по электричеству: 31,4 %  
КПД по теплу: н/д  
Топливо: природный газ, жидкое топливо  
Характеристики тока: 6000 В, 50 Гц  
Турбина: GE Energy

#### LM2500, LM2500+

Электрическая мощность: 21,5–30,5 МВт  
Тепловая мощность: н/д  
КПД по электричеству: 36–38%  
КПД по теплу: н/д  
Топливо: природный газ, жидкое топливо  
Характеристики тока: 13800 В, 50 Гц  
Турбина: GE Energy

### OPRA Gas Turbines (Голландия)



#### DTG-1.8/G/GL

Электрическая мощность: 1,8 МВт  
Тепловая мощность: н/д  
КПД по электричеству: 27,8 %  
КПД по теплу: н/д  
Топливо: природный газ, попутный нефтяной газ (ПНГ), дизельное топливо, керосин  
Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц  
Турбина: OPRA Gas Turbines

#### DTG-1.8/2GL

Электрическая мощность: 1800 кВт  
Тепловая мощность: 4 МВт  
КПД по электричеству: 27,8 %  
КПД по теплу: 62,2 %

Топливо: природный газ, ПНГ, дизельное топливо, керосин  
Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц  
Турбина: OPRA Gas Turbines

### Rolls-Royce (Великобритания)

**501-KB5, 501-KB7S, 501-KH5, RB211 G62 DLE, RB211 GT62 DLE**  
Электрическая мощность: 3,897–29,87 МВт  
Тепловая мощность: н/д  
КПД по электричеству: 29–40,1 %  
КПД по теплу: н/д  
Топливо: природный газ, жидкое топливо  
Характеристики тока: 6300/10500 В, 50/60 Гц  
Турбина: Rolls-Royce



### Siemens (Германия)

**SGT-100/200/300/400/500/600/700**  
Электрическая мощность: 5,4–31,21 МВт  
Тепловая мощность: 10,7–48,1 МВт  
КПД по электричеству: 30,6–36,4 %  
КПД по теплу: 50,6–61,9 %  
Топливо: природный газ  
Характеристики тока: 6300/10500/11000 В, 50/60 Гц  
Турбина: Siemens



### Solar Turbines (США)

**Saturn 20, Centaur 40/50, Taurus 60/65/70, Mars 90/100, Titan 130/250**  
Электрическая мощность: 1,21–21,745 МВт  
Тепловая мощность: 2,8–20,6 МВт  
КПД по электричеству: 24,3–38,9 %  
КПД по теплу: 48,2–56,7 %  
Топливо: природный газ, жидкое топливо, пропан, бутан  
Характеристики тока: 380/3300/6600/13800/4160 В, 50/60 Гц  
Турбина: Solar Turbines



### Turbomach (Швейцария)

**Saturn 20, Centaur 40/50, Mercury 50, Taurus 60/65/70, Mars 100, Titan 130/250**  
Электрическая мощность: 1,2–21,75 МВт  
Тепловая мощность: н/д  
КПД по электричеству: 24,3–39,2 %  
КПД по теплу: н/д  
Топливо: осущененный природный газ, ПНГ, биогаз, дизельное топливо, керосин  
Характеристики тока: 400/6300/11000 В, 50/60 Гц  
Турбина: Solar Turbines

### ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект» (Украина)

**UGT 2500/6000/6000+/10000/15000/15000+/16000/25000**  
Электрическая мощность: 2,85–26,7 МВт  
Тепловая мощность: н/д  
КПД по электричеству: 28,5–36,5 %  
КПД по теплу: н/д  
Топливо: природный газ, жидкое топливо  
Характеристики тока: 400/6300/10500 В, 50 Гц  
Турбина: ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект»



**UGT 2500C/6000C/10000C/15000C/16000C/25000C**

Электрическая мощность: 2,75–25 МВт

Тепловая мощность: 4,73/1–28,5 МВт

КПД по электричеству: 27,5–34,8 %

КПД по теплу: 48,5–57,3 %

Топливо: природный газ, жидкое топливо

Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц

Турбина: ГП НПКГ «Зоря»–«Машпроект»



**ГП «Ивченко-Прогресс» (Украина)**

**ГТЭ АИ-2500/3000 (мобильные), ГТЭ АИ-4000/6000/8000**

Электрическая мощность: 2,5–8 МВт

Тепловая мощность: н/д

КПД по электричеству: 24–32,1 %

КПД по теплу: н/д

Топливо: природный газ, жидкое топливо

Характеристики тока: 6300/10500 В, 50/60 Гц

Турбина: ГП «Ивченко-Прогресс»



**ОАО «Мотор Сич» (Украина)**

**ЭГ-1000/2500Т/6000/8000, ПАЗС-2500**

Электрическая мощность: 1–7,83 МВт

Тепловая мощность: н/д

КПД по электричеству: 24–32,5 %

КПД по теплу: н/д

Топливо: природный газ, ПНГ, жидкое топливо

Характеристики тока: 400/6300/10500/13800 В, 50/60 Гц

Турбина: ОАО «Мотор Сич»

**ОАО ИПП «Энергия» (Украина)**

**GT-5**

Электрическая мощность: 2,5 МВт

Тепловая мощность: 4,5 МВт

КПД по электричеству: 26 %

КПД по теплу: 46 %

Топливо: природный газ

Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц

Турбина: ОАО «Пролетарский завод»

**Российские производители**

**ОАО НПО «Искра» (Пермь)**

**ГТЭС-2,5/4/6/12/16/18/25 «Урал»**

Электрическая мощность: 2,5–25 МВт

Тепловая мощность: 7–35 МВт

КПД по электричеству: 21,1–39,3 %

КПД по теплу: 53–60,1 %

Топливо: природный газ, ПНГ, жидкое топливо

Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц

Турбина: ОАО «Авиадвигатель»

## ОАО «Казанское моторостроительное производственное объединение»

### ГТЭУ-18

Электрическая мощность: 18 МВт  
Тепловая мощность: 35 МВт  
КПД по электричеству: 31 %  
КПД по теплу: 53 %  
Топливо: природный газ, ПНГ  
Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц  
Турбина: ОАО «Казанское моторостроительное производственное объединение»

## ОАО «ЦКБ «Лазурит» (Нижний Новгород)

**БМЭС-2,5/10, БГТЭС-20 «Салют»**  
Электрическая мощность: 2,5–20 МВт  
Тепловая мощность: 4–25 МВт  
КПД по электричеству: 21,3–32 %  
КПД по теплу: 34–44,8 %  
Топливо: природный газ  
Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц  
Турбина: ФГУП ММПП «Салют»

## ФГУП НПП «Мотор» (Уфа)

**ГТЭ-10/95БМ**  
Электрическая мощность: 8 МВт  
Тепловая мощность: 20 МВт  
КПД по электричеству: 26 %  
КПД по теплу: не менее 84 %  
Используемое топливо: природный газ  
Характеристики тока: 6300/10000 В, 50 Гц  
Турбина: ФГУП НПП «Мотор»



## ОАО «Моторостроитель» (Самара)

**АТГ-10, ГТЭ-25/НК**  
Электрическая мощность: 10–25 МВт  
Тепловая мощность: 15–37,4 МВт  
КПД по электричеству: 32–35,4 %  
КПД по теплу: 48–52,9 %  
Используемое топливо: природный газ  
Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц  
Турбина: ОАО «Моторостроитель»

## ОАО «Пролетарский завод» (Санкт-Петербург)

**ПГТЭС-1500**  
Электрическая мощность: 1,5 МВт  
Тепловая мощность: н/д  
КПД по электричеству: 21 %  
КПД по теплу: н/д  
Топливо: природный газ  
Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц  
Турбина: ОАО «Пролетарский завод»

## КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



### ЗАО «РЭП Холдинг» (Санкт-Петербург)

**ГТЭ-10, ГТНР-16, ГПА-32 «Ладога» (по лицензии General Electric)**

Электрическая мощность: 10–31,1 МВт

Тепловая мощность: н/д

КПД по электричеству: 31,5–35 %

КПД по теплу: н/д

Топливо: природный газ

Характеристики тока: 6300 В, 50 Гц

Турбина: ЗАО «РЭП Холдинг»

### ФГУП ММПП «Салют» (Москва)

**ГТУ-1С/12С/16С/20С**

Электрическая мощность: 1–20 МВт

Тепловая мощность: 1,04–33,7 МВт

КПД по электричеству: 30,5–42 %

КПД по теплу: 39,8–59 %

Топливо: природный газ

Характеристики тока: 380/6300/10500 В, 50 Гц

Турбина: ФГУП ММПП «Салют»

### ОАО «НПО «Сатурн» (Москва)

**ГТЭС-2,5, ГТА-6РМ/8РМ**

Электрическая мощность: 2,5–8 МВт

Тепловая мощность: 4,5–21,49 МВт

КПД по электричеству: 24,4–26,5 %

КПД по теплу: 47,5–65,57 %

Топливо: природный газ, ПНГ, дизельное топливо, керосин

Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц

Турбина: ОАО «НПО «Сатурн»



### ЗАО «Уральский турбинный завод» (Екатеринбург)

**ГТЭ-6/16/25У**

Электрическая мощность: 6–29,7 МВт

Тепловая мощность: 15,8–49,8 МВт

КПД по электричеству: 23–30,6 %

КПД по теплу: не менее 49,1–54,4 %

Топливо: природный газ, дизельное топливо

Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц

Турбина: ЗАО «Уральский турбинный завод»

### ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение»

**ГТЭ-10/95 БМ, ГТЭ-18 «Уфа»**

Электрическая мощность: 8–18 МВт

Тепловая мощность: 20–24 МВт

КПД по электричеству: 24–37 %

КПД по теплу: 49,3–61 %

Топливо: природный газ

Характеристики тока: 6300/10500 В, 50 Гц

Турбина: ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение»

### Группа предприятий «Энергомаш» (Москва)

**ГТ-009/009М/009МЭ**

Электрическая мощность: 9–9,2 МВт

Тепловая мощность: 23,2–29 МВт

КПД по электричеству: 35 %  
 КПД по теплу: до 50 %  
 Топливо: природный газ  
 Характеристики тока: 3000/6300/10500 В, 50 Гц  
 Турбина: Группа предприятий «Энергомашкорпорация»

## Микротурбины на российском рынке

### Calnetix Power Solutions (США)

#### ТА-100 RCHP

Электрическая мощность: 100 кВт  
 Тепловая мощность: 172/158 кВт (ГВС/отопление)  
 КПД по электричеству: 28–30 %  
 КПД по теплу: более 50–52 %  
 Топливо: природный газ, ПНГ, биогаз  
 Характеристики тока: 230/400 В, 50 Гц  
 Турбина: Calnetix Power Solutions

#### ТА-100 R

Электрическая мощность: 100 кВт  
 Тепловая мощность: н/д  
 КПД по электричеству: 29–30 %  
 КПД по теплу: н/д  
 Топливо: природный газ, ПНГ, биогаз  
 Характеристики тока: 230/400 В, 50 Гц  
 Турбина: Calnetix Power Solutions

### Capstone Turbine Corporation (США)

#### С 30/65/200/600/800/1000

Электрическая мощность: 30–1000 кВт  
 Тепловая мощность: 60–2000 кВт  
 КПД по электричеству: 24–35 %  
 КПД по теплу: 35–62 %  
 Топливо: природный газ, жидкое топливо, ПНГ, биогаз, сжиженный газ, шахтный метан, коксовые газы и др.  
 Характеристики тока: 380/480 В, 50 Гц  
 Турбина: Capstone Turbine Corporation



### Ingersoll Rand (США)

#### IR 250

Электрическая мощность: 250 кВт  
 Тепловая мощность: н/д  
 КПД по электричеству: 28–32 %  
 КПД по теплу: н/д  
 Топливо: природный газ  
 Характеристики тока: 400/450 В, 50/60 Гц  
 Турбина: Ingersoll Rand

### Turbec (Италия)

#### TC100 РН, TC100 Р

Электрическая мощность: 100 кВт  
 Тепловая мощность: 155/– кВт  
 КПД по электричеству: 33 %  
 КПД по теплу: 44/– %  
 Топливо: природный газ  
 Характеристики тока: 230/400 В, 50/60 Гц  
 Турбина: Turbec



Подготовил Д. Строганов



## Перечень нормативных документов, регулирующих правила и нормы качества и количества сточных вод

Я. Резник

С 1 июля 2010 г. согласно Закону РФ от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (в редакции Законов РФ от 09.05.2005 № 45-ФЗ, от 01.05.2007 № 65-ФЗ и от 30.12.2009 № 385-ФЗ) прекращают свое обязательное действие нормы и правила, которые – вопреки положениям упомянутого Закона – не заменены до сих пор не разработанными и не утвержденными техническими регламентами. Еще одно из бесчисленных свидетельств старого правила: строгость российских законов компенсируется их невыполнением

о Закону РФ от 01.05.2007 № 65-ФЗ федеральные законы (технические регламенты) могут утверждаться не только Президентом РФ, но и Правительством РФ, исполнительными органами власти (Ростехнадзором России и др.). А Распоряжением Правительства РФ от 28.12.2007 № 1930-р действие Закона РФ от 27.12.2002 № 184-ФЗ распространяется только на питьевые воды и, значит, воды природных водных объектов и сточные воды оказываются вне действия этого

Закона РФ. Контроль за указанными объектами нормирования возлагается на ведомства: Минприроды России, Ростехнадзор, Роспотребнадзор, Росрыболовства...

Сегодня (Федеральный закон от 30.12.2009 № 385-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании») исполнительные органы власти по техническому регулированию должны составлять перечень национальных стандартов по правилам и методам измерения качества и свойств сред и веществ.

Кроме того, Закон РФ от 03.06.2006 № 73-ФЗ «О введении в действие Водного кодекса Российской Федерации» (ст. 4) регламентирует: «Со дня введения в действие Водного кодекса Российской Федерации законодательные акты СССР, содержащие нормы, регулирующие водные отношения, признаются не действующими на территории Российской Федерации».

Таким образом, надежды, порожденные Законом РФ от 27.12.2002 № 184-ФЗ, на наведение порядка в деле нормирования



Water Expo China  
中国水博览会

**Единственная профессиональная выставка  
водных ресурсов, одобренная Министерством Торговли,  
при поддержке Министерства Водных ресурсов Китая.**

17 - 19 Ноября 2010

Национальный Конгресс-центр  
Пекин, Китай

Мессе Франкфурт РУС  
тел. (495) 649 87 75 доб.122  
факс. (495) 649 87 85  
[Olga.Fedorova@russia.messefrankfurt.com](mailto:Olga.Fedorova@russia.messefrankfurt.com)  
[www.messefrankfurt.ru](http://www.messefrankfurt.ru)



messe frankfurt

## ВОДОПОДГОТОВКА

качества природных и сточных вод, потребляемой воды оказались напрасными.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимые сбросы (ПДС) солей в сточных водах, ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) и предельно допустимые уровни воздействия химических веществ на воду водных объектов (ПДВ) регламентируются (теперь уже, как указывалось выше, в значительной мере необязательными) «Правилами охраны поверхностных вод (типовые положения)» Госкомприроды СССР, 1991 г., «Санитарными правилами и нормами. Гигиеническими требованиями к охране поверхностных вод. СанПиН 2.1.5.980-00», СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», Гигиеническими нормативами «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйствственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» и «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйствственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» в нескольких томах и др.

Конечно, действует Водный кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ (в редакциях от 04.12.2006 № 201-ФЗ, от 19.06.2007 № 102-ФЗ, от 14.07.2008 № 118-ФЗ, от 23.07.2008 № 160-ФЗ, от 27.12.2009 № 365-ФЗ, от 24.07.2009 № 209-ФЗ).

И именно в последнем (ст. 60, п. 6) повторен императив, сформулированный и в некоторых других нормативных документах: «... запрещается... сброс в водные объекты сточных вод, не подвергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (исходя из недопустимости превышения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах), а также сточных вод, не соответствующих требованиям технических регламентов». И «Сброс в водные объекты и захоронение в них отходов производства и потребления... запрещаются (ст. 56, п. 1)». В редакции Водного кодекса РФ от 16.11.1995 № 167-ФЗ было (ст. 96): «Запрещается сброс в водные объекты и захоронение в них производственных, бытовых и других отходов». Значит, в том числе и сточных вод котельных.

Действует и Федеральный закон от 14.03.2001 № 32-ФЗ «Об охране окружающей природной среды» (в редакции от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды») с изменениями, внесенными Федеральными законами от 10.12.2008 № 309-ФЗ и от 14.03.2009 № 32-ФЗ (в частности – знаменательно: вместо «наилучшие существующие технологии» включено «наилучшие доступные технологии»). Изменения в Закон вносились также Постановлениями Правительства РФ от 08.12.2008 № 930 и от 10.03.2009 № 219.

Во время обсуждения («Круглый стол» от 25.11.2008) в Комитете по природопользованию и экологии Торгово-промышленной палаты РФ о необходимости перехода на технологическое нормирование было констатировано, что справочники по наилучшим доступным технологиям еще не созданы, но и после их создания нужно учитывать реальные возможности предприятий по достижению нормативов. Справочников нет и сегодня.

Упомянутыми выше федеральными законами и постановлениями Правительства РФ фактически разрешено одновременное существование утвержденных (или рекомендованных) разными ведомствами нормативов. Эти нормативы не согласованы друг с другом, дезориентируют потребителей воды и контролирующие органы, требования, в них изложенные, повторяют прежние, практически

неосуществимые правила и нормы. И, как указано выше, не заменены техническими регламентами.

Технический регламент «О водоотведении» только рассматривается в Госдуме Федерального собрания РФ.

Распоряжением Правительства РФ от 18.08.2009 № 1166-р «Комплекс мер по охране окружающей среды» предписано разработать проекты федеральных законов в части перехода к единым принципам выработки нормативов допустимого воздействия на окружающую среду.

Проекты нормативов допустимого воздействия на водные объекты (бассейны рек и др.) только разрабатываются.

Ниже названы лишь некоторые из многих существующих нормативных документов.

Постановление Правительства РФ от 12.02.1999 № 167 «Об утверждении Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации» (редакции от 08.08.2003 № 475, от 13.02.2006 № 83, от 23.05.2006 № 307).

Пункт 7 Постановления: «... Сброс... в систему коммунальной канализации производственных сточных вод может быть разрешен при наличии технической возможности этой системы и установления для абонентов нормативов сброса сточных вод».

Пункт 16: «Нормативы водоотведения (сброса) по составу сточных вод уста-



навливаются абоненту органами местного самоуправления или уполномоченными ими организациями водопроводного хозяйства с соблюдением... условий: соблюдение норм предельно допустимых сбросов сточных вод и загрязняющих веществ в водные объекты, утвержденных...природоохранными органами; ... технические и технологические возможности очистных сооружений коммунальной канализации очищать сточные воды от конкретных загрязняющих веществ; защита сетей и сооружений системы коммунальной канализации».

Постановление Правительства РФ от 23.07.2007 № 469 (изм. от 10.03.2009 № 219) «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микрорганизмов в водные объекты для водопользования».

Приказ МЖКХ РСФСР от 02.03.1984 № 107 «Об утверждении Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов» (действие столь «древнего» нормативного документа сохраняет силу в связи с отказом Министра РФ зарегистрировать приказ Госстроя России от 06.04.2001 № 75).

Приказ Ростехнадзора от 31.07.2009 № 667 «Об утверждении и введении в действие Перечня нормативных актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (п-01-01-2001, раздел 1) по состоянию на 01.07.2009».

Приказ Росрыболовства от 04.08.2009 № 695 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного назначения, в том числе нормативов предельно допускаемых концентраций вредных веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения».

«Перечень рыбохозяйственных нормативов ПДК и ОБУВ загрязняющих веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов» (утвержден Госкомрыболовства в качестве приложения № 3 к упомянутым выше Правилам охраны поверхностных вод (типовые положения), 1991 г.).

«Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочных безопасных

уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное назначение» – разработан ВНИИРО. М., 1999 г.

Методические указания РД 52.24.643-2002 «Критерии для определения уровня загрязнения вод по гидрохимическим показателям (четыре класса опасности – по кратности превышения ПДК: от 3 до 50 и более)» – утверждены Росгидрометом.

«Гигиенические требования к подземным водам. СП 2.1.5.1059-01» – утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ.

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14.01.2008 № 1 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.5.2312-08 «Ориентировочные допустимые уровни воздействия (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйствственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнение № 1 к ГН 2.1.5.2307-07».

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18.08.2008 № 48 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.5.2415-08 «Ориентировочные допустимые уровни воздействия (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйствственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнение № 2 к ГН 2.1.5.2307-07».

Последним двум перечням гигиенических нормативов (ПДК) предшествовали перечни: ГН 2.1.5.585а-96, ГН 2.1.5.585-96, ГН 2.1.5.689-98, ГН 2.1.5.690-98, СП 2.1.5.761-99, ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.5.1316-03 ГН 2.1.5.1831-04 и др.

Приведенный выше далеко не полный обзор нормативных документов лишь в малой степени показывает бедственное состояние системы нормирования или, лучше сказать, отсутствие такой системы.

Принцип нормирования качества вод основан на определении вреда и ущерба, причиняемого водным объектам и потреб-



бителям воды, если качество природной воды или сточных вод не соответствует нормируемым показателям.

Соответственно «стройному» ряду нормативов качества вод существуют разнообразные документы, характеризующие значения упомянутых ущерба и вреда. Все они методологически научно не обоснованы, и в основе их находятся две давних разработки.

«Методика подсчета убытков, причиненных государству нарушением водного законодательства. РД 33-5.3.01-83», 1983 г., разработана (в основном) ВНИПИЭкономики Минводхоза СССР, утверждена Минводхозом, Госпланом, Минфином СССР. Эта Методика – «затратная»: ущерб и вред будут определены тем больше, чем больше предлагается затратить средств на предотвращение и нейтрализацию ущерба. Предлагаю читателю самому оценить, как эта Методика провоцирует затраты бюджетных средств.

«Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды», 2-е изд. (М.:Экономика, 1986 г.), разработана (в основном) ЦЭМИ АН СССР, утверждена Госпланом, Госстроем, Президиумом АН СССР. Эта Методика предлагает оценку ущерба на основе значений предельно допустимых концентраций (ПДК) разных веществ в водных объектах и двух условных показателей, численные значения которых указаны в зависимости от географического расположения водного объ-

## ВОДОПОДГОТОВКА

екта, куда сбрасываются сточные воды, и от ущерба (предположительно оценочно) всему народному хозяйству в конкретном году.

Ниже названы существующие сегодня методики определения ущерба и вреда от сброса сточных вод в природные водные объекты и канализационные сети населенных пунктов. К сожалению, как правило, в документах не указана методология расчетов, нет ссылок на другие документы. Частично это оправдывается «Правилами подготовки нормативных правовых актов Федеральных органов исполнительной власти и их государственной регистрации», утвержденными Постановлением Правительства РФ от 13.08.1997 № 1009 (с изм.), которыми (п. 2) не допускаются ссылки на другие нормативные документы. Что, в частности, позволило разным ведомствам составлять свои документы, подчас дублирующие документы других ведомств и (или) противоречащие им, а также федеральным законам.

Приказ Минприроды России от 13.04.2009 № 87 «Об утверждении Методики исчисления вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» (вместо Методики по Приказу от 30.03.2007 № 71). Письмо Росводресурсов от 01.11.2007 № БХ-02.24/1271 «О применении...» (указанной Методики).

Эта Методика, как и другие методики, пусть даже изданные под грифами: постановление, приказ, распоряжение, не носит обязательного характера: согласно указанному Постановлению Правительства РФ от 13.08.1997 № 1009 и письму Минюста России от 16.08.2002 № 07/7789-ЮД Методических указаний нет в перечне документов, которые нужно регистрировать в Минюсте России.

Приказ Госстроя России от 06.04.2001 № 75 «Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов. МДК 3-01.01».

Приказ Минприроды России от 17.12.2007 № 333 «Методика разработки нормативов допустимых сбросов (НДС) веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользования» (по п. 6, если

водный объект используется для разных нужд, то для сбросов принимаются более жесткие нормы; по п. 8: для сбрасывания сточных вод в черте населенных пунктов НДС определяется исходя из отнесения нормативных требований по составу и свойствам воды водных объектов к самим сточным водам).

Приказ Минприроды России от 12.12.2007 № 328 «Методические указания по разработке нормативов допустимых воздействий (НДВ) на водные объекты».

«Методика расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ водные объекты со сточными водами» – разработана ВНИИВО, г. Харьков, 1990 г.

«Методические указания по гигиенической оценке использования доочищенных городских сточных вод в промышленном водоснабжении МУ 3224-85» – утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ.

«Методика исчисления размера ущерба от загрязнения подземных вод» – утверждена Госкомэкологии, Минприроды, Минфином РФ, 11.02.1998, 31.05.1998, 01.06.1999.

«Рекомендации по определению убытков, наносимых сбросом производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов» – утверждены МЖКХ РСФСР от 02.04.1990 № 78.

Здесь кстати привести еще один пример полной анархии в нормировании качества (и количества) сточных вод.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 12.06.2003 № 344 (изм. от 01.07.2005 № 410) установлены нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты. Всего перечислены 142 вещества. Из объектов нашего рассмотрения:  $Mg^{2+}$  (все растворимые в воде формы),  $Na$ ,  $Ca$  (для этих двух элементов не указаны валентности и можно думать, что речь идет только о нейтральных формах), сульфат-ион (сульфаты), и хлориды ( $Cl^{3+}$ ) (почему-то указан только трехвалентный ион: вероятно, в составе хлора трифторида ( $ClF_3$ ), используемого в технологии ядерного горючего и ракетного топлива).

В составе приложения № 1 к упомянутому Постановлению среди 142 веществ нет хлоридов натрия и кальция ( $NaCl$ ,  $CaCl_2$ ),

значит, законодатель не считал нужным требовать плату за сброс со сточными водами этих неопасных веществ. (Критерии отнесения отходов к классу опасности – см. Приказ Минприроды России от 24.06.2001 № 07/7483-ЮД).

Нормативам и порядку платы за сброс в природные водные объекты и канализационные сети населенных пунктов посвящены также Федеральный закон от 30.12.2008 № 309-ФЗ, Постановления Правительства РФ от 28.08.1992 № 632, от 31.12.1995 № 1310, от 12.06.2003 № 144, Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р, Письмо Ростехнадзора от 16.01.2008 № 14.08/109, Приказ Ростехнадзора от 27.03.2008 № 182.

В частности, Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р «Об утверждении проекта Водной стратегии РФ до 2020 г.»: с 2016 г. платежи за сброс промышленными предприятиями увеличиваются в 5 раз. Эта же норма предложена Законопроектом «О внесении изменений в Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей природной среды» (в части исчисления платы за сброс сточных вод).

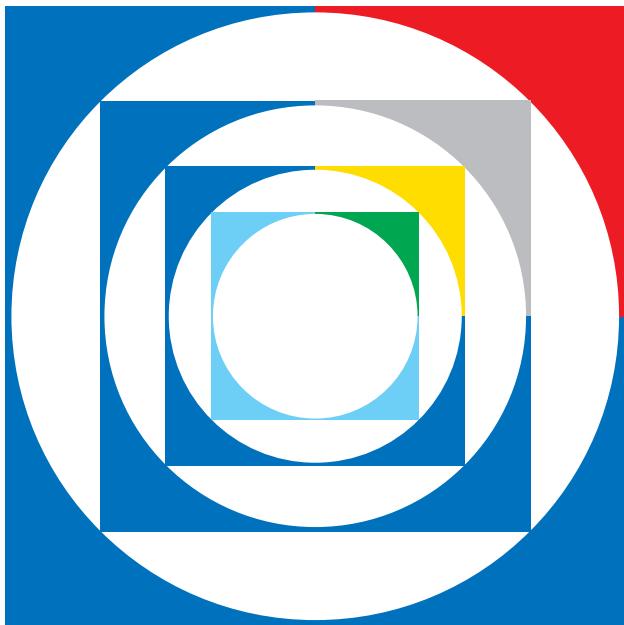
Одновременно этими двумя нормативными документами предлагается отмена лимитов на сброс сточных вод в природные водные объекты. А Ростехнадзор вносит и свою «лепту» (письмо от 16.01.2008 № 14.08/109): предлагает не брать плату за сброс неочищенных сточных вод, увеличенную в 5 раз.

## Выводы

1. Сегодня существует такое «нормирование» сброса неочищенных сточных вод (в частности, минерализованных сточных вод котельных): от полного и безусловного запрета до разрешения сбрасывать в пределах установленного лимита (плата за сброс за пределами лимита увеличивается в 5 раз). Если лимит не установлен, то плата возрастает в 25 раз.

2. В этих условиях каждое предприятие вольно договариваться с местными органами надзора. Что повсеместно и происходит.

Читайте в следующем номере статью «О сточных минерализованных водах котельных».



# SHK moscow 2011

15-я международная специализированная выставка и конференция

**отопление**

**вентиляция и кондиционирование**

**энергоэффективность**

**возобновляемые источники энергии**

**водоснабжение**

**18–21 Апреля**

Москва/Россия

ЦВК «Экспоцентр»

Павильон 2

[www.shk.ru](http://www.shk.ru)  
[www.shk-online.com](http://www.shk-online.com)

При поддержке:



Генеральные информационные спонсоры:





Два года назад НП «Котлогазмонтажсервис» создавалось как специализированное СРО в области монтажа теплоэнергетического оборудования. Статус саморегулируемой организации получен 7 декабря 2009 г.

## СРО для теплоэнергетиков

С начала XX века в строительстве перестала действовать система госстандартов, а система лицензирования работала крайне неэффективно. При этом строительный рынок бурно развивался, росла необходимость строительства и реконструкции теплоэнергетических мощностей. В результате сложилась ситуация, когда исчезли координаторы рынка и стали ослабевать вертикальные связи, регулирующие взаимоотношения государства и хозяйствующих субъектов в области контроля качества выполняемых работ. Поэтому саморегулирование вошло в нашу рыночную реальность как необходимый институт. При этом государство ослабило свое прямое влияние на хозяйственные процессы и установило новые правила, отдав бизнес-сообществу право самому контролировать выполнение этих правил и свою деятельность.

На первый взгляд, изменения незначительны: раньше разрешение на определенные виды работ оформлялось в виде лицензии, теперь приходится получать допуск, вступив в СРО. Однако произош-

ли принципиальные изменения. СРО предстоит определить систему взаимоотношений в определенном сегменте рынка.

На основе технических регламентов (окончание их разработки ожидается в ближайшей перспективе) предстоит установить внутренние стандарты СРО. При этом естественным образом встает вопрос о специализации саморегулируемых организаций. Согласно закону в одной строительной СРО сегодня объединяются сотни (а иногда и тысячи) предприятий совершенно различной направленности. Возможно ли эффективно задать единые требования, учитывающие специфику деятельности каждого из них и без формализма осуществить на практике проверку предприятий, имеющих десятки специализаций? Понятно, что в пределах одной СРО крайне сложно объединить все многообразие и специфику строительного рынка. Теперь это стало очевидно многим СРО.

Сегодня НП «Котлогазмонтажсервис» – единственная специализированная СРО в области монтажа теплоэнергетического оборудования. Партнерство

объединяет более 180 монтажных предприятий, выполняющих полный комплекс работ по строительству, реконструкции и ремонту теплоэнергетических объектов большой, средней и малой мощности. Специалистами этих компаний накоплен богатый опыт строительства промышленных котельных, ТЭЦ и мини-ТЭЦ. Более 100 предприятий занимаются строительством газопроводов и монтажом газоиспользующего оборудования. Территория деятельности членов Партнерства огромна: от Калининграда до Новосибирска, от Сочи и Ростова-на-Дону до Тюмени и Мурманска.

В условиях отсутствия нормативно-правовой базы было необходимо сохранить высокое качество производимых работ. Многие предприятия, вошедшие в Партнерство, образованы из развалившихся в 90-е гг. союзных министерств, ведомств и трестов и обладают высококвалифицированными кадрами. В своей работе они привыкли неукоснительно придерживаться СНиПов, ГОСТов и других регламентирующих качество документов.

Всегда существовали особые требования, учитывающие специфику теплоэнергетического строительства. И сегодня при самоорганизации компаний для работы в определенном сегменте рынка требования СРО НП «КотлоГазМонтажСервис» понятны специалистам. Стать членом Партнерства, с одной стороны, очень просто – нужно иметь профессиональный кадровый состав, аттестованный по правилам промышленной безопасности, аттестованные сварочные технологии и соответствующую материальную базу. С другой стороны, некоторым предприятиям необходимо подтянуться под стандарты Партнерства, так как они не заботились о необходимом соответствии нормативным документам и правилам Ростехнадзора.

Исходя из общей направленности деятельности своих членов, НП «КотлоГазМонтажСервис» унифицировало требования и сбалансировало интересы предприятий крупного, среднего и малого бизнеса. Например, ОАО «Мосэнэнерго», этот гигант энергетического рынка столицы, вступая в Партнерство, подтверждал квалификацию своих сотрудников и возможность выполнения заявленных видов работ наравне с менее именитыми членами НП «КотлоГазМонтажСервис».

В настоящее время перед Партнерством как перед профессиональным сообществом стоит серьезная задача по защите своей профессиональной территории, функций, интересов своих членов и реализации прав, данных законом. В отличие от предприятий, СРО обладает серьезными правами вплоть до внесения изменений в нормативно-правовую базу. Совместно с НП «Энергоэксперт» и другими СРО, «КотлоГазМонтажСервис» участвует в реализации концепции развития единой системы саморегулирования опасных производственных объектов.

Специалисты Партнерства планируют развивать нормативно-техническую базу через участие в работе специализированных комитетов. В качестве примера можно привести начало взаимодействия ГУП МО «Мособлгаз» с проектными и строительными СРО, соглашение о взаимном сотрудничестве с которым находится на подписании в НП «КотлоГазМонтажСервис». На совещаниях рабочей группы с участием

представителей Партнерства будут сформированы требования и выработаны подходы по строительству на газораспределительных и газоиспользующих объектах.

Весной 2010 г. НП «КотлоГазМонтажСервис» приняло решение о вступлении в Национальное объединение строителей, планируется участие в работе профильных комитетов. Являясь специализированной СРО, НП «КотлоГазМонтажСервис» может помочь взаимодействию власти и бизнеса в области повышения безопасности, так как большинство возводимых им объектов – опасные и особо опасные.

Сегодня государственные законы уже определили динамику функционирования саморегулирования в России. Но в таком новом деле, как становление системы саморегулирования не может все проходить «без сучка и задоринки». Есть много практических вопросов, на которые нет однозначных ответов, порой приходится принимать конкретные решения в условиях недостаточной законодательной и нормативной проработки. 2 августа 2010 г. был опубликован ФЗ № 240 «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации», который внес новые изменения. Их еще предстоит осмыслить на практике.

Кратко можно упомянуть о существенно изменившихся требованиях к генеральным подрядчикам, направленных на увеличение ответственности при производстве работ.

Повышение ответственности перед потребителем – одна из целей НП «КотлоГазМонтажСервис». Партнерство приобрело репутацию СРО, в которую не принимают «кого попало». Обращение в Партнерство поможет заказчику сделать правильный выбор и подобрать квалифицированного и надежного исполнителя работ.

Председатель Контрольного Комитета НП «КотлоГазМонтажСервис»  
О.Л. Литвинов





С 20 по 24 апреля в ЦВК «Экспоцентр» прошла 14-я международная специализированная выставка SHK Moscow. За прошедшие годы это мероприятие, организованное компанией Messe Düsseldorf (Германия), заслужило репутацию одной из самых авторитетных в России деловых площадок, посвященных инженерному оборудованию

## Промышленное оборудование на SHK-2010

М. Александров

Экспозиция SHK-2010, в которой приняло участие более 200 компаний из 13 стран, получилась довольно компактной (два зала и открытая площадка общей площадью 9200 м<sup>2</sup>), но насыщенной и интересной. Как удалось совместить эти два, казалось бы, взаимоисключающих обстоятельства? Еще несколько лет назад, в эпоху бурного роста рынка, наш журнал, говоря о характере SHK, назвал ее «выставкой производителей». Указанное качество в полной мере проявилось в текущий период: с одной стороны, ведущие российские инженерные компании сэкономили бюджеты, ограничившись участием только в Aqua-Therm или MATTEX, с другой – германские производители, работающие на российском рынке, по-прежнему видят в SHK наилучшую возможность представить свою продукцию. Их стены, как и ранее, образовали основу экспозиции 2010 года.

Разумеется, не обошлось без исключений. Так, компания Vaillant изменила свою многолетнюю политику: если ранее она традиционно участвовала в SHK, то в этом году выбор из числа столичных специализированных мероприятий был сделан в пользу Aqua-Therm. В то же время российский инженеринг был представлен, например, Компанией АДЛ.

По сравнению с предыдущими годами заметно сократилось число участников, выступивших на открытой площадке. Тем не

менее, и в этом секторе было на что посмотреть. Компания «Атриум» экспонировала блочно-модульную котельную Buderus, ООО «ГазРегионИнвест» – резервуары для сжиженного газа и газопоршневые установки Generac (США) для резервного электроснабжения. Внушительными размерами привлекали внимание водотрубные котлы завода «Вольф Энерджи Солюшнс» –



Eurotherm-3 и Eurotherm-17. Последний имеет мощность 17,44 МВт и является одной из новинок компании, которая, наряду с открытой площадкой, представляла свою продукцию на стенде.

В составе основной экспозиции, разместившейся во 2-м павильоне, наибольшее внимание привлекал, пожалуй, стенд ООО «Рационал» (эксклюзивный поставщик горелок Weishaupt в России) – не только своими размерами, но и интересными новинками. В течение нескольких последних лет специалисты компании готовили серийный выпуск когенерационных установок (КГУ). Объявление о начале их производства состоялось на выставке и вызвало повышенный интерес – в связи с развитием автономного тепло- и энергоснабжения такая техника становится все более востребованной в нашей стране.

Представленная производственная программа компании включает КГУ серий MOD и RAM, выполненных на базе газопоршневых двигателей MAN, Perkins и MTU. Электрическая мощность – от 50 до 1948, тепловая – от 79 до 2154 кВт. Установки оснащены 15-дюймовыми сенсорными панелями управления и могут работать в полностью автоматическом режиме. Постоянный мониторинг и контроль работы оборудования в режиме реального времени обеспечивается «он-лайн»-сервисом «Рационал» через сервер компании.

Еще одна актуальная новинка компании – модульные автоматизированные котельные ECO на газе и дизельном топливе. Они представляют собой набор из 15 стандартизованных типовых систем и узлов, разработанных на основе анализа потребностей рынка малой теплоэнергетики страны. Узлы смонтированы на каркасах и не крепятся к стенам и крыше помещения. Котельная может поставляться в модульном исполнении, на платформе или отдельными узлами (7–10 упаковок). При этом, независимо от вида поставки, котельная будет иметь одинаковые конструкционное исполнение, технические характеристики, состав систем оборудования, а также место и размеры подключения. Для управления и мониторинга используется система, аналогичная применяемой в КГУ. Производство котельных развернуто на новом заводе в Липецке.

Традиционно широкий ряд оборудования для отопления и ГВС продемонстрировала компания Buderus. Главные новинки – низкотемпературные стальные котлы Logano SK645/745 (120–1410 кВт) с реверсивной топкой и тепловые насосы Logatherm WPS (тип «рассол–вода») мощностью от 22 до 60 кВт. На стенде компании можно было также ознакомиться с газовыми «настенниками» Logamax и электрическими – Dakon (обе компании входят в группу Bosch), солнечными коллекторами Logasol, бойлерами ГВС Logalux, системами автоматики Logamatic.

«Изюминкой» стенда компании De Dietrich (Франция) стали конденсационные газовые котлы серии C 230/310/610 E со мощностью от 93 до 1046 кВт. Они оснащены силуминовым теплообменником и модуляционной инфракрасной горелкой с полным предварительным смешением газа и воздуха. Каскадное соединение позволяет довести мощность установки до 5200 кВт.

Среди предлагаемой ООО «Лаарс Сервис» продукции – котлы RBI Futera III (125–1020 кВт). Они оснащены медными теплообменниками и инфракрасными модуляционными (20–100 %

горелками. Встроенный контроллер NetHeat позволяет управлять каскадом (до 16 аппаратов).

Компания «Ставан-М» продемонстрировала автоматизированные блочно-модульные котлоагрегаты «Ставан-АБМК». Модели Duo и Trio состоят из двух и трех секций соответственно, смонтированных в едином корпусе. Каждая секция представляет собой котельный блок мощностью 500 кВт, имеет собственные горелку и теплообменник из нержавеющей стали. Для удобства обслуживания предусмотрены рельсы, посредством которых блок может выдвигаться наружу. Имеется встроенный экономайзер. КПД – до 97 %.

Продукция ООО «Энтророс» (Санкт-Петербург) – жаротрубные водогрейные и паровые теплогенераторы марки «Термотехник». В их числе новые трехходовые котлы TT100-01 для перегретой (до 140 °C) воды. Мощность – от 1 до 15 МВт.

Котельное оборудование промышленной мощности предлагали также компании Booster Boiler (Ю. Корея), ICI Caldaie (Италия), Loos (Германия) и завод Дорогобужкотломаш.



Видное место в экспозиции заняли горелочные устройства ведущих производителей: Elco, Giersch, Hansa, Saacke, Weishaupt. Среди новинок компании Baltur газовые горелки TBG 600/800 ME мощностью 6 и 8 МВт соответственно, оснащенные автоматикой Lamtech и имеющие электронную модуляцию мощности. Уровень шума снижен благодаря особой конструкции воздухозаборника. Двухступенчатая газовая горелка TBG 35 PV (350 кВт) оснащена инвертором для экономии электроэнергии и снижения шума. Еще одна новинка компании – комбинированная горелка TBML 85 PN (850 кВт) с пневматической модуляцией. Ее корпус разработан на основе серий TBG/TBL. Серийное производство этих устройств начнется в июне–сентябре этого года (на стенде выставлялись прототипы).

(Интересный факт: один из немногочисленных китайских участников SHK-2010 предлагал горелки марки Baite, дизайн и фирменный логотип которых вызывали прямые ассоциации с продукцией Baltur.)

Получить информацию о газовых и жидкотопливных горелках Bentone и бытовых котлах СТС можно было на стенде ЗАО «Север-Центр-Плюс» (представитель концерна Enertech). Ассортимент

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

включает напольные и настенные котлы на газе, жидком и твердом топливе, а также электрические и комбинированные. В их числе – «настенник» СТС 950, способный работать как на газе, так и на жидком топливе. Из новостей – расширение диапазона мощности горелочных устройств серии BG 950 до 3200 кВт.

Среди новинок компании «Тепловей» (Челябинская обл.) – газовые воздухонагреватели смесительного типа «Тепловей-60/70/80/90С». Они выпускаются в горизонтальном исполнении для напольного или подвесного монтажа. Тепловая мощность аппаратов – от 60 до 90 кВт.

Для предприятий сельского хозяйства словацкая компания Adrian разработала новый газовый воздухонагреватель Adrian-Air Agro мощностью 70 кВт.

Инфракрасный обогреватель Blackheat HE в специальном исполнении для животноводческих и птицеферм показала компания Roberts Gordon (Великобритания).

На стенде компании Benson Heating (Великобритания), помимо продукции собственной марки, экспонировались инфракрасные излучатели AmiRad, тепловые завесы AirBloc, а также газовые воздухонагреватели прямого и косвенного нагрева Nordair Niche. Общий стенд – следствие объединения компаний, произошедшего в прошлом году.

ООО «Нортекс Инжиниринг Групп» представило продукцию марки Nargas, в том числе – воздухонагреватели ТЕ (мощность – 88–806 кВт; рециркуляционный), СР (29–1025 кВт), ВРС (30–130 кВт), NV (10–140 кВт; подвесной), ОУН (20–60 кВт; подвесной жидкотопливный), NVS (30–140 кВт; подвесной конденсационный), газовый модуль DHM (60–280 кВт), а также потолочные вентиляторы LVH и СЕС (высокоскоростной).

Для воздушного и инфракрасного отопления также предлагалась техника Fraccaro, Systema, Tecnoclima (Италия), Pakole (Венгрия) и «Сибшвянк» (Россия).

В числе продукции, предложенной компанией Meibes, – модульная насосная система с муфтовым соединением (Victaulic), предназначенная для котельных и индивидуальных тепловых пунктов. Ее мощность – до 2,8 МВт, расход воды – до 100 м<sup>3</sup>/ч. Обеспечивается постоянная циклическая сепарация воздуха, сбор и вывод шлама с возможностью магнитной обработки теплоносителя.

Среди дымоходных систем отметим двухконтурную ICS фирмы Schiedel. Область ее применения – котлы на газе, жидком и твердом топливе, работающие как под разряжением, так и при избыточном давлении. Это первая система в каталоге компании, целиком выполненная из нержавеющей стали: Shiedel традиционно специализируется на производстве модульных керамических и комбинированных («керамика – сталь») дымоходов.

Компания Jeremias показала систему ECO из нержавеющей стали, выпускаемую как одно-, так и двустенном исполнении.

Полимерные трубы предлагали компании Fränkische, IVT (Германия), Henco (Бельгия), Kan (Польша); запорную и регулирующую арматуру – Broen (Дания), «Немен».

Компания «Теплотекс АПВ» расширила типоряд разборных пластинчатых теплообменников моделью SR2. Площадь пласти-



ны – 0,172 м<sup>2</sup>, всей поверхности – до 8,43 м<sup>2</sup>. Расход воды – до 11,76 кг/с. Диаметр штуцеров – 50 мм. Применяются уплотнители из EPDM (рабочая температура – до 150 °C), NBR (110 °C), VITON (200 °C) и EPDM HT (180 °C).

Теплообменное оборудование экспонировалось также на стенах компаний «Функе Рус», «Машимпэкс» и Группы «РоСВЕП».

Напорная станция «Дуплет» компании «Экодар» удаляет из воды железо, сероводород и марганец.

Компания «Ролс К-Флекс» разработала новый продукт для теплоизоляции систем отопления, охлаждения и кондиционирования – отрезаемые трубы K-Flex ST/SK из вспененного каучука. На продольный разрез трубы нанесен контактный клей, закрытый прозрачной пленкой. После установки на трубопровод пленка удаляется, клейкие стороны соединяются. Такой метод сокращает время монтажа и исключает применение других kleящих материалов.

На стенде компании ROLS Isomarket был представлен широкий спектр технической изоляции марки Energoflex из вспененного полиэтилена. Посетители выставки могли ознакомиться с образцами продукции нового завода компании в Переславле-Залесском – крупнейшего в Восточной Европе – и получить консультации специалистов.

Теплоизоляцию для инженерных систем представили также компании Kaimann (Германия), Rols Isomarket и завод «Лит» (Россия).

В рамках деловой программы прошел Европейский симпозиум «Современное энергоэффективное оборудование для теплоснабжения, водоснабжения и климатизации зданий. Технологии зеленых зданий», организованный при содействии отраслевых объединений АВОК и ЕН. В нем участвовали 400 специалистов из 10 стран.

Всего по данным ООО «Мессе Дюссельдорф Москва» за четыре дня работы выставку посетили 9700 человек.

Следующая SHK Moscow пройдет с 18 по 21 апреля 2011 г.

## Три выставки в СКК

С 25 по 28 мая 2010 г. в Санкт-Петербургском СКК прошли XIV Международная специализированная выставка газовой промышленности и технических средств для газового хозяйства «Рос-Газ-Экспо», VIII Международная специализированная выставка по теплоэнергетике «Котлы и горелки», Международная специализированная выставка «Энергосбережение и энергоэффективность. Инновационные технологии и оборудование».

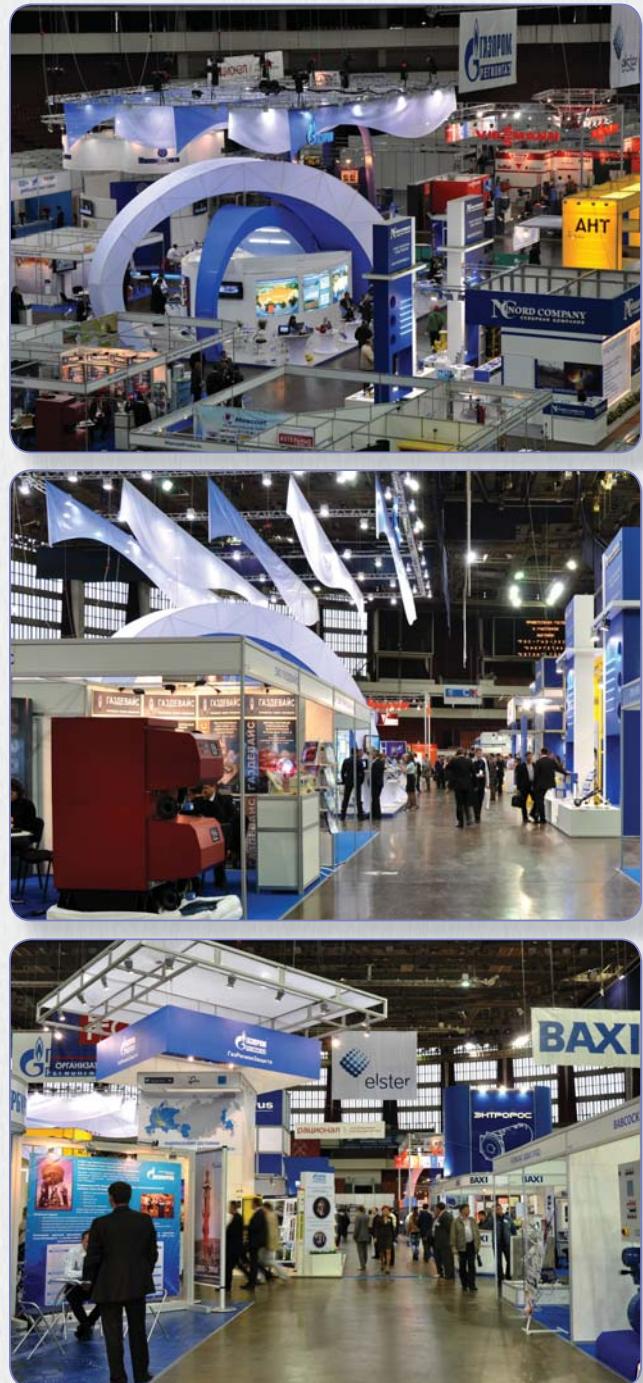
Их организаторами выступили выставочная компания «Фарэкспо», ОАО «Газпром», ОАО «Газпромрегионгаз» и ОАО «Газпромэкспо». Выставки прошли при официальной поддержке аппарата Полномочного представителя Президента РФ по Северо-Западному федеральному округу, Минэнерго России, Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ, администрации, Торгово-промышленной палаты Санкт-Петербурга и Правительства Ленинградской области.

Свою продукцию представили 376 предприятий из 17 стран мира – России, Беларуси, Украины, Литвы, Италии, Германии, Франции, Чехии, Польши, Венгрии, Китая, Финляндии, Австрии, Индии, Турции, Канады, Великобритании. Мероприятия посетили 9 200 человек.

В выставке «Котлы и горелки» участвовали такие компании, как AEON (Польша), Buderus, Viessmann, RAY Öl- & Gasbrenner (Германия), Baxi, Bono Energi (Италия), Thermona (Чехия), Precision Storage Vessels (Индия), Vapor (Финляндия), «Термос» (Россия, Москва), Минский завод отопительного оборудования (Беларусь), Бийский котельный завод (Россия, Алтайский край), Псковский котельный завод (Россия, Псков). Ее гости смогли ознакомиться с широким спектром оборудования для теплоэнергетической отрасли – котлами, горелками всех типов, средствами контроля, защиты и автоматизации котельных установок. Большой интерес вызвали крышные и мини-котельные, мини-ТЭЦ, теплообменники, системы лучистого обогрева, оборудование для использования местных топлив. Специальные разделы были посвящены усовершенствованию котлов. Так, ТД «Дорогобужкотломаш» экспонировал модернизированные котлы КВ-Р-20 с импортным топочным устройством, повышающим КПД котла на 2 %, а компания «Рационал» – блочно-модульные котельные и когенерационные установки.

Экспозиция «Рос-Газ-Экспо» была посвящена приборам и оборудованию, используемым при строительстве, эксплуатации и реконструкции газораспределительных сетей. Среди ее участников – Арзамасский завод газового оборудования, ГРО «Петербурггаз», «Северная Компания» (Санкт-Петербург), ГК «АНТ», «Броен» (Москва), «Гипронигаз» (Саратов), «Концерн Энергомера» (Ставрополь), Rmg Regel+Messeltechnik (Германия). В рамках деловой программы прошли конференция и расширенное заседание секций научно-технического совета ОАО «Газпромрегионгаз».

На выставке «Энергосбережение и энергоэффективность. Инновационные технологии и оборудование» были представлены последние достижения в области энергосбережения и энергоэффективности.



В деловых мероприятиях выставок (форумах, семинарах, презентациях) приняли участие более 500 специалистов.



Особенность конференции, проводимой Региональной общественной организацией «Клуб теплоэнергетиков «Флогистон» с 1996 г., – ее «дружеский формат». Теплотехники из разных регионов встречаются, чтобы в уютной обстановке обменяться технической и деловой информацией, поддержать старые знакомства и обзавестись новыми

## «Теплоэнергетика XXI века»

С 15 по 17 апреля в подмосковном пансионате «Юность» прошла ежегодная научно-техническая конференция «Теплоэнергетика XXI века». В мероприятиях этого года приняли участие более 180 организаций из Москвы, Санкт-Петербурга, Бийска, Брянска, Владимира, Екатеринбурга, Калининграда, Калуги, Казани, Красноярска, Курска, Липецка, Мурманска, Нижнего Новгорода, Новосибирска, Ростова-на-Дону, Самары, Саратова, Твери, Тулы, Тюмени и Ульяновска, Калужской, Ленинградской, Московской, Нижегородской, Ростовской, Тверской и Тюменской областей, Краснодарского, Пермского и Ставропольского краев.

Выступления докладчиков состоялись в первый и третий дни конференции. Деловая программа конференции охватила широкий круг вопросов – от особенностей конкретного оборудования и перспектив тех или иных решений в российских условиях до новейших законодательных инициатив. В докладе В.В. Чернышова (начальник отдела котлонадзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору – «Ростехнадзора») были освещены структурные изменения и новые подходы в деятельности «Ростехнадзора». В заключение докладчик привел поучительную статистику недавней проверки одной из санкт-петербургских СРО и зачитал список выявленных нарушений. О саморегулируемых организациях говорил в своем выступление и Е.А Еременко (директор НП «ЭнергоЭксперт»).

В.М. Смирнов (с.н.с. кафедры ЭВТ МЭИ (ТУ), эксперт по энергоаудиту) прокомментировал Федеральный закон об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности № 261-ФЗ, принятый в ноябре прошлого года.

Р.Я. Ширяев (генеральный директор ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж») посвятил свое выступление причинам аварий жаротрубных котлов. Были приведены интересные примеры из личной практики. Так, печальным итогом замены советских водотрубных котлов фирмами «жаротрубниками», произведенной литовскими теплотехниками без соответствующей переделки системы, стал выход из строя в течение нескольких месяцев дорогостоящего оборудования.

Основываясь на богатом опыте своей организации, В.А. Курьянов (зам. генерального директора МПНУ «Энерготехмонтаж») рассказал о строительстве мини-ТЭЦ.

Представители промышленных предприятий сконцентрировались на выпускаемом оборудовании. Так, доклад А.А. Горностаева (технический директор ООО «Энергоцветмет») был посвящен промышленным микродиффузионным горелкам МДГГ мощностью от 0,25 до 25 МВт.

О.В. Сёмичев (генеральный директор ОАО «Тепловые системы», Брянск) выступил с презентацией, посвященной выпускаемому оборудованию и разработанным решениям для сжигания не только древесных, но и широкого ряда производственных отходов. В их числе – отходы клиник и фармацевтических предприятий.

Тема выступления А.А. Сердюкова (генеральный директор НПО «Верхнерусские коммунальные системы», Ставропольский край) – выпускаемые компанией котлы наружного размещения, предназначенные для отопления общественных и административных зданий в сельской местности, жилых многоквартирных домов. Основные направления совершенствования этого оборудования в течение 10 лет – повышение надежности и безопасности эксплуатации.

Доклад В.Г. Щапова (коммерческий директор ОАО «Юtron – Паровые турбины», Смоленск) был посвящен применению специальных паровых турбин для повышения энергоэффективности котельных.

А.В. Нагорный (руководитель московского представительства ЗАО «Ридан») анонсировал обновление модельного ряда пластиначатых теплообменников.

Поставщики импортного оборудования говорили о преимуществах и особенностях применения предлагаемой техники. Так, О.Е. Парфенова (директор по маркетингу ООО «БПЦ Инжиниринг») рассказала об использовании ГТУ OPRA и микротурбин Capstone при строительстве и реконструкции котельных с учетом требований по когенерации.

Александр Василевский провел презентацию оборудования и пароконденсатной арматуры Gestra, особое внимание уделив отличиям от продукции конкурентов.

Тема выступления Д.П. Савицкого (генеральный директор ООО «Маммут Климат») – применение тепловых насосов для теплоснабжения. Хотя такая техника в основном используется в индивидуальном секторе, доклад вызвал интерес у аудитории.

Энергетический аудит – непременное условие экономичной эксплуатации объектов тепло- и электроснабжения.

Практическим опытом энергоаудита котельных поделился С.В. Соловьев (генеральный директор ГК «ЭЛМО»). Доклад Д.В. Назарова (специалист ООО «Грундфос») был посвящен услуге энергоаудита насосного оборудования.

Д.В. Игонин (генеральный директор ООО «КомТэл») посвятил свое выступление различным решениям для энергоэффективного теплоснабжения – инфракрасным обогревателям, электрическому и твердотопливному отоплению.

Д.А. Николаев (ведущий инженер НИЛ, кафедра ЭВТ МЭИ (ТУ) на примере реализованного регионального проекта рассказал о методиках анализа перспектив использования местных видов топлива и энергонесущих отходов.

Второй день конференции целиком посвящался собранию саморегулируемой организации «КотлоГазМонтажСервис», в состав которой входит около 200 членов. По результатам голосования президентом СРО был избран Р.Я. Ширяев.

Гости конференции, не участвовавшие в собрании СРО, смогли принять участие в экскурсии в Музей Военно-Воздушных Сил в Монино или посетить объекты МПНУ «Энерготехмонтаж». Кроме того, каждый вечер по окончании деловой программы гостям предлагались развлекательные мероприятия с участием известных артистов.

**МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА «GAS RUSSIA: ТРАНСПОРТИРОВКА,  
ХРАНЕНИЕ ГАЗА. СИСТЕМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ»**

20-22 октября 2010 • г. Краснодар, ВЦ «КраснодарЭкспо»

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:**

- ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ ГАЗА. СИСТЕМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ
- ГАЗИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЖКХ И БЫТА. КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГАЗЫ. КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА
- КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА
- ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ГАЗ НА ТРАНСПОРТЕ
- ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ ГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

[WWW.GASRUSSIA-EXPO.RU](http://WWW.GASRUSSIA-EXPO.RU)

Организатор:



ITE LLC MOSCOW

Тел.: +7(495) 935-73-50 • Факс: +7(495) 935-73-51 • bordachev@ite-expo.ru

# ГТУ и микротурбины в Сети

*В предлагаемый обзор вошли ссылки на русскоязычные (или с поддержкой русского языка) ресурсы производителей и поставщиков газотурбинного оборудования для децентрализованного энергоснабжения*

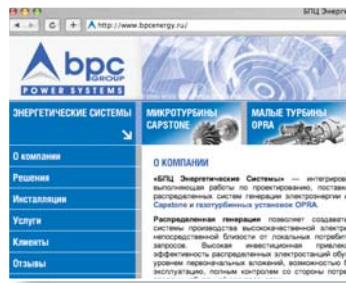
## [www.amntksoyuz.ru](http://www.amntksoyuz.ru)

Производственная программа ОАО «Авиамоторный научно-технический комплекс «Союз» (Москва) включает авиационные двигатели и ГТУ на их основе. Предлагаются установки электрической мощностью от 0,25 до 30,5 МВт.

## [www.avid.ru](http://www.avid.ru)

Сайт ОАО «Авиадвигатель» – ОАО «Пермский моторный завод». В числе выпускаемой продукции – стационарные и передвижные газотурбинные установки электрической мощностью 2,5 МВт на базе авиационных двигателей.

## [www.bpcenergy.ru](http://www.bpcenergy.ru)



Компания «БПЦ Энергетические Системы» (Москва) – эксклюзивный дистрибутор в России и СНГ турбин OPRA Gas Turbines (Голландия) и микротурбин Capstone Turbine Corporation (США).

## [www.cdb-lazurit.ru](http://www.cdb-lazurit.ru)

В числе продукции ЦКБ «Лазурит» (Нижний Новгород) – газотурбинные установки электрической мощностью от 2,5, до 20 МВт.

## [www.cogeneration.ru](http://www.cogeneration.ru)

Информационный портал, посвященный малой энергетике. Предлагаются материалы по техническим характеристикам современных газотурбинных установок, созданию на их основе эффективных систем тепло- и электроснабжения, монтажу и эксплуатации ГТУ и др.

## [www.domenergy.ru](http://www.domenergy.ru)

В числе услуг, предлагаемых инжиниринговой компанией «Доминанта-Энерджи» (Санкт-Петербург), – полный цикл работ по строительству мини-ТЭЦ на базе ГТУ Rolls-Royce.

## [www.frunze.com.ua](http://www.frunze.com.ua)



ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе» (Украина) производит оборудование для нефтяной, газовой, атомной и химической промышленности. Предлагается газотурбинная установка ЭГТУ-16 (электрическая мощность – 16 МВт) и комбинированная парогазовая ПГУ-20 (22 МВт).

## [www.ge.com/ru/ru](http://www.ge.com/ru/ru)

Русскоязычный сайт корпорации General Electric (США). Типоряд выпускаемых ГТУ включает модели мощностью от 11,9 до нескольких сотен МВт.

## [www.iskra-energy.ru](http://www.iskra-energy.ru)

Инжиниринговая компания ЗАО «Искра-Энергетика» (Пермь) осуществляет строительство ГТУ «под ключ» на базе установок мощностью от 2,5 до 25 МВт.

## [www.kawasaki-russia.ru](http://www.kawasaki-russia.ru)

Русскоязычный сайт японской корпорации Kawasaki. Выпускается несколько серий ГТУ: GPB (электрическая мощность – от 1,49 до 17,97 МВт), турбины для резервного электроснабжения GPS (0,2–4,8 МВт) и мобильные турбины MGP и TGP (0,18–3,2 МВт).

## [www.klimov.ru](http://www.klimov.ru)

ОАО «Климов» (Санкт-Петербург) входит в число крупнейших российских производителей газовых турбин для военной и гражданской авиационной техники. Для децентрализованного энергоснабжения предлагаются три модульные ГТУ мощностью 1,25 и 2,5 МВт.

### [www.kmpo.ru](http://www.kmpo.ru)

Сайт Казанского моторостроительного производственного объединения, выпускающего газотурбинные двигатели и различное оборудование на их основе. Предлагаются ГТЭУ-18 электрической мощностью 18 МВт.

### [www.manbw.ru](http://www.manbw.ru)

Сайт компании «Новая генерация» (Москва), осуществляющей поставку оборудования для автономного энергоснабжения. Размещена техническая и аналитическая информация о ГТУ различных производителей.

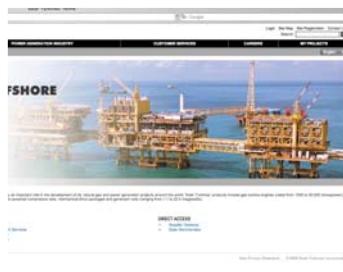
### [motor-s.ru](http://motor-s.ru)

Сайт ОАО «Моторостроитель» (Самара), выпускающего газотурбинные двигатели различного назначения. Также предлагаются ГТУ мощностью 10 и 30 МВт.

### [www.motorsich.com](http://www.motorsich.com)

ОАО «Мотор Сич» (Украина) специализируется на производстве газотурбинных двигателей. Предлагаются блочно-модульные ГТУ электрической мощностью от 1 до 7,83 МВт, а также мобильные мощностью 2,5 МВт.

### [mysolar.cat.com](http://mysolar.cat.com)



Сайт компании Solar Turbines (США), выпускающей ГТУ мощностью от 1 до 22 МВт, способные работать на природном газе или жидком топливе и адаптированные для эксплуатации в жестких климатических условиях.

### [www.nedraproekt.com](http://www.nedraproekt.com)

Научно-производственная фирма «Недрпроект» (Волжск) – официальный представитель в нашей стране украинской компании «Мотор Сич». Осуществляется продажа и сервисное обслуживание газотурбинного оборудования мощностью от 1 до 8 МВт.

### [www.npoiskra.ru](http://www.npoiskra.ru)

НПО «Искра» (Пермь) специализируется на производстве двигателей различных типов для нефтедобывающей и перерабатывающей отраслей. Выпускается семь моделей газотурбинных установок ГТЭС серии «Урал» мощностью от 2 до 25 МВт.

### [www.npo-saturn.ru](http://www.npo-saturn.ru)

Сайт НПО «Сатурн» (Рыбинск, Ярославская обл.) – одного из ведущих отечественных предприятий по производству газотурбинной техники для различных областей применения. В числе продукции ГТУ мощностью 2,5; 6 и 8 МВт.

### [www.powercity.ru](http://www.powercity.ru)



Компания «Президент-Нева» – Энергетический центр (Санкт-Петербург) специализируется на разработке и выполнении «под ключ» энергетических объектов. Среди предлагаемого оборудования – ГТУ Dresser-Rand, Solar Turbines, Vericor (США), Turbomach (Швейцария), «Мотор Сич» (Украина) и микротурбины Turbec (Италия).

### [www.reph.ru](http://www.reph.ru)

Сайт российского машиностроительного холдинга ЗАО «РЭП Холдинг», объединяющего 12 производственных предприятий. Газотурбинные установки представлены моделями ГТЭ-10, ГТНР-16 и ГПА-32 «Ладога» (выпускаемой по лицензии General Electric).

### [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

Глобальный сайт концерна Siemens (Германия), производственная программа включает газотурбинные установки серии SGT электрической мощностью от 5,4 до 47 МВт. Имеется раздел с информацией на русском языке.

### [www.umpo.ru](http://www.umpo.ru)

Официальный сайт ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение», выпускающего две газотурбинные установки: ГТЭ-10/95 БМ (электрическая мощность – 8 МВт) и ГТЭ-18 «Уфа» (18 МВт).

### [utz.ru](http://utz.ru)

Уральский турбинный завод (Екатеринбург) специализируется на производстве паровых теплофикационных и газовых турбин, а также оборудования для транспортировки природного газа. Выпускается три ГТУ электрической мощностью от 6 до 29,7 МВт.

### [www.zorya.com.ua](http://www.zorya.com.ua)

ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект» (Украина) выпускает пять серий ГТУ: установки простого цикла UGT (2,85–114,5 МВт), когенерационные UGT C (2,75–25 МВт), ГТУ с впрыском пара в проточную часть двигателя (технология STIG) UGT S1 (4,3–40 МВт), установки типа «Водолей» (оригинальная разработка компании; 4,15–39,7 МВт) и комбинированные парогазовые установки UGT CC (13,5–325 МВт). Другой адрес сайта – [www.mashproekt.nikolaev.ua](http://www.mashproekt.nikolaev.ua).

# Современные энергоэффективные решения – микротурбинные электростанции Capstone

О. Парфенова

*Долгое время в России централизованная энергетика не имела достаточного финансирования, и, как следствие, применяемое оборудование и технологии морально и физически устарели. Механизм реформирования энергетической отрасли был запущен совсем недавно. Для устранения существующих проблем потребуются огромные инвестиции и не менее 5 лет для получения первых ощутимых результатов*

**В** сложившейся ситуации первостепенную роль играет выработка нового подхода к энергообеспечению потребителей, способного поддержать отрасль в период реформ и впоследствии стать качественным дополнением энергетической инфраструктуры страны. Малая энергетика и автономная генерация вполне могли бы стать такой опорой. Трансфер ведущих мировых достижений в области теплоэнергоснабжения и приход на российский рынок нового поколения генерирующего оборудования, такого как микротурбины Capstone, дали мощный импульс к развитию малой энергетики в России, ранее сдерживаемому слабой отечественной материально-технической базой.

Современные источники выработки энергии – микротурбины Capstone – компактные, надежные и экономичные, позволяют осуществлять энергоснабжение на основании концепции распределенной энергетики, которая уже давно и эффективно используется во многих странах мира. В соответствии с этой концепцией производители электроэнергии и тепла максимально приближены к потребителю и сбалансираны с ним по нагрузке. Новейшие технические разработки и более чем 100 патентов позволяют выделить микротурбины Capstone в отдельный класс энергетических установок.

Как и любая знаковая инновация, микротурбины, прийдя на мировой рынок, столкнулись с консерватизмом потребителей и скепсисом конкурентов. Но уже через несколько лет стали очевидны их преимущества, и энергоустановки Capstone получили широкое распространение во всем мире. Микротурбины Capstone срод-

ни персональному компьютеру, их система управления максимально проста для пользователя и подчинена главному принципу «включи и работай». Пройдет еще несколько лет, и микротурбины, как в свое время компьютерные технологии, станут незаменимым атрибутом глобальной экономической инфраструктуры, снабжая качественной энергией всевозможные объекты: муниципальные образования, торговые и развлекательные центры, школы и больницы, стадионы и аквапарки, предприятия транспорта и связи, частные жилые дома, промышленные предприятия самых различных отраслей экономики.

Рыночные механизмы в российской энергетике подталкивают потребителей к разумному инвестированию, повышению надежности и отдачи от каждого вложенного рубля, стремлению к экономии, прежде всего – в долгосрочной перспективе. Учитывая непревзойденные потребительские свойства и низкие эксплуатационные расходы, совокупные затраты на внедрение микротурбин сравнимы, а в ряде случаев даже ниже традиционных решений на основе газопоршневых, газотурбинных двигателей или дизельных генераторов.

## Передовые технологии и преимущества

Микротурбины Capstone специально разработаны для промышленного применения и полностью отвечают современным требованиям энергоэффективности, пре-



Микротурбинный двигатель Capstone C65

жде всего, за счет своих конструктивных особенностей и ключевых потребительских свойств.

## Надежность и экономичность

Микротурбинный двигатель состоит всего из одной движущейся детали – вращающегося вала, на котором соосно расположены электрический генератор, компрессор и непосредственно турбина. В установке не используются редукторы или другие механические приводы, следствием чего является высокая надежность микротурбин. Уникальной конструктивной особенностью двигателя являются воздушные подшипники, которые удерживают вал ротора генератора на воздушной подушке. Воздушные подшипники обеспечивают рекордную скорость вращения вала – 96 тыс. об./мин. Эта инновация дает возможность отказаться от использования масла, высокий расход которого у других видов оборудования составляет значительную часть эксплуатационных затрат. Генератор охлаждается набегающим



потоком воздуха, что исключает необходимость организации системы жидкостного охлаждения и повышает надежность и экономичность оборудования. В процессе работы двигателя не возникает трения и вибраций, поэтому риск поломки минимален. К примеру, механическое устройство любого поршневого двигателя значительно сложнее, чем у микротурбины: в нем огромное количество движущихся частей. Соответственно, риск механической поломки существенно выше.

### Ресурс и межсервисные интервалы

Благодаря малому количеству регламентных запчастей, отсутствию масла и охлаждающей жидкости потребность в сервисном обслуживании возникает не чаще одного раза за 8000 часов, то есть 1 раз в год. Ресурс до капитального ремонта – до 60 000 часов. Стоимость капитального ремонта в среднем составляет 35-40 % стоимости микротурбинной установки Capstone.

### Эффективность

Применение рекуператора (воздухо-воздушного теплообменника) в конструкции микротурбинного двигателя Capstone обеспечивает высокий для турбогенераторов электрический КПД – до 35 %. При этом совокупный КПД микротурбинных установок Capstone в режиме когенерации и тригенерации достигает 92 %, а коэффициент полезного использования топлива превышает 90 %. Высокая тепловая эффективность – важное преимущество для объектов, приоритетной задачей которых является выработка тепловой энергии, таких как котельные промышленных предприятий и мини-ТЭЦ. Как правило, на подобных объектах электрическая энергия потребляется на собственные нужды, а избыток тепловой

энергии направляется в общий контур, повышая таким образом эффективность котельной в целом и сокращая срок окупаемости оборудования.

### Потребление широкого спектра топлива

Важное преимущество микротурбин Capstone связано с возможностью использования различного топлива. Энергоцентры на базе микротурбин могут эффективно работать не только на традиционных видах топлива – природном и сжиженном газе, дизельном топливе и керосине, но и на низкокалорийных и высокосернистых газах: попутном газе, шахтном газе и биогазе. Такая универсальность значительно расширяет сферу их применения и является одной из составляющих высокой экономической эффективности. Современные электростанции на основе микротурбин Capstone способны работать с попутными газами без специальной подготовки после грубой механической очистки, а также с низкокалорийными, жирными, сернистыми газами и с газами переменного компонентного состава и калорийности.

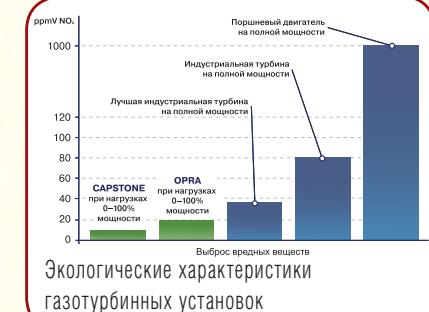
В свою очередь, газопоршневые установки могут работать на газе с содержанием серы до 0,1 % и только при условии замены масла приблизительно каждые 90 дней. Они предъявляют требования к минимальному содержанию метана в топливе на уровне 80 %. Если метановое число снижается до 50 %, происходит резкое снижение КПД газопоршневого двигателя, тогда как эффективность работы микротурбин не зависит от этого показателя. Они стабильно работают при содержании метана до 35 %. Кроме того, в отличие от газопоршневых установок, микротурбины могут работать на пропан-бутане без риска повреждения двигателя и каких-либо ограничений по мощности.

Микротурбины Capstone также являются наиболее технологичным и экономичным решением проблемы утилизации биологических отходов. Объединенные с модулями анаэробной или пиролизной газификации биологических отходов, микротурбины позволяют практически полностью перерабатывать биогаз, полученный из различных бытовых и производственных отходов, и одновременно закрывать потребности в электроэнергии и тепле. Использование биогаза для выработки энергии позволит предприяти-

ям снизить энергоемкость производства и улучшить экологическую обстановку путем предотвращения выбросов метана в атмосферу. Получение биологических удобрений в качестве побочного продукта при производстве биогаза, также повышает рентабельность биогазовых электростанций. Себестоимость электроэнергии, производимой биогазовыми микротурбинными электростанциями из условно бесплатного сырья, в 10–15 раз ниже сетевых тарифов.

### Экологичность

Низкие рабочие температуры микротурбинного двигателя снижают уровень эмиссии окислов азота, благодаря чему уровень выбросов CO и NO<sub>x</sub> не превышает 9 ppm (10–15 mg/m<sup>3</sup>), что в десятки раз ниже выбросов любого газопоршневого



двигателя (200–500 mg/m<sup>3</sup>). Это позволяет отнести микротурбины Capstone к одному из самых экологически чистых источников генерации энергии.

### Высокая степень автоматизации

Микротурбинная электростанция работает в полностью автоматическом режиме и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала, что также снижает расходы на ее содержание. Автоматизированная система мониторинга и управления дает возможность удаленного контроля всех параметров работы микротурбин. Контроль осуществляется посредством микропроцессорной системы автоматического управления через GSM модем, координирующий работу установок вне зависимости от их расположения. Это позволяет размещать микротурбины в труднодоступных районах и на необслуживаемых объектах, таких как удаленные месторождения, радиорелейные станции и линейная часть газопроводов.

### Эластичность к нагрузкам

Микротурбины Capstone способны работать в диапазоне от 1 до 100 % нагрузки без сокращения ресурса работы и потери эффективности. Широкое использование цифровых технологий, в частности, принципа двойного инвертирования вместо механической связи с нагрузкой у традиционных генераторов обеспечивает сто процентную эластичность к нагрузке — микротурбина следит за профилем потребления и устойчиво работает как на полной мощности, так и на самых малых нагрузках, обеспечивая оптимальный расход топлива. Благодаря этому не возникает проблемы выработки излишков электроэнергии при падении нагрузки и, следовательно, не требуется сбрасывать эти излишки в сеть. Цифровой инвертор, применяемый в конструкции микротурбин Capstone, обладает трехкратным запасом надежности по максимальным токам, что практически исключает вероятность его выхода из строя.

### Резервирование

Использование каскада (клUSTERа) независимых микротурбин позволяет обеспечить гарантированное энергоснабжение объекта, а также осуществлять сервисное обслуживание, не прерывая подачу электроэнергии. При этом отсутствует необходимость избыточного резервирования устанавливаемых мощностей. Например, за счет высокой степени внутреннего резервирования конструкция микротурбинных систем Capstone серии C1000 (600 кВт – 1МВт) позволяет отказаться от приобретения резервной установки большой единичной мощности, что характерно для газопоршневых электростанций. В ряде случаев стоимость каскадного проекта на основе газопоршневых установок, аналогичного по функциональности микротурбинной электростанции, оказывается сравнима или даже выше.



### Низкие затраты на строительство

В отличие от газопоршневых и дизельных станций, микротурбины не требуют больших финансовых и трудовых затрат на проектные, строительные и монтажные работы за счет высокой степени заводской готовности поставляемого оборудования, легкости его монтажа и запуска в работу. Применение микротурбин Capstone исключает необходимость специальной шумоизоляции помещения, так как при их работе возникают только высокочастотные шумы. В основном они идут от зоны забора (всасывания) воздуха в микротурбину и не превышают 60 дБ. От таких шумов легко избавиться с помощью обычных шумозащитных экранов. При работе газопоршневых и дизельных двигателей возникают низкочастотные шумы. Для защиты от них необходимо организовать капитальную систему шумоизоляции помещения с использованием специальных шумозащитных материалов. Эти работы являются более трудоемкими и более затратными. За счет высокой экологичности выбросов и отсутствия вибрации в процессе работы микротурбины Capstone позволяют отказаться от строительства высоких дымовых труб и специального фундамента, что также снижает трудоемкость и капитальные затраты на строительство энергоцентра. Кроме того, микротурбины можно без ограничений размещать на крышах зданий.

### Сервисное обслуживание и эксплуатация

Наряду с надежностью и высокой экономической эффективностью одним из основных преимуществ микротурбин Capstone является неприхотливость и низкие затраты в процессе эксплуатации. Ежегодные регламентные работы занимают около 1,5 ч на одну микротурбину и на протяжении первых 2–3 лет включают в себя только визуальный осмотр, диагностику и замену воздушных фильтров, инжекторов, термопар и свечей зажигания. Дополнительные работы, связанные с заменой регламентных запчастей, занимают также не более нескольких часов. Они проводятся раз в 2,5–3 года (через каждые 20 тыс. моточасов) и тоже не являются сложными. При наработке 60 тыс. ч производится диагностика и замена горячей части двигателя микротурбины, что

аналогично «среднему» ремонту газопоршневой установки, который необходимо выполнять как минимум каждые 25–30 тыс. ч. Сервисное обслуживание и капитальный ремонт микротурбины производятся непосредственно на месте эксплуатации и не требуют специального подъемно-транспортного оборудования. С целью максимальной оптимизации затрат на сервисное обслуживание заказчик имеет возможность приобрести сервисный контракт на 5 или 9 лет с фиксированной стоимостью, и тем самым четко спланировать все расходы на эксплуатацию оборудования в течение всего срока действия контракта, а также застраховать себя от риска повышения цен на запчасти и сервисные работы.

Регламент обслуживания газопоршневых и дизельных установок предполагает круглосуточный контроль, проведение регулярных проверок и добавления расходных материалов. Обычно срок замены масла составляет 500–2000 моточасов в зависимости от марки двигателя и масла. Раз в год требуется замена охлаждающей жидкости в двигателе и системе теплоутилизации. Одновременно с маслом меняют и масляные фильтры. Сервисное обслуживание газопоршневой установки, связанное с заменой запчастей по регламенту, и средний ремонт могут длиться несколько дней. Поэтому в состав энергоцентров обычно включают дополнительную (резервную) газопоршневую установку, что изначально удешевляет проект.

Как правило, контроль работы микротурбин Capstone на объектах возлагается на одного–двух прошедших обучение специалистов, которые при этом могут совмещать обязанности электрика или главного энергетика, так как микротурбины не требуют круглосуточного наблюдения. В то же время, на большинстве объектов, где эксплуатируются газопоршневые установки, за их работой круглосуточно следит дежурная смена в составе 1–3 человек и более, в зависимости от размера энергоцентра. Непрерывную работу энергоцентра обычно обеспечивают четыре смены специалистов во главе с начальником смены, который подчиняется главному энергетику или главному инженеру. Высокие затраты на обслуживающий персонал сказываются непосредственно на себестоимости вырабатываемой энергии.



Модельный ряд микротурбин Capstone: а) C30, электрическая мощность – 30 кВт; б) C65, электрическая мощность – 65 кВт; в) C200, электрическая мощность – 200 кВт; г) установки серии C1000: C600 (600 кВт), C800 (800 кВт), C1000 (1000 кВт)

### Цена вопроса

Средняя стоимость электростанции на основе микротурбин Capstone составляет порядка 1500–2500 долл за 1 кВт установленной мощности. При этом благодаря низким эксплуатационным затратам – 15–25 копеек себестоимость вырабатываемой электроэнергии составляет 0,90–1,5 руб. за 1 кВт·ч в зависимости от индивидуальных особенностей проекта. Благодаря тому, что стоимость эксплуатации микротурбин примерно в 4 раза дешевле газопоршневой установки, себестоимость выработки 1 кВт·ч электроэнергии при использовании микротурбин будет примерно на 15–30 % ниже, чем при применении газопоршневой установки. Это является основным показателем высокой экономической эффективности микротурбин Capstone. Дополнительно в режиме когенерации и тригенерации возможно условно бесплатное получение до 2 кВт тепловой энергии и 1,3 кВт холода на 1 кВт выработанной электроэнергии. Таким образом, срок окупаемости электростанции на промышленных объектах в среднем составляет 3–5 лет.

### Опыт

Интегрированная инжиниринговая компания «БПЦ Энергетические Системы», являясь эксклюзивным представителем оборудования Capstone на территории России, стран СНГ и Прибалтики с 2002 г., накопила значительный опыт в области построения и эксплуатации распределенных энергетических систем.

В качестве ЕРС-компании «БПЦ Энергетические Системы» проектирует, строит «под ключ» и обслуживает энергоцентры в диапазоне мощностей от 30–100 кВт до 10–20 и 50–100 МВт. В качестве IPP-

компании, совместно с региональными партнерами и финансовыми инвесторами, строит территориально распределенную сеть независимых энергоцентров, объединенных в ТРГК – Территориальную Распределенную Генерирующую Компанию.

Несмотря на то, что микротурбины как технология появились значительно позднее, чем другие виды энергогенерирующего оборудования, они уже успели зарекомендовать себя в качестве надежного и эффективного источника энергии, полностью подтвердив заявленные характеристики. На сегодняшний день, благодаря успехам «БПЦ Энергетические Системы», в России эксплуатируется более 400 микротурбинных установок Capstone. Они нашли широкое применение при обустройстве нефтегазовых месторождений и объектов газотранспортной инфраструктуры, организации энергоснабжения труднодоступных объектов, таких как радиорелейные станции. Гибкость микротурбин к составу топлива делает их незаменимыми в проектах утилизации попутного нефтяного газа. В сфере ЖКХ микротурбины Capstone применяются для энергоснабжения поселков, новых микрорайонов и частных жилых домов, находящихся в удалении от тепловых и электрических сетей, а также при реконструкции городских и квартальных котельных и мини-ТЭЦ. Высокая экологичность позволила микротурбинам стать оптимальным решением для энергоснабжения объектов природоохранных и туристических зон – курортов, горнолыжных и спортивно-оздоровительных комплексов. Когенерационные и тригенерационные электростанции на базе микротурбин Capstone обеспечивают надежное энергоснабжение объектов с неравномерным потребле-

нием, таких как офисно-складские и торгово-развлекательные комплексы, а также многих других социальных и промышленных объектов. В 2009 году на рынок вышли микротурбинные системы серии С1000 номинальной мощностью 600 кВт – 1 МВт, что значительно расширило сферу применения микротурбин в самых разных отраслях экономики.

Всего компания «БПЦ Энергетические Системы» реализовала более 250 проектов автономного энергоснабжения общей электрической мощностью более 200 МВт. В числе заказчиков компании как крупнейшие российские корпорации – «ГАЗПРОМ», «РОСНЕФТЬ», «ЛУКОЙЛ», «ТНК-ВР», «НОВАТЭК», «Итера», «Ростелеком», – так и десятки средних и мелких потребителей различного профиля.

Благодаря надежности, экономичности и развитой системе сервисного обслуживания количество проектов на базе микротурбин неуклонно растет. Все большее число потребителей, сравнив совокупность характеристик различных технологических решений, останавливают свой выбор именно на оборудовании Capstone. Это свидетельствует об увеличении вос требованности источников автономной генерации с принципиально новыми возможностями, позволяющими потребителю повысить энергобезопасность своих объектов, а также экономить не только в краткосрочной перспективе на капитальных затратах, но и в процессе всего срока эксплуатации оборудования.

«БПЦ Энергетические Системы»

Тел.: +7 (495) 780-31-65

Факс: +7 (495) 780-31-67

Эл. почта: [energy@bpc.ru](mailto:energy@bpc.ru)

Сайт: [www.bpcenergy.ru](http://www.bpcenergy.ru)



Мероприятия по повышению эффективности сжигания топлива – главный фактор в снижении расходов энергоносителей и уровня выбросов вредных веществ в атмосферу

## Опыт автоматизации многогорелочных котлов для центрального теплоснабжения

Необходимость повышения энергетической эффективности отопительных котельных центрального теплоснабжения является ключевой проблемой развития малой и средней теплоэнергетики Российской Федерации. Оптимизация затрат – единственный способ повышения рентабельности и конкурентоспособности хозяйствующих субъектов страны. Актуальность данной проблемы подтверждается и государственными инициативами, такими как федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», принятый в 2009 году. Данный закон предписывает всем государственным предприятиям снизить удельное потребление энергоресурсов в течение 5 лет на 15 %. Однако данная задача также стоит и перед частными

предприятиями, на балансе которых имеются отопительные котельные малой и средней мощности.

На сегодняшний день самыми распространенными водогрейными котлами, находящимися в эксплуатации на квартальных, районных (городских) тепловых станциях, пиковых котельных теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), котельных промышленных предприятий являются водогрейные котлы: ПТВМ-30, ПТВМ-50, ПТВМ-60, ПТВМ-100 и ПТВМ-180. Котлы типа ПТВМ – это конструктивное решение с пятидесятилетней историей, которое доказало свое право на жизнь как с технической точки зрения, так и с точки зрения возможности реализации ее на теплоэнергетическом рынке. Котлы ПТВМ оснащены горелками, работающими на природном газе и мазуте. Количество горелок, установленных на одном кotle, – от 6 (ПТВМ-30M) до 20 (ПТВМ-180) штук.



Одной из ключевых задач по энергосбережению на центральных котельных являются мероприятия по повышению эффективности сжигания топлива – главного фактора в снижении расходов энергоносителей и уровня выбросов вредных веществ в атмосферу.

Процесс горения топлива – весьма сложный процесс, зависящий от многих факторов: температуры и состава топлива, барометрического давления, влажности и давления воздуха и т.п. Учесть многочисленные и непредсказуемые факторы возможно только благодаря применению интеллектуальной системы управления. Данным требованиям в полной мере отвечает автоматика «АСУ ТП РЕМТЕПЛО» нового поколения, выпускаемая компанией ООО НПО «Ремтепло» (Мытищи, Московская обл.).

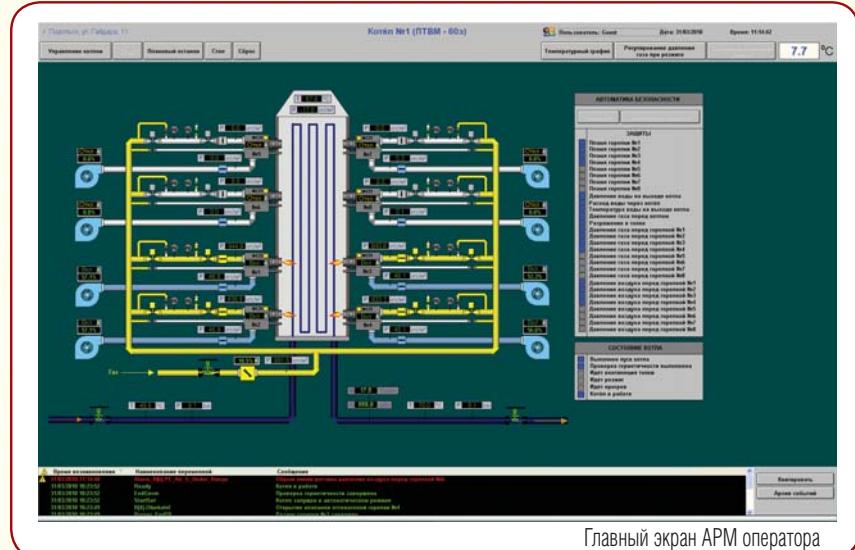
Одним из ведущих направлений деятельности компании ООО НПО «Ремтепло» является разработка и внедрение современных автоматизированных систем управления технологических процессов (АСУ ТП) горения. Компания предлагает стандартные комплексные решения по автоматизации водогрейных и паровых котлов различной мощности с любым количеством и типом горелок, в том числе для котлов типа ПТВМ.

Внедрение современной системы автоматизации многогорелочных котлов позволяет решить задачи энергетической эффективности при помощи следующих комплексных мероприятий:

1. Экономия топлива за счет оптимизации процесса горения благодаря наилучшему соотношению «топливо–воздух».

2. Тонкая регулировка мощности котла благодаря сложному алгоритму количественно-качественного регулирования (по количеству горелок и их производительности). Такая схема была реализована не только на котле ПТВМ-30, но и на котлах ПТВМ-50 и ПТВМ-100, на которых производительность котла стандартно регулируется количеством работающих горелок. Включение в работу необходимого количества горелок происходит автоматически.

3. Сокращение вредных выбросов CO и NO<sub>x</sub> в атмосферу с одновременной экономией топлива за счет установки стационарного газоанализатора, который



Главный экран АРМ оператора

осуществляет контроль содержания кислорода в уходящих газах и автоматическое поддержание оптимального коэффициента избытка воздуха.

4. Регулирование производительности котла в зависимости от температуры наружного воздуха.

5. Экономия электрической энергии благодаря установке частотно-регулируемых приводов (ЧРП) на тягодутьевые машины котла, а также на насосное оборудование котельной.

6. Высокая безопасность благодаря исключению аварийных ситуаций за счет дублирования основных параметров и технологических процессов розжига и горения.

7. Повышение надежности системы управления за счет применения современной элементной базы.

8. Исключение человеческого фактора (необходимость вмешательства обслуживающего персонала в работу котла во всех эксплуатационных режимах, включая пуск и останов).

9. Высокоразвитый уровень диспетчеризации, отображение всего технологического процесса котельной на мониторе автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора с возможностью дистанционного управления.

10. Регистрация расхода энергоносителей и автоматизированный расчет технико-экономических показателей работы котельной.

11. Простота эксплуатации и обслуживания АСУ ТП. Сокращение подготовительных операций на котлах типа ПТВМ. Время розжига котла из холодного состояния сократилось за счет полной его автоматизации.

12. Реализация так называемого технологического останова, доступного ранее только малым котлам.

13. Сокращение эксплуатационных расходов и соответствие высокому уровню эксплуатационных требований.

На примере одного котла ПТВМ-603 возможно достигнуть следующих показателей:

- комплексная экономия топлива при работе на природном газе – 850 тыс. м<sup>3</sup>/год;
- экономия электроэнергии – до 30 %;
- сокращение вредных выбросов в атмосферу CO и NO<sub>x</sub> – около 2,5 т/год.

Предлагаемое типовое решение для многогорелочных котлов – многоуровневая система, базисными элементами которой являются программируемые логические контроллеры (ПЛК) ведущих европейских производителей, таких как Siemens или Beckhoff. Применение контроллера позволяет создать открытую систему управления с возможностью наращивания функций в случае необходимости. Контроллер является автономным устройством и может обеспечивать управление и защиту работы котла при отсутствии связи с оператором, что позволяет



Внешний вид щита управления

повысить надежность системы и избежать аварий в случае нарушения работы верхнего уровня управления или сетевых связей.

В зависимости от вида поступающих сигналов выполняемой программы, контроллер управляет работой оборудования, отдавая команды исполнительным механизмам – приводам клапанов и задвижек, частотно регулируемым приводам и пр.

Система контроля и безопасности котла также программно реализована в контроллере, который обеспечивает выполнение автоматического контроля технологического процесса работы котла и непрерывную диагностику приборов и датчиков, входящих в состав АСУ ТП.

Использование автоматики «АСУ ТП РЕМТЕПЛО» выводит на новый качественный уровень отопительные квартальные, районные и промышленные котельные средней мощности. Она позволяет создавать автоматизированные котельные без постоянного присутствия обслуживающего персонала с высокоразвитым уровнем диспетчеризации. На диспетчерский пункт передается вся информация о работе оборудования, а также данные для автоматизированных расчетов технико-экономических показателей котельной. Кроме того, в случае необходимости возможно дистанционное вмешательство диспетчера в работу оборудования. Это позволяет оптимизировать работу котельной в переходные

периоды отопительного сезона или для корректировки сетевого графика на промышленных предприятиях.

ООО НПО «Ремтепло» – известная компания на рынке теплоэнергетики центрального региона России, а также за его пределами. На протяжении долгого



Внутренний вид щита управления

времени основными заказчиками являлись муниципальные предприятия, что в значительной степени предопределило тип и исполнение выпускаемого оборудования. Компания выпускала автоматику на базе релейных схем, которая была интуитивно понятна как эксплуатирующему, так и обслуживающему персоналу заказчика. Несколько лет назад ситуация изменилась. Для реализации программ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности котельных стало необходимым применение самых современных высокотехнологичных программно-технических комплексов (ПТК), которые строятся на принципах, общих для АСУ ТП. Поэтому на предприятии непрерывно ведется исследовательская и конструкторская работа по совершенствованию, повышению надежности и эксплуатационной привлекательности выпускаемого оборудования.

Основные принципы построения программно-технического комплекса (ПТК) «АСУ ТП РЕМТЕПЛО» – это индивидуальность и универсальность с возможностью расширения. Данный подход позволяет заказчику приобрести типовые готовые решения для каждого

котла с возможностью конфигурирования системы под конкретные задачи, без привлечения представителей изготовителя автоматики. После выполнения монтажа производится настройка системы с помощью дружелюбного интерфейса панели оператора, расположенной на щите управления, либо с АРМ оператора. Все этапы настройки работы автоматики подробно изложены в руководстве пользователя, поставляемого вместе с оборудованием.

Помимо этого, для сокращения сроков изготовления оборудования компания организовала собственный склад комплектующих, периодически расширяя номенклатуру складских запасов в зависимости от сезонного спроса. Это позволило сократить срок поставки ПТК до одного месяца.

Реализуя перечисленные выше принципы, компания смогла достигнуть оптимального соотношения цены и качества и наладить серийное производство оборудования для котлов и даже целых котельных.

Все оборудование, выпускаемое компанией, соответствует действующим нормам и правилам, имеет сертификаты соответствия и разрешения Ростехнадзора на применение.

Комплекты автоматики «АСУ ТП РЕМТЕПЛО» широко применяются на котельных центральной части России. На сегодняшний день уже запущено в промышленную эксплуатацию несколько районных котельных по комплексной программе энергосбережения, на которых в полном объеме реализованы описанные выше мероприятия.

Система автоматики «АСУ ТП РЕМТЕПЛО» позволяет обеспечить безопасную эксплуатацию котлов и котельного оборудования во всех режимах, улучшить технико-экономические показатели работы и повысить КПД.

ООО НПО «Ремтепло»  
Тел./Факс: +7 (495) 728-9076, 728-9023  
[www.remteplo.ru](http://www.remteplo.ru)



Оборудование  
для автономного  
энергоснабжения,  
выпускаемое под маркой  
MTU, сегодня хорошо  
известно во всем мире.  
Российский  
партнер MTU –  
Группа компаний VADO

## Группа компаний VADO представляет мини-ТЭЦ на базе газовых двигателей MTU

В прошлом году компания MTU Friedrichshafen отметила 100-летний юбилей своей деятельности. История компании началась 23 марта 1909 г., когда три конструктора-новатора – Вильгельм Майбах, его сын Карл и граф Фердинанд фон Цеппелин – основали фирму Luftfahrzeug-Motorenbau GmbH, специализировавшуюся на разработке авиадвигателей.

18 мая 1918 г. предприятие сменило название на Maybach Motorenbau GmbH. Благодаря постоянному спросу на самолетные моторы завод значительно расширился: были построены новые здания, штат сотрудников вырос до 3000 человек.

11 июля 1969 г. Daimler-Benz, в состав которого к тому времени вошли Maybach Mercedes-Benz Motorenbau

GmbH, и MAN создали компании MTU во Фридрихсхафене и Мюнхене. MTU München занялось разработкой и выпуском компонентов силовых агрегатов, а MTU Friedrichshafen – дизельных моторов.

С 2006 г. MTU Friedrichshafen и Detroit Diesel вошли в концерн Tognum Group. По итогам 2008 г. оборот концерна достиг 3,1 млрд евро, штат сотрудников насчитывал почти 9000 человек. В том же году произошла реорганизация, и на европейском рынке энергетического оборудования появилось новое имя – MTU Onsite Energy. Под ним объединились фирмы, занимавшиеся в Тогнум децентрализованным энергоснабжением: MDE Dezentrale Energiesysteme (Аугсбург), CFC Solutions (Мюнхен), Katolight (Менкато, США). Приоритетное направление деятельности MTU Onsite Energy – выпуск

газопоршневых и дизельных установок на базе двигателей собственного производства, а также топливных ячеек (Fuel Cells).

Группа компаний VADO – официальный партнер MTU Onsite Energy по поставкам, вводу в эксплуатацию и сервисному обслуживанию газопоршневых агрегатов при реализации проектов строительства электростанций на территории Российской Федерации, Республики Беларусь и Республики Иран. Головная компания Группы – VADO Engineering (Вена, Австрия).

Приоритет Группы компаний VADO – реализация проектов на базе газопоршневых агрегатов с предоставлением клиенту полного спектра услуг. В их числе финансирование энергосберегающих проектов, инжиниринг, подбор и поставка

## ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ОБОРУДОВАНИЕ

оборудования, строительство и монтаж, пусконаладочные работы, обучение персонала, гарантийное и послегарантийное сервисное обслуживание, поставка запасных частей.

В 2006 г. в Группу вошла компания Deutz MWM Iran. В начале 2007 г. в г. Минск (Республика Беларусь) открылось представительство «ВАДО Инжиниринг».

В Российской Федерации Группа компаний VADO представлена с 1992 г. ООО «ВАДО Инжиниринг» с самого начала поставило перед собой задачу привлечения на российский рынок самых передовых технологий в области телекоммуникаций, энергетики и охраны окружающей среды. За прошедшие годы реализовано более 20 проектов в области малой энергетики суммарной электрической мощностью около 130 МВт, а также множество телекоммуникационных проектов. На сегодняшний день круг клиентов «ВАДО Инжиниринг» включает производственные предприятия, торговые центры, объекты ЖКХ, склады, тепличные комбинации, гостиничные комплексы и т.д.

### Решения

Являясь авторизованным партнером компаний MTU Onsite Energy, Группа компаний VADO предлагает на рынках Российской Федерации, Республики Беларусь и Республики Иран собственную серию газопоршневых и дизельных агрегатов VADO Energy Systems (VES), выпускаемую на базе двигателей MTU мощностью от 119 до 2640 кВт. Двигатели MTU характеризуются следующими преимуществами:

- высокий КПД (до 42,5 %), что сокращает удельные затраты на топливный газ;
- низкий расход смазочного масла (0,2–0,3 г/кВт·ч);
- относительно небольшие заправочные объемы смазочного масла (для сравнения: агрегат электрической мощностью 2145 кВт имеет объем масла в картере равный 380 л), что также сокращает удельные затраты на смазочное масло;
- малое содержание вредных веществ в продуктах сгорания (NO<sub>x</sub> – менее 250 мг/м<sup>3</sup>, при этом мощностные характеристики не изменяются по сравнению со стандартным исполнением);
- пониженные затраты на сервисное обслуживание (стоимость самых затратных расходных материалов – головок

цилиндров и свечей зажигания значительно ниже, чем у аналогов);

- нетребовательность к составу и свойствам топливного газа (порог детонации сдвигается благодаря относительно низким значениям среднего эффективного давления в цилиндрах);

- непосредственный поджиг газовоздушной смеси в цилиндрах (этим достигается упрощение конструкции по сравнению с форкамерным зажиганием, нет необходимости в подводе второй газовой магистрали среднего давления для каждого агрегата, увеличивается ресурс свечей зажигания).

- компактные размеры и малая удельная масса (например, агрегат электрической мощностью 2145 кВт имеет размеры 7820×1920×2600 мм (Д×Ш×В) при массе 17000 кг), что сокращает затраты на фундамент, строительство здания.

Кроме того, в силу своих конструктивных особенностей двигатели MTU устойчивы к относительно большим единомоментным набросам нагрузки (до 20 % от номинальной мощности агрегата при работе в автономном режиме).

Группа компаний VADO предлагает две серии газопоршневых мини-ТЭЦ – VES 400 и VES 4000. Их характеристики приведены в табл.

Газопоршневые мини-ТЭЦ серии VES 400 (рис. 1) представляют собой компактные энергетические установки мощностью от 119 до 404 кВт, способные работать как на природном газе, так и на пропан-бутане, биогазе, газах сточных вод и мусорных свалок и др.



Рис. 1

Установки малой мощности могут поставляться в виде компактных модулей в шумозащитном кожухе (рис. 2) для монтажа в здании. Эти модули поставляются в максимальной заводской готовности (включая системы шумоглушения и утилизации тепла, смонтированные внутри кожуха). Таким образом, монтажные работы сокращаются до типовых подключений к моду-

лям (подвод газа, отвод электро-энергии и тепла). Кстати, административное здание производственного комплекса MTU в Аугсбурге (Германия) частично обеспечивается электроэнергии и теплом именно от такой мини-ТЭЦ мощностью 120 кВт.



Рис. 2

Мощность газопоршневых мини-ТЭЦ серии VES 4000 – от 849 до 2145 кВт (рис. 3). Установки работают на природном газе. Двигатели MTU, лежащие в основе этой серии, обладают всеми приведенными выше преимуществами, а также отличаются малой механической нагруженностью (отчасти характеризуемой показателями среднего эффективного давления в цилиндрах), и, как следствие, имеют высокую надежность и большой прочностный и ресурсный потенциал.



Рис. 3

Агрегаты серии VES поставляются в максимальной заводской готовности. Например, большинство компонентов системы охлаждения двигателя (utiлизации тепла) рассчитываются и монтируются в заводских условиях на единой раме и поставляются заказчику в виде единого блока. Это сокращает временные и финансовые затраты при проектировании и монтаже.

Газопоршневые установки могут работать в параллельном с сетью или автономном режиме, либо как резервные энергетические установки, легко выдерживая длительные и пиковые нагрузки. Мини-ТЭЦ мощностью до 2 МВт могут поставляться в контейнерном исполнении.

Таблица. Типоряд газопоршневых мини-ТЭЦ на базе газовых двигателей MTU

	VES-400						VES-4000			
	GC 119 N5	GC 182 N5	GC 201 N5	GC 232 N5	GC 357 N5	GC 386 N5	8V4000	12V4000	16V4000	20V4000
Эл. мощность, кВт	119	182	201	232	357	386	849	1286	1711	2145
Эл. КПД, %	34,5	35	34,9	35,4	36,2	36,4	41,3	41,6	41,5	41,7
Тепловая мощность, кВт	198	279	275	369	529	541	949	1412	1919	2359
Тепловой КПД, %	57,4	52,7	47,7	56,4	53,6	51	46,2	45,7	46,5	45,9
Расход природного газа, нм <sup>3</sup> /ч	36	55	61	69	104	112	216	325	434	541
Число оборотов	1500									
Длина, мм	3650	3520	3520	3550	3700	3700	5500	6000	6800	7820
Ширина, мм	960	1800	1800	1810	1810	1810	1800	1800	1800	1920
Высота, мм	1875	2060	2060	2220	2270	2270	2400	2400	2600	2600
Масса установки, кг	3500	4200	4200	4500	4700	4700	8500	10000	13000	17000

Система управления MMC (рис. 4) представляет собой промышленный компьютер с сенсорным дисплеем и русскоязычным программным обеспечением.

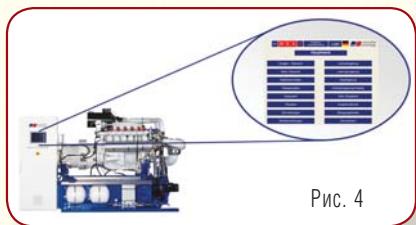


Рис. 4

Она обеспечивает управление установкой, визуализацию работы всех ее подсистем, а также автоматическое архивирование данных. Имеется функция дистанционного мониторинга как для эксплуатирующего персонала станции, так и для сервисной службы поставщика.

### Контейнерные решения «под ключ»

Газопоршневые и дизельные электростанции предлагаются как в стационарном, так и в контейнерном исполнениях (рис. 5). Контейнер представляет собой моноблочную заводскую конструкцию высокой надежности. Сборка контейнерных электростанций, предлагаемых Группой компаний VADO, осуществляется только в Западной Европе с использованием самых качественных европейских

комплектующих. Установки имеют отработанную конструкцию, просты в транспортировке, монтаже и вводе в эксплуатацию. Специалисты сервисной службы Группы компаний VADO обеспечивают монтаж и ввод оборудования в эксплуатацию в кратчайшие сроки.



Рис. 5

### Сервисное обслуживание

На базе московского офиса Группы компаний VADO уже пять лет функционирует сервисный центр, оснащенный самым передовым оборудованием для квалифицированной диагностики и ремонта газопоршневых и дизельных двигателей; имеется склад запасных частей. Квалифицированный персонал, прошедший несколько уровней обучения на заводах-изготовителях MWM (бывш. Deutz Power Systems) и MTU, имеет многолетний опыт технического обслуживания газопоршневых и дизельных электро-

станций. Все установки, поставляемые Группой компаний VADO, по желанию заказчика могут контролироваться сервисной службой из московского офиса с помощью системы дистанционного мониторинга. Возможно заключение сервисных контрактов с фиксированными ставками на выполнение работ и ценами на запасные части.

### Финансирование проектов

Группа компаний VADO сотрудничает с целым рядом финансовых партнеров в Европе. Это позволяет ей предоставлять своим заказчикам широкий ряд услуг по финансированию энергосберегающих проектов на базе газопоршневого оборудования. Прямое кредитование проектов (VADO → Заказчик) при европейских процентных ставках является востребованным предложением на российском рынке. Стандартное условие – предоставление льготного периода кредитования, то есть срок начала выплат наступает через некоторое время после поставки оборудования заказчику.

ООО «ВАДО Инжиниринг»  
Тел.: +7 (495) 665-60-84  
Факс: +7 (495) 665-60-85  
Эл. почта: [info-rf@vadogroup.com](mailto:info-rf@vadogroup.com)  
Сайт: [www.vadogroup.com](http://www.vadogroup.com)

## Wilo выбирает лучших

Компания «Вило Рус» объявила о начале регистрации проектов на конкурс «Лучший проект Wilo 2010 года». К участию приглашаются инженеры-проектировщики и проектные организации Москвы и Московской области.

О номинациях. Самыми крупными (четыре победителя) будут признаны проекты, в которых заложено оборудование Wilo на максимальную сумму (либо с максимальной суммарной мощностью). Самыми энергоэффективными (два побе-

дителя) будут считаться проекты, в которых заложено максимальное количество энергосберегающих насосов с электронной регулировкой частоты вращения. Самыми лояльными (четыре победителя) будут объявлены проектировщики, представившие максимальное количество проектов с заложенным оборудованием Wilo за период с 1 января по 15 октября 2010 г. Самым активным (один победитель) станет проектный институт, сотрудники которого пришлют максимальное количество проектов с использованием оборудования Wilo.

Все участники конкурса вне зависимости от результатов получат приглашения на празднование Нового года в боулинг-клуб. Победителей ждет четырехдневная предновогодняя поездка в Германию. Компания оплачивает авиабилеты, визу,



гостиницу (4 звезды), экскурсию в один из живописных уголков Германии (например, замок Нойшванштайн) и предпраздничные визиты в рестораны и бары.

К конкурсу допускаются только спецификации на объекты текущего года в Москве и Московской области. Прием заявок – до 15 октября. (Поступившие после этой даты будут регистрироваться для участия в конкурсе следующего года.) Результаты будут объявлены 10 ноября.



## Защита от накипи парового теплообменника

В Израиле в долине реки Иордан расположена фабрика по переработке птицы. Готовая продукция – мясо птицы и полуфабрикаты. Рассказывает Иран Мозу – главный инженер фабрики:

– Для мытья оборудования нам требуется горячая вода температурой 60 °С. Подогрев воды осуществляется с помощью парового пластинчатого теплообменника. Источником тепла служит пар температурой 140 °С.

Наша фабрика расположена в местности с жесткой природной водой. Общее солесодержание составляет 600 мг/дм<sup>3</sup> (примерно в 1,7 раза больше ПДК в РФ), поэтому пластины теплообменника быстро обрастают накипью. Раз в месяц его приходилось вскрывать и очищать пластины от накипи. Очистки отнимают время, нужно организовать работу, проконтролировать результат. К тому же приходилось

периодически покупать уплотнители, что еще больше увеличивало издержки.

После запуска «Гидрофлоу» теплообменник работает отлично. О регулярных очистках от накипи забыли.

Через год мы решили его открыть, чтобы посмотреть на состояние пластин. Привычной твердой корки накипи в теплообменнике не было. На поверхностях пластин был лишь легкий налет отложений, напоминающий мельчайшую пыль. Налет вытерли салфеткой.

Только в зоне ввода пара был тонкий слой более твердых отложений шириной 2–3 см. Но его легко счистили рукой без каких-либо инструментов.

В общем, хорошая вещь – рекомендую!

На фото – система водоподготовки «Гидрофлоу» С-100 защищает паровой теплообменник от накипи.



# Ayaks Trade: котлы и горелки от поставщика

Компания Ayaks Trade – ведущий дистрибутор отопительного оборудования на российском рынке – более 19 лет осуществляет оптовые и розничные продажи отопительного оборудования, входит в пятерку лидеров среди поставщиков отопительного оборудования известных европейских производителей котлов и горелок

Промышленная серия котлов занимает особое место в ассортименте компании Ayaks Trade. Осуществляется поставка, подбор и продажа промышленных котлов и парогенераторов марок Alphatherm, ICI, Protherm, а также горелочных устройств Alphatherm Gamma. Продажа данного типа оборудования требует высоких технических компетенций, отлаженной логистики и способности оказать помощь в реализации проектов котельных.

Ассортимент техники Alphatherm включает котлы серии Alpha (мощность – до 4000 кВт) и горелки Gamma (до 50 МВт), работающие на газе, дизельном топливе и мазуте, а также комбинированные. Оборудование производится на заводах в Италии. Котельные на базе котлов и горелок Alphatherm успешно эксплуатируются во многих регионах России в течение трех лет

Модели Alpha обладают следующими преимуществами:

- долговечность: срок службы котлов при условии соблюдения ТУ по эксплуатации – до 20 лет;

- надежность: высокотехнологичный процесс производства и внедрение инновационных разработок позволяют достичь высокого качества продукции;
- экологичность: оригинальное конструктивное решение позволило максимально снизить теплопотери при эксплуатации котлов;
- экономичность: способы регулирования и управления процессом, заложенные в автоматике, позволяют существенно уменьшить расход топлива;

- удобство монтажа и обслуживания: инсталляцию аппаратов мощностью до 970 кВт можно осуществлять непосредственно в помещении котельной;

- комбинаторность: мощностной ряд котлов Alphatherm варьируется в пределах от 64 до 4000 кВт, что позволяет оптимально подобрать модель и количество котлов сообразно требуемым условиям проекта;

- легкость подбора: выбор горелочного устройства имеет большое значение для правильного функционирования котла. Для промышленных котлов Alphatherm Alpha и горелок Alphatherm Gamma эта задача уже решена – производитель предоставляет варианты подбора горелок к большинству существующих на сегодня моделей котлов;

- полная комплектация: газовые горелки штатно укомплектованы необходимым набором элементов газовой арматуры;

- техническая поддержка и сервис: благодаря многолетнему опыту работы инженеров сервисной служ-



бы Ayaks Trade заказчику гарантирована оперативная и квалифицированная поддержка.

Компания Ayaks Trade является одним из основных дистрибуторов итальянского концерна ICI Caldaie в России, а также осуществляет продажу промышленного оборудования марки Protherm (серия Bison). Гамма промышленного отопительного оборудования завода ICI Caldaie весьма широка и подразделяется на четыре линии продукции: водогрейные традиционные котлы, твердотопливные пеллетные; конденсационные котлы и термические группы; промышленные котлы; модульные котельные. На протяжении семи лет эксплуатации в России аппараты ICI Caldaie зарекомендовали себя как качественные и надежные.

Материал предоставлен компанией Ayaks-Trade  
Тел.: (495) 22-999-22  
Факс: (499) 188-9374  
[www.ayaks-td.ru](http://www.ayaks-td.ru)





## Котельные установки для тепло- и пароснабжения

ЗАО «Теплоэнергетическая Компания» (Электросталь, Московская обл.) известна на рынке котельного оборудования уже больше 10 лет и зарекомендовала себя как надежный партнер в бизнесе. В настоящее время предприятие – один из крупнейших производителей и поставщиков паровых и водогрейных котлов, транспортабельных котельных установок, насосного оборудования.

В своей деятельности компания делает ставку на построение долговременных взаимовыгодных отношений с заказчиками, предоставляя им широкий ассортимент оборудования, эффективные комплексные решения и новейшие технологии, предназначенные для нефтедобычи, переработки нефти, теплоэнергоснабжения промыслов и предприятий.

Широкое применение в различных отраслях промышленности, коммунального и сельского хозяйства получили паровые котлы различной мощности (см. табл.) серий «Е», «ПКН» и «МЗК», газо-

вые водогрейные котлы КСВа (модель «ЭКО»). Ежегодно изготавливается несколько тысяч паровых котлов, работающих на различных видах топлива. Они устанавливаются во всех регионах России и в странах ближнего зарубежья.

На базе котлов серий «Е» и «ПКН» компания производит транспортабельные котельные установки ТКУ и ПКН мощностью от 1 до 50 тонн пара в час. В качестве топлива используется природный газ, сырая нефть, дизельное топливо, мазут, уголь. Возможность перевода паровых котлов в водогрейный режим расширяет возможности применения транспортабельных котельных.

На базе водогрейных котлов КСВа «ЭКО» изготавливаются блочно-модульные водогрейные котельные установки БМВКУ мощностью от 0,25 до 30 МВт. Блочно-модульное исполнение котельных и полная заводская готовность делает их удобными в использовании не только на развивающихся предприятиях,

но и на строящихся объектах. Для ввода в эксплуатацию требуется только подготовить фундамент и произвести наружные подключения. Возможность многократного монтажа и демонтажа котельной установки позволяет перемещать ее автомобильным (низкорамными платформами) и железнодорожным транспортом, что особенно важно при организации теплоснабжения за пределами крупных городов.

Среди предлагаемого вспомогательного оборудования – установки водоподготовки, горелочные устройства, деаэраторы, утилизаторы, теплообменники, подогреватели, дымососы, вентиляторы, насосная техника.

Проектные и монтажные подразделения компании оказывают полный комплекс услуг, начиная от технического аудита, проектирования продукции по заказу потребителя, ее производства и монтажа, перевода паровых котлов на отличные от паспортных давление, виды топлива, а также в водогрейный режим,

Таблица

Оборудование	Тепловая мощность, (производительность по пару)	Топливо	Давление пара, МПа	КПД, %	Температурный режим, °С
<b>Паровые котлы низкого давления</b>					
E-1,0-0,9 М-3	1 т/ч	Мазут, печное	0,9	87 %	–
E-1,0-0,9 Г-3	1 т/ч	Газ	0,9	89 %	–
E-1,0-0,9 Р-3	1 т/ч	Уголь	0,9	75 %	–
E-1,6-0,9 ГМН	1,6 т/ч	Газ, мазут	0,9	87-91 %	–
E-2,5-0,9 ГМ (ГМ)	2,5 т/ч	Газ, мазут	0,9	87-91 %	–
ПКН-2М	1 т/ч	Сырая нефть	0,9	87 %	–
ПКН-2Г	1 т/ч	Газ	0,9	89 %	–
М3К-7АЖ-2	1 т/ч	Печное	0,9	87 %	–
М3К-7АГ-2	1 т/ч	Газ	0,9	89 %	–
М3К-4АГ	400 кг/ч	Газ	0,9	87 %	–
М3К-4АЖ	400 кг/ч	Печное	0,9	89 %	–
<b>Паровые котлы среднего давления</b>					
E-2,5-1,4 ГМ	2,5 т/ч	Газ, мазут	1,4	89-92	–
E-4,0-1,4 ГМ	4 т/ч	Газ, мазут	1,4	89-92	–
E-6,5-1,4 ГМ	6,5 т/ч	Газ, мазут	1,4	89-92	–
E-10,0-1,4 ГМ	10 т/ч	Газ, мазут	1,4	89-92	–
E-16,0-1,4 ГМ	16 т/ч	Газ, мазут	1,4	89-92	–
E-25,0-1,4 ГМ	25 т/ч	Газ, мазут	1,4	89-92	–
<b>Водогрейные котлы КСВа «ЭКО»</b>					
КСВа «ЭКО»-0,25	0,25 МВт	Газ	–	92	70/115
КСВа «ЭКО»-0,63	0,63 МВт	Газ	–	92	70/115
КСВа «ЭКО»-1,0	1 МВт	Газ	–	92	70/115
КСВа «ЭКО»-2,0	2 МВт	Газ	–	92	70/115
КСВа «ЭКО»-3,15	3,15 МВт	Газ	–	92	70/115
<b>Транспортабельные котельные установки ТКУ</b>					
ТКУ 0,7 – ТКУ-50,0	1-50 т/ч	Газ, мазут, уголь	0,9	87-91	–
<b>Транспортабельные котельные установки ПКН</b>					
ПКН-2М	от 1 т/ч	Сырая нефть, мазут	0,9	87-89	–
ПКН-2Г	от 1 т/ч	Газ	0,9	87-89	–
<b>Блочно-модульные водогрейные котельные установки БМВКУ</b>					
БМВКУ-0,25 Г –	0,25-30 МВт	Газ	–	92	70/115
<b>Водоподготовительные установки:</b>					
ВПУ-1,0	1,0 м <sup>3</sup> /ч				
ВПУ-2,5;	2,5 м <sup>3</sup> /ч				
ВПУ-5,0	5,0 м <sup>3</sup> /ч				
<b>Котельно-вспомогательное оборудование:</b>					
Системы автоматизации (КСУ, «Альфа XXI век», «Аргус», АМКО)					
Горелочные устройства и форсунки (Г, ГГ, ГМ, ГМГ, ГМП, ПНГ, РМГ, РГМГ, топочное устройство; плавного регулирования: СНГ, ГГБ, CibUnigas)					
Вентиляторы (ВД), дымососы (Д, ДН), деаэраторы (ДА, КДА, БДА, ОВА), экономайзеры (ЭБ), фильтры (ФИПа, ФОВ, ФМ), сепараторы, подогреватели, утилизаторы, запорная арматура (предохранительные клапаны, ЗСК, указатели уровня, вентили)					
<b>Насосное оборудование</b>					
Насосы и насосные станции «Grundfos», «Lowara», «Wilo», а также насосные станции на базе насосов отечественных производителей					
Примечание: * в таблице указан не полный перечень продукции, за полным перечнем обращайтесь к сотрудникам организации.					

и заканчивая гарантийным и сервисным обслуживанием.

Продукция предприятия хорошо известна на рынке и по праву зарекомендовала себя как надежная, удобная в эксплуатации и экологически безопасная.



География поставок охватывает всю территорию России от Калининграда до Камчатки, а также десятки стран ближнего зарубежья. На оборудовании «Теплоэнергетической Компании» производится почти 90 % пара в России. Нашиими постоянными заказчиками являются ведущие нефтегазодобывающие компании России и СНГ: «Лукойл», «Роснефть», «Газпром Нефть», ТНК-ВР, «РН-Бурение», «Газпром», «Арктикнефть», «Сургутнефтегаз», «Ритэк», «Казтрансойл», «Казстройсервис» и многие другие.

Руководство компании видит неразрывность интересов своего бизнеса и окружающего общества, эффективная социальная политика и ответственные партнерские отношения с обществом являются для него обязательным условием успешной деятельности.

ЗАО «Теплоэнергетическая Компания»  
Тел.: (496) 573-6324, 573-9373, 572-4876  
Эл. почта: [info@te-company.ru](mailto:info@te-company.ru)  
Сайт: [www.te-company.ru](http://www.te-company.ru)

## Специализированные выставки – сентябрь-декабрь 2010 г.

Выставка	Время проведения	Место проведения	Информация
<b>Российские</b>			
Мир Воды	2–4 сентября	Сочи	<a href="http://www.soud.ru">www.soud.ru</a>
Стройкомплекс. Дорожное строительство. Коммунальное хозяйство	7–9 сентября	Челябинск	<a href="http://www.expo74.ru">www.expo74.ru</a>
Экотехнологии и оборудование XXI века	8–10 сентября	Казань	<a href="http://www.expoecology.ru">www.expoecology.ru</a>
WASMA (Оборудование и технологии для сбора, переработки и утилизации отходов)	10–12 сентября	Великий Новгород	<a href="http://www.wasma.ru">www.wasma.ru</a>
NBP-EXPO 2010 (Бесперебойное энергоснабжение)	14–17 сентября	Москва	<a href="http://www.nbpexpo.ru">www.nbpexpo.ru</a>
Балтийская строительная неделя	15–17 сентября	Санкт-Петербург	<a href="http://www.balticbuild.ru">www.balticbuild.ru</a>
Строительство	15–17 сентября	Владивосток	<a href="http://www.dalexpo.vl.ru">www.dalexpo.vl.ru</a>
Энерготехэкспо	21–23 сентября	Владивосток	<a href="http://www.dalexpo.vl.ru">www.dalexpo.vl.ru</a>
Уралстройиндустрия	21–24 сентября	Уфа	<a href="http://www.bvkexpo.ru">www.bvkexpo.ru</a>
Энергетика	21–24 сентября	Пермь	<a href="http://www.expoperm.ru">www.expoperm.ru</a>
Осенний строительный форум. Инженерные коммуникации зданий и сооружений	22–25 сентября	Казань	<a href="http://www.encomexpo.ru">www.encomexpo.ru</a>
Energy Fresh (Альтернативные источники энергии)	23–24 сентября	Москва	<a href="http://www.energy-fresh.ru">www.energy-fresh.ru</a>
Кавказ-Энерго	30 сентября – 2 октября	Кисловодск	<a href="http://www.rostex-expo.ru">www.rostex-expo.ru</a>
Передовые технологии автоматизации	5–7 октября	Москва	<a href="http://www.pta-expo.ru">www.pta-expo.ru</a>
СтройЭКСПО ЖКХ	5–7 октября	Волгоград	<a href="http://www.volgogradexpo.ru">www.volgogradexpo.ru</a>
Elenex (Электроэнергетика)	5–8 октября	Москва	<a href="http://www.prom-fair.ru">www.prom-fair.ru</a>
Сибирский промышленный форум	5–8 октября	Новокузнецк	<a href="http://www.kuzbassfair.ru">www.kuzbassfair.ru</a>
Строймаркет-2010	6–8 октября	Москва	<a href="http://www.soud.ru">www.soud.ru</a>
СТИМЭкспо (Строительство, ЖКХ)	6–9 октября	Ростов-на-Дону	<a href="http://www.vertolexpo.ru">www.vertolexpo.ru</a>
Альтернативная энергетика	8–11 октября	Москва	<a href="http://www.apkvvc.ru">www.apkvvc.ru</a>
Строительный комплекс Большого Урала	12–14 октября	Екатеринбург	<a href="http://www.uv2000.ru">www.uv2000.ru</a>
City Build (Строительство городов)	18–21 октября	Москва	<a href="http://www.vvcentre.ru">www.vvcentre.ru</a>
Городское хозяйство – пути развития	18–22 октября	Москва	<a href="http://www.vvcentre.ru">www.vvcentre.ru</a>
Сибполитех/Сибстройэкспо	19–22 октября	Новосибирск	<a href="http://sibpolytech.sibfair.ru">sibpolytech.sibfair.ru</a>
Энергосбережение	19–22 октября	Иркутск	<a href="http://www.sibexpo.ru">www.sibexpo.ru</a>
Российский энергетический форум	19–22 октября	Уфа	<a href="http://www.bvkexpo.ru">www.bvkexpo.ru</a>
ECIS. Строительство инженерных сооружений, сетей и коммуникаций	20–22 октября	Краснодар	<a href="http://www.idesochi.com">www.idesochi.com</a>
EPIS – инфраструктура энергоснабжения юга России	20–22 октября	Краснодар	<a href="http://www.idesochi.com">www.idesochi.com</a>
ЮгСтройИндустрія	20–22 октября	Пятигорск	<a href="http://artex1.com">artex1.com</a>
Альтернативные источники энергии для больших городов	21–22 октября	Москва	<a href="http://alterenergy2010.ru">alterenergy2010.ru</a>
Строительный форум Sochi Build	21–24 октября	Сочи	<a href="http://www.sochiexpo.ru">www.sochiexpo.ru</a>
Индустриальный край. Промэнерго	26–28 октября	Челябинск	<a href="http://www.expoural.ru">www.expoural.ru</a>
Строительство	26–28 октября	Волгоград	<a href="http://www.zarexpo.ru">www.zarexpo.ru</a>
PCVEXPO Насосы. Компрессоры. Арматура	26–29 октября	Москва	<a href="http://www.pcvexpo.ru">www.pcvexpo.ru</a>
Строительный сезон 2010	1–3 ноября	Москва	<a href="http://www.crocus-expo.ru">www.crocus-expo.ru</a>
Красивые дома	2–5 ноября	Москва	<a href="http://www.crocus-expo.ru">www.crocus-expo.ru</a>
Антикор и гальвансервис	9–11 ноября	Москва	<a href="http://www.vvcentre.ru">www.vvcentre.ru</a>

Выставка	Время проведения	Место проведения	Информация
EMBIZ-2010 Энергетический форум	9–11 ноября	Москва	<a href="http://www.embiz-moscow.com">www.embiz-moscow.com</a>
Энергетика. Электротехника. Энергосбережение	16–18 ноября	Волгоград	<a href="http://zarexpo.ru">zarexpo.ru</a>
Энергетика и энергосбережение	16–19 ноября	Кемерово	<a href="http://www.exposib.ru">www.exposib.ru</a>
Топливно-энергетические ресурсы Юга России	17–19 ноября	Ростов-на-Дону	<a href="http://www.vertolexpo.ru">www.vertolexpo.ru</a>
Электротехника. Энергетика. Автоматизация. Светотехника	23–26 ноября	Красноярск	<a href="http://www.krasfair.ru">www.krasfair.ru</a>
Энергетика и электротехника	24–26 ноября	Екатеринбург	<a href="http://www.uv66.ru">www.uv66.ru</a>
Черноморстрой	25–27 ноября	Анапа	<a href="http://www.rostex-expo.ru">www.rostex-expo.ru</a>
Силовая электроника и энергетика	30 ноября – 2 декабря	Москва	<a href="http://power.primexpo.ru">power.primexpo.ru</a>
Энергетика. Ресурсосбережение	30 ноября – 2 декабря	Казань	<a href="http://www.expoenergo.ru">www.expoenergo.ru</a>
Электрические сети России	30 ноября – 3 декабря	Москва	<a href="http://www.vvcentre.ru">www.vvcentre.ru</a>
Трубопроводные системы	7–9 декабря	Москва	<a href="http://www.trubosystem.ru">www.trubosystem.ru</a>
<b>Зарубежные</b>			
KazBuild	7–10 сентября	Алма-Аты, Казахстан	<a href="http://www.kazbuild.kz">www.kazbuild.kz</a>
Energetics (Энергетика, электроника)	15–19 сентября	Загреб, Хорватия	<a href="http://www.zv.hr">www.zv.hr</a>
WestAzBuild	21–23 сентября	Гянджа, Азербайджан	<a href="http://www.westazbuild.az">www.westazbuild.az</a>
Энергетика в промышленности Украины	22–24 сентября	Киев, Украина	<a href="http://www.iec-expo.com.ua">www.iec-expo.com.ua</a>
Turkeybuild Ankara	23–26 сентября	Анкара, Турция	<a href="http://www.yemfuar.com">www.yemfuar.com</a>
Белорусский энергетический и экологический форум	12–15 октября	Минск, Белоруссия	<a href="http://www.greenexpo.by">www.greenexpo.by</a>
Энергопром-осень	12–15 октября	Днепропетровск, Украина	<a href="http://www.expometeor.com">www.expometeor.com</a>
China Wind Power	13–15 октября	Пекин, Китай	<a href="http://www.globalwind.org.cn">www.globalwind.org.cn</a>
Turkeybuild Izmir	14–17 октября	Измир, Турция	<a href="http://www.yemfuar.com">www.yemfuar.com</a>
Vide Un Energija (Окружающая среда и энергия)	14–17 октября	Рига, Латвия	<a href="http://www.bt1.lv">www.bt1.lv</a>
Interbuild Onsite	17–20 октября	Бирмингем, Великобритания	<a href="http://www.interbuild.com">www.interbuild.com</a>
Стройэкспо. Осень	19–22 октября	Минск, Беларусь	<a href="http://www.belexpo.by">www.belexpo.by</a>
BakuBuild	20–23 октября	Баку, Азербайджан	<a href="http://www.bakubuild.az">www.bakubuild.az</a>
ЖКХ-Экспо	27–29 октября	Астана, Казахстан	<a href="http://www.ses.net.ru">www.ses.net.ru</a>
SAIE (Энергия)	27–30 октября	Болонья, Италия	<a href="http://www.saie.bolognafiere.it">www.saie.bolognafiere.it</a>
BuildTech	28–31 октября	Одесса, Украина	<a href="http://www.exphome.com.ua">www.exphome.com.ua</a>
Энергия и Энергетика	2–4 ноября	Киев, Украина	<a href="http://acco.ua">acco.ua</a>
Белкоммунтех	2–5 ноября	Минск, Беларусь	<a href="http://www.greenexpo.by">www.greenexpo.by</a>
Энергоэффективность-2010	9–12 ноября	Киев, Украина	<a href="http://www.iec-expo.com.ua">www.iec-expo.com.ua</a>
Energy Show	9–13 ноября	Шанхай, Китай	<a href="http://www.energyasia.com.cn">www.energyasia.com.cn</a>
Aqua Therm Praha (Отопление, водоснабжение)	23–27 ноября	Прага, Чехия	<a href="http://www.ppa.cz">www.ppa.cz</a>
Осенний международный строительный форум	28 сентября – 1 октября	Львов, Украина	<a href="http://www.galexpo.lviv.ua">www.galexpo.lviv.ua</a>
Pollutec (Захиста окружающей среды)	30 ноября – 3 декабря	Лион, Франция	<a href="http://www.pollutec.com">www.pollutec.com</a>
Renex (Возобновляемые источники энергии, эффективность, экология)	9–12 декабря	Стамбул, Турция	<a href="http://www.renex-expo.com">www.renex-expo.com</a>

Издательский Дом  
«Аква-Терм» предлагает:



**Справочники-каталоги:**

«Бытовые отопительные котлы»  
«Горелки»  
«Водоподготовка» (на CD)

**Брошюры:**

«Как отопить загородный дом»  
«Что нужно знать при выборе котла»  
«Бытовые насосы и станции водоснабжения»  
«Расширительные баки и гидравлические аккумуляторы»  
«Твердотопливный котел в вашем доме»

**Журналы:**

«Аква-Терм»  
«Аква-Терм Эксперт»

**Журналы в электронной версии на [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru)**  
«Аква-Терм»  
«Аква-Терм Эксперт»  
«Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ»

Подробная информация  
на сайте [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru)  
или по телефону +7 (495) 751-6776

ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ОТОПИТЕЛЬНЫЕ

3(4)' 2010

# КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ

**Уважаемые читатели!**  
**Открыта подписка на 2011 год**  
**на журнал «Промышленные и отопительные**  
**котельные и мини-ТЭЦ»**

**Вы можете подписать:**

- 1) в почтовом отделении:
  - по каталогу «Газеты. Журналы» (подписной индекс 37174);
  - по каталогу «Пресса России» (подписной индекс 26182);
- 2) через редакцию:
  - на сайте [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru);
  - заполнив прилагаемую заявку и выслав ее по факсу (495) 751-6776, 751-3966

## ЗАЯВКА НА ПОДПИСКУ

Прошу оформить на мое имя подписку на журнал  
«Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ»

Ф. И. О.

Должность

Организация

Адрес для счет-фактур

ИНН/КПП/ОКПО

Адрес для почтовой доставки

Телефон

Факс

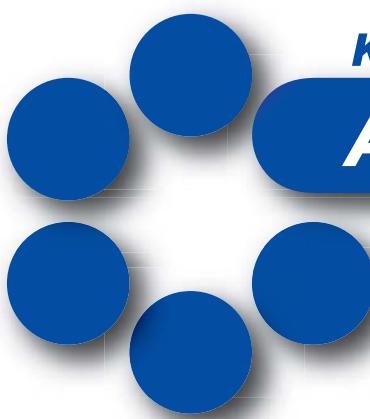
E-mail

По получении заявки будет выслан счет на ваш факс или E-mail. Доставка журналов производится почтовыми отправлениями по адресу, указанному в заявке.

# Мы повысим эффективность Ваших специалистов

8 (495) 752 01 17  
info@atstaff.ru  
<http://www.atstaff.ru>

кадровый центр  
**АКВА-ТЕРМ**



РАБОТОДАТЕЛЮ

## Поиск и подбор

✓ оперативно и недорого

## Профессиональная подготовка и оценка

✓ уникальная отечественная методика

## Мотивационные программы

✓ управление производительностью  
и оптимизация расходов

СПЕЦИАЛИСТУ

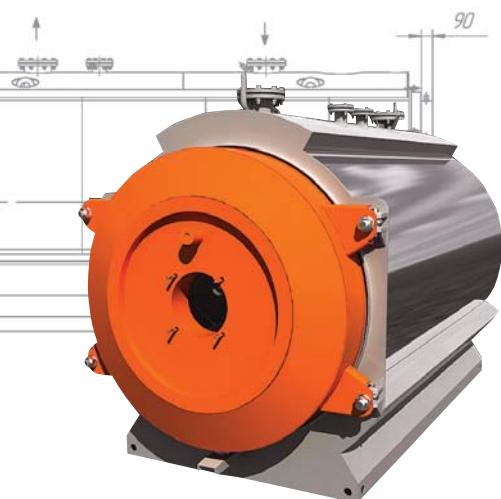
Трудоустройство  
с достойной оплатой

# Завод котельного оборудования «ВОЛЬФ ЭНЕРДЖИ СОЛЮШЕН»

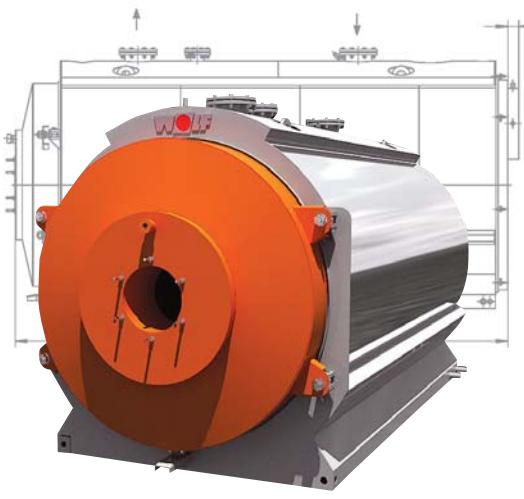
**РАЗРАБОТАНЫ**  
С УЧЕТОМ ОПЫТА И  
ТРЕБОВАНИЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ  
РОССИЙСКИХ  
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ



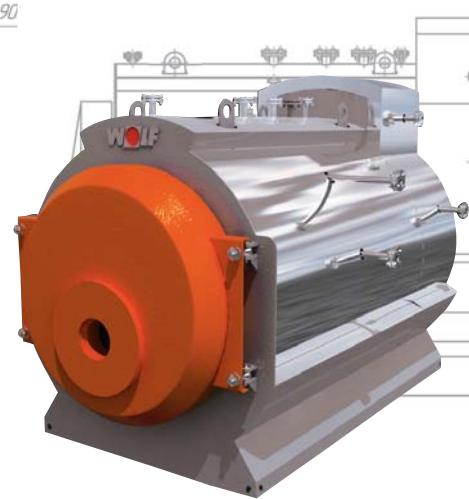
Водотрубные водогрейные  
газоплотные котлы  
серии EUROTHERM  
мощностью  
**от 3,15 до 58,2 МВт**



Двухходовые жаротрубные  
водогрейные котлы  
серии DUOTHERM  
мощностью  
**от 0,5 до 2,0 МВт**



Трехходовые жаротрубные  
водогрейные котлы  
серии GKS DYNATHERM  
мощностью  
**от 1,7 до 5,8 МВт**



Двухходовые жаротрубные  
паровые котлы  
серии VAPOTHERM  
производительностью  
**от 500 до 4000 кг/час**

+7 (495) 790-78-92

+7 (495) 233-42-60

[www.100mw.ru](http://www.100mw.ru)

**Немецкое качество. Российский опыт.**