

# КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ

[Котельные](#)[Обзор рынка](#)[Водоподготовка](#)

Котлы-утилизаторы  
в промышленной  
энергетике  
16

Конденсационные  
котлы повышенной  
мощности  
30

Ионообменные  
смолы и их  
свойства  
36

# POWER INSIDE

**cannon**  
**ONO ENERGIA**

ПРОМЫШЛЕННОЕ КОТЕЛЬНОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ

Профессиональные решения для  
производства энергии, центрального  
теплоснабжения, когенерации,  
пищевой, текстильной, химической и  
нефтехимической промышленностей,  
переработки древесины, производства  
бумаги, транспортировки нефти, и др.

[www.kotly-bono.ru](http://www.kotly-bono.ru)

**CANNON BONO ENERGIA** — ведущий  
итальянский производитель промышленного  
котельного оборудования. Производственная  
программа компании включает паровые и  
водогрейные котлы, нагреватели термальной  
жидкости, котлы-утилизаторы, установки по  
сжиганию биомассы.

Все оборудование проектируется и  
изготавливается в Италии по нормам ЕС и США,  
а также имеет сертификаты ГОСТ-Р и  
разрешения на применение РОСТЕХНАДЗОРА.

**BONO ENERGIA** — часть международной  
промышленной группы **CANNON**, поставляющей  
широкий спектр инженерных решений.

**CANNON** представлена более чем в 40 странах,  
включая российское представительство - ООО  
«Канон Евразия».



Установка для производства перегретой воды СТН-40 МВт для ТЦ Бергамо - Италия

**cannon**  
**ONO ENERGIA**

## ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

### ● UNI-MATIC UM

ЗМЕЕВИКОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ БЫСТРОГО ПАРА.

Применение: производство напитков, текстильная промышленность, производство пластиков и резины, переработка древесины, прачечные, др. Производительность: от 0,3 до 3 т/час

Давление: до 12 бар

### ● STEAM-MATIC SM и SG

ЖАРОТРУБНЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

Применение: производства бумаги и картона, производства напитков, центральное отопление, производства пластиков и резины, химия и нефтехимия, текстильная промышленность и др.

Производительность: от 1,5 до 25 т/ч

Давление: от 12 до 30 бар

### ● CLAJTUB CTD

ВОДОТРУБНЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

Применение: НПЗ, химические производства, нефтехимический синтез, производство электрической и тепловой энергии, сахарные заводы и др.

Производительность: до 200 т/ч,

Давление: до 80 бар, Температура: до 400 °C

### ● HRSG

ВОДОТРУБНЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ

Применение: ЦБК, химические и фармацевтические производства, центральное отопление, когенерация, текстильная промышленность и др.

Потенциальная теплопроизводительность: до 50 МВт

Для газовых турбин: от 3 до 15 МВт (эл.), для двигателей: от 3 до 20 МВт (эл.)



## НАГРЕВАТЕЛИ ТЕРМАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

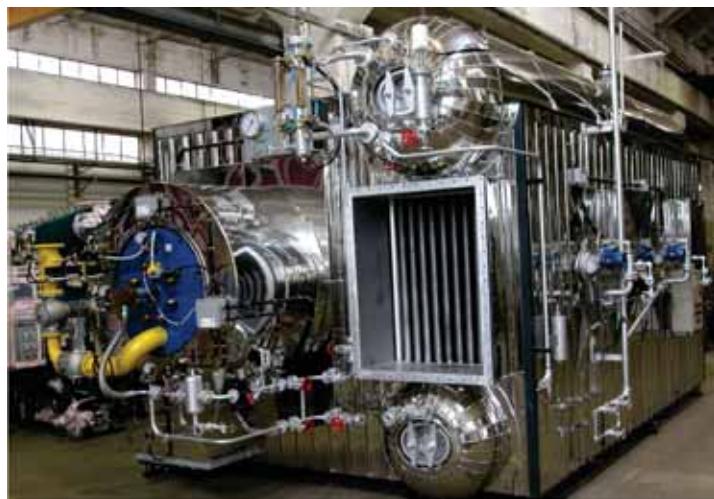
### ● OIL-MATIC OMV

НАГРЕВАТЕЛИ ТЕРМАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ЗМЕЕВИКОВОГО ТИПА

Применение: типографии, производства косметики, производства бумаги и картона, химия и нефтехимия, транспортировка нефти и др.

Теплопроизводительность: от 0,2 до 7 МВт

Температура термальной жидкости: до 400 °C



### ● OIL-MATIC OMP

НАГРЕВАТЕЛИ ТЕРМАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Применение: транспортировка нефти, нефтехимия и др.

Теплопроизводительность: от 1,7 до 17 МВт

Температура: до 400 °C

### ● OIL-MATIC HTN

НАГРЕВАТЕЛИ ТЕРМАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Применение: транспортировка нефти, нефтехимия и др.

Теплопроизводительность: от 2 до 40 МВт

Температура: до 400 °C



## КОТЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРЕГРЕТОЙ ВОДЫ

### ● СТН

КОТЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРЕГРЕТОЙ ВОДЫ С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Применение: центральное отопление и др.

Теплопроизводительность: до 80 МВт

Температура: от 100 °C, до 260 °C

### ● SM-ASA, SG-ASA

ЖАРОТРУБНЫЕ КОТЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРЕГРЕТОЙ ВОДЫ

Применение: центральное отопление и др.

Теплопроизводительность: от 0,7 до 14 МВт

Температура: от 100°C



# Энергоэффективность всей линейки продукции.



## Примеры нашей Комплексной программы

Газовые и жидкотопливные котлы мощностью от 4,5 до 20500 кВт

Тепловые насосы

Когенерационные установки

Солнечные коллекторы

Реклама



## Эффективность Плюс

Энергоэффективность является важнейшим стремлением современного мира. Наша комплексная программа предлагает индивидуальные решения с энергоэффективными системами для всех источников энергии и решения задач любой сложности.  
[www.viessmann.ru](http://www.viessmann.ru)

**VIESSMANN**  
climate of innovation



## Содержание

**4** Новости

**8** Каскадные котельные в практике теплоснабжения

**12** Золоулавливание в промышленных и отопительных котельных

**16 Котлы-утилизаторы в промышленной энергетике**

**20** Удачная модернизация крупных водогрейных котлов

**22** Применение газотурбинных установок для утилизации ПНГ

**26** Новости когенерации

**30 Конденсационные котлы повышенной мощности**

**36** Ионообменные смолы и их свойства

**42** Предупреждение образования накипи с помощью магнитной обработки воды

**46** В помощь ионообменным фильтрам

**48** Промышленный сегмент

на Aqua-Therm Moscow 2012

**50** Дни Инноваций Vaillant

**50** Конференция по энергосбережению на выставке Aqua-Therm



**52** Производители конденсационных котлов в Интернете

**56** Конденсационный котел Unical XC-K

**57** «Теплостройпроект-С»: серьезный подход к энергоснабжению

**58** Такие разные дымоходы

**59** Горелки F.B.R. – эффективное горение

**60** Блочно-модульные котельные Professional в условиях мегаполиса

**62** Нагреватели термальных жидкостей

BONO ENERGIA серии OMV

Повышение энергоэффективности теплогенерирующих объектов и применение инноваций в области энергосбережения сегодня становится главной темой отраслевых форумов и конференций, в частности, прошедшей в рамках выставки Aqua Therm Moscow 2012 конференции «Системы жизнеобеспечения энергоэффективных домов». Обсуждаются возможности применения конденсационных котлов, каскадных схем, котлов-утилизаторов, пиковых водогрейных котлоагрегатов. Эти темы составляют раздел «Котельные» настоящего номера.

В 2012 г. крупные нефтедобывающие компании должны довести утилизацию попутного нефтяного газа до 95 %, поскольку с 2013 г. согласно Постановлению Правительства РФ будут введены крупные штрафные санкции за факельное сжигание. Раздел «Электростанции и когенерация» посвящен теме строительства электростанций на попутном газе, призванных удовлетворить энергетические нужды инфраструктуры месторождений.

В прошлом номере в разделе «Водоподготовка» основное внимание было уделено баромембранным методам водоподготовки. В этом номере тема будет продолжена разговором о применении ионообменных смол, поскольку технологии обратного осмоса и ионного обмена зачастую применяются комплексно для достижения оптимального результата.

Алексей Прудников

Генеральный директор  
Лариса Шкарабо  
E-mail: [magazine@aqua-therm.ru](mailto:magazine@aqua-therm.ru)  
Главный редактор  
Алексей Прудников  
prrom@[aqua-therm.ru](http://aqua-therm.ru)  
Выпускающий редактор  
Аркадий Лыгин  
Служба рекламы и маркетинга  
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66  
Елена Фетищева  
E-mail: [sales@aqua-therm.ru](mailto:sales@aqua-therm.ru)  
Елена Коноваленко  
E-mail: [market@aqua-therm.ru](mailto:market@aqua-therm.ru)

Члены редакционного совета  
Р. Я. Ширяев, генеральный директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,  
президент клуба теплознегретиков  
«Флогистон»  
Н.Н. Турбанов, технический специалист ГК «Импульс»  
В.Р. Котлер, к. т. н.,  
заслуженный энергетик РФ,  
ведущий научный сотрудник ВТИ  
В.В. Чернышев, начальник  
отдела котлонадзора

и надзора за подъемными сооружениями  
Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору  
Научный консультант  
Я.Е. Резник

Учредитель журнала  
ООО «Издательский Центр  
«Аква-Терм»

Издание зарегистрировано  
Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)  
13 августа 2010 г.  
Рег. № ПИ № ФС77-41685  
Тираж: 7 000 экз.  
Отпечатано в типографии  
«PRESTO PRO»

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:  
Unical, [www.energogas.su](http://www.energogas.su)

## Пополнение конденсационных котлов Buderus

Компания «Бош Термотехника» представляет на российском рынке линейку газовых конденсационных котлов Buderus Logano plus SB745 в новом дизайне, пришедших на смену Logano plus SB735. Модельный ряд новых котлов представлен в трех типоразмерах мощностью 800, 1000 и 1200 кВт. Высокий КПД (до 109 %) в режиме конденсации достигается благодаря встроенному термогидравлическому разделителю обратных линий отопительных контуров с разными температурными потенциалами. Компактная конструкция позволяет значительно облегчить транспортировку и интеграцию котла как в новую, так и в действующую систему отопления, даже в ограниченном пространстве котельной. Котлы Logano plus SB745 комбинируются с различными системами управления и баками-водонагревателями из программы поставки Buderus.

Теплообменник котла изготовлен из высококачественной нержавеющей стали, благодаря которой уменьшается восприимчивость к качеству воды. Нагревательная поверхность Kondens обеспечивает высокую степень теплопередачи и повышает эффективность конденсации. Конструкция топочного пространства со сплошным горением и малым тепловым напряжением в сочетании с низкоэмиссионной горелкой Logano plus SB745 значительно снижает количество вредных выбросов в атмосферу, а специальные звукоглощающие каналы прохода отопительных газов – уровень шума работы котла.



## Конденсационные котлы Baxi

На выставке Aqua-Therm Moscow 2012 компания Baxi представила настенные конденсационные котлы Baxi LUNA Duo-Tec и Duo-Tec MP с новыми панелями управления и мощностью до 110 кВт. Данные котлы могут работать при входном давлении 5 мбар без потери мощности. При создании каскадных котельных допускается установка до 16 котлов Baxi LUNA Duo-Tec и Duo-Tec MP. В продажу новинки поступят весной 2012 г.



## Новые конденсационники Bosch

На выставке Aqua-Therm Moscow 2012 на стенде компании Bosch были представлены новые напольные конденсационные котлы серии Condens 5000 FM Solar мощностью 30 кВт. Данные модели представляют собой модульное решение для отопления и ГВС: они оснащены встроенными бойлерами объемом 210 л и полностью оснащены для работы с системой солнечных коллекторов.

## БПЦ и «Татнефть» создали совместное предприятие

Компания «БПЦ Инжиниринг» и ОАО «Татнефть» создали совместное предприятие по производству и обслуживанию комплектных электростанций на базе микротурбин Capstone, являющихся одним из самых современных видов энергетического оборудования. Способность микротурбин работать практически на любых видах газового и жидкого топлива, в том числе на попутном нефтяном газе, открывает широкие перспективы их применения в нефтегазовой отрасли. Совместное предприятие, зарегистрированное в г. Альметьевске, будет представлять собой инженерно-производственный центр, профилирующийся на выпуске блочно-контейнерных электростанций высокой степени заводской готовности на основе микротурбин и ORC-турбин Capstone. Предприятие будет осуществлять монтаж, наладку и сервисное обслуживание своих энергоблоков на объектах ОАО «Татнефть».



Также в сфере деятельности – разработка, тестирование и усовершенствование типовых решений по утилизации ПНГ с высоким содержанием сероводорода и азота. Основная производственная база предприятия будет располагаться в г. Набережные Челны. Первую продукцию планируется отгружать уже в 2012 г.

## Kamstrup объявила о расширении производства

Компания Kamstrup (Дания) объявила о запуске нового высокоматематизированного производства ультразвуковых счетчиков воды. В ходе реконструкции завода в г. Скандеборг для размещения новых автоматизированных производственных мощностей было построено и введено в эксплуатацию 4 тыс. м<sup>2</sup> площади. Необходимость увеличения производства была вызвана спросом на ультразвуковой водосчетчик MULTICAL®21, который оснащен функцией определения наличия утечек в системе водоснабжения.



## Первая промышленная ТЭС на биогазе

Весной 2012 г. состоится ввод в эксплуатацию первой в России промышленной биогазовой станции по переработке отходов АПК в органические удобрения с получением электрической и тепловой энергии. Ее строительство велось с 2010 г. компанией ОАО «Региональный Центр Биотехнологий» вблизи действующего свинокомплекса на 16 тыс. голов в Грузчанском сельском поселении, Борисовского района, Белгородской области. В конце 2011 г. был завершен первый этап строительства, на котором была запущена газопоршневая установка электрической мощностью 526 кВт и тепловой – 550 кВт. Первая очередь биогазовой ТЭС позволит вырабатывать 3,7 млн кВт·ч электроэнергии в год, с увеличением до 7,4 млн кВт·ч на втором этапе. Полезный отпуск тепловой энергии составит 1600 Гкал в год, с увеличением до 3200 Гкал на втором этапе. Данная биогазовая станция является пилотной, предполагается тиражирование проекта на программной основе в пределах Белгородской области, что создаст благоприятные условия для устойчивого развития животноводства и растениеводства, а также повысит экологическую безопасность Белгородской области.

## Дизельные горелки от Lamborghini

В этом году компания Lamborghini Calor S.p.A. (Италия) начала производство новой серии двух- и трехступенчатых горелок для работы на дизельном топливе LMB LO, которые можно устанавливать на все типы промышленных котлов. LMB LO 600 и 1000 выпускаются в двух модификациях: BC - с коротким соплом, BL - с удлиненным. Мощность горелок LMB LO 600 находится в диапазоне 105-546 кВт, развиваемая мощность LMB LO 1000 - 192-924 кВт. Также выпускаются модификации повышенной мощности: LMB LO 1300 (201-1370 кВт) и LMB LO 2000 (452-1976 кВт). Горелки серии LMB LO просты и удобны в управлении: на ЖК дисплее с подсветкой отображается время работы горелки, потребление топлива, величина интенсивности пламени. Система самодиагностики позволяет быстро определить и устранить неисправность в соответствии с отображающимся на дисплее кодом ошибки. Доступ к голове горелки можно осуществлять, не открывая дверцу котла.



## Новинки Elco

Компания Elco, двигаясь по пути увеличения мощности своих горелочных устройств, дополнила серию одноступенчатых газовых и дизельных горелок Vectron моделями Vectron 3 (диапазоном мощности 190-360 кВт) и двумя моделями Vectron 4 мощностью 460 и 610 кВт. Также было расширено семейство Nextron: это дизельные и двухтопливные версии Nextron 6 и 7 (модели Nextron 6.2400, Nextron 6.2900, Nextron 7.3600 и Nextron 7.4500) и газовые версии Nextron 8 и 9 (модели Nextron 8.5800, Nextron 8.7100, Nextron 9.8700 и Nextron 9.10400). Для горелок серии Nextron была специально спроектирована конструкция воздуховода Low Noise, обеспечивающая уровень шума в районе 72-75 дБ. Система регулирования предлагается электронная (GEM System) или пневматическая (AGP System).

## Giersch: новое имя, новые горелки

В начале 2012 г. компания Giersch (Германия), переименованная в Enertech по названию группы, в которую она вошла, предложила на российском рынке горелки Giersch серии SC. Это устройства большой мощности (до 7,8 МВт) для сжигания газа, жидкого и комбинированного топлива. В ближайшем будущем мощностной ряд будет расширен до 17,8 МВт.



## Обновления горелок Baltur

Стенд компании Baltur был ближайшим соседом Издательского Центра «Аква-Терм» на выставке Aqua-Therm Moscow 2012. Здесь были представлены обновления типоряда горелочных устройств Baltur: серии газовых горелок TBG 35 (одноступенчатые) и TBG 35 P (двухступенчатые) мощностью от 80 до 410 кВт с системой рециркуляции дымовых газов для снижения содержания выбросов NOx и CO по Европейскому стандарту EN 676 («Класс III»). Также были представлены двухступенчатые прогрессивные горелки с плавной регулировкой мощности TBG 35 PN номинальной мощностью от 100 до 450 кВт и двухступенчатые газовые горелки TBG 60 P номинальной мощностью от 120 до 600 кВт.



[ Воздух ]

[ Вода ]

[ Земля ]

[ Buderus ]

Промышленные  
котлы до 19 200 кВт

## Эксперт в области энергоэффективных решений

Товар сертифицирован. На правах рекомендации.

Buderus – это эксперт и комплексный поставщик энергоэффективных систем отопления, горячего водоснабжения, кондиционирования, генерации одновременно электрической и тепловой энергии, в том числе оборудования на возобновляемых источниках энергии. Современное инновационное оборудование Buderus позволяет значительно снизить потребление энергии и сократить вредное воздействие на окружающую среду.



Блокные газовые электростанции  
Loganova

Тепло – это наша стихия

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

Телефон горячей линии +7 495 510 33 10

**Buderus**



Каскадные котельные позволяют достичь большей энергоэффективности при меньшем расходе топлива, поэтому сегодня они пользуются всё большим спросом. Так, на выставке Aqua-Therm Moscow 2012 на стенах практически всех ведущих производителей котлов предлагались решения для организации каскадов: каскадные контроллеры, специальные системы дымоходов, конструкции для крепления и др.

## Каскадные котельные в практике теплоснабжения

Д. Строганов

Каскадными называются котельные, где для нагрева теплоносителя используется несколько котлов, подключенных последовательно. В зависимости от тепловой нагрузки эти котлы могут работать вместе или отдельно. Основными достоинствами каскадных систем являются:

- возможность гибко изменять мощность котельной. Например, каскадная система, включающая три котла с двухступенчатыми горелками, может работать на шести различных ступенях мощности. Это позволяет более точно подстраивать тепловую производительность системы в соответствии с суточ-

ными, сезонными и другими изменениями нагрузки и более эффективно обеспечивать объект теплом;

- высокая общая надежность системы – при выходе из строя одного котла его можно легко отключить. При этом система продолжит снабжать объект теплом. В холодное время года это позволит избежать замораживания системы. Также, не прерывая теплоснабжения объекта, котлы можно отключать для проведения регламентных работ;
- увеличение общего ресурса котлов – при значительном снижении тепловой нагрузки работает только часть тепло-

генераторов. Контроллер, управляющий работой каскада, включает котлы в такой последовательности, чтобы их ресурс вырабатывался равномерно;

- в некоторых ситуациях доставить один котел большой мощности на место монтажа значительно сложней, чем несколько котлов меньшей мощности;
- детали и блоки котлов меньшей мощности, как правило, дешевле (в том числе и за счет большей серийности). Соответственно, заменить их легче.

К недостаткам каскадных систем можно отнести:

- расходы, связанные с приобретением дополнительного оборудования: каскадного контроллера, запорных и обратных клапанов, циркуляционных насосов, газового коллектора, дополнительных труб для обвязки и общего дымохода и др.;
- расходы, связанные с установкой нескольких котлов и монтажом более сложных гидравлической и дымоотводной систем;
- более трудоемкое техническое обслуживание;
- необходимость в котельной большей площади.

### Устройство каскадной котельной. Необходимые элементы

Количество, тип и мощности котлов, которые будут использоваться в каждом конкретном каскаде, необходимо определять с учетом потребления объектом тепла в зависимости от времени года и времени суток. В некоторых случаях приходится принимать во внимание и другие факторы, которые могут привести к изменению режима потребления тепла. Также необходимо учитывать размер помещения, где будет размещена котельная, и финансовые возможности заказчика.

Сегодня в ассортименте всех основных производителей котельного оборудования представлено несколько серий котлов, которые могут объединяться в каскады. Их мощность варьируется от нескольких десятков до нескольких сотен киловатт, и на их основе можно формировать котельные мощностью до нескольких мегаватт. Как правило, каскадные системы состоят из двух, трех или четырех котлов, но встречаются котельные, где работает до десяти или более агрегатов. Котлы, работающие в каскаде, обычно размещают в один ряд или устанавливают «спиной к спине». Большинство каскадных контроллеров приспособлено для управления четырьмя, шестью или восемью котлами (рис. 1).

Каждый котел, входящий в каскад, необходимо оборудовать отдельными вентилями подающей и обратной линии, газовым краном. С их помощью вышед-

ший из строя котел можно будет отключить от гидравлической системы котельной. Так же каждый котел оснащают отдельным краном для заполнения и слива воды, отдельным механическим фильтром и обратным клапаном. Для того чтобы съем тепла с котлов и их охлаждение осуществлялись равномерно, каждый котельный контур рекомендуется оборудовать индивидуальным циркуляционным насосом.

Как правило, дымоходы котлов каскадной системы сводят в общий дымоходный канал, расположенный в помещении котельной. Дымоходный канал присоединяется к основной дымовой трубе здания. К одному дымоходному каналу можно подключать дымоходы не более чем от четырех котлов. При проектировании дымохода для каскадных котельных необходимо руководствоваться документами СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полизиленовых труб».

### Гидравлический разделитель

Обычно гидравлическая система каскадных котельных включает несколько котельных (первичных) и несколько отопительных (вторичных) контуров, разделенных коллектором. Все первичные и не-

которые вторичные контуры оснащаются отдельными насосами. Режимы работы насосов отопительных контуров определяются потребностью объектов в тепле, и согласовать их с режимами работы насосов котельных контуров довольно сложно. Это может привести к следующим негативным последствиям:

- снижению производительности и даже выходу насосов из строя (под действием более мощных насосов);
- работе системы отопления в условиях, отличающихся от расчетных и, как результат: снижению качества теплоснабжения объекта, дополнительному расходу энергии, выходу из строя элементов системы, ее разбалансировке;
- повышению уровня шума при увеличении скорости движения воды.

Для того чтобы этого не происходило, большинство производителей котельной техники настоятельно рекомендует оборудовать каскадные системы гидравлическим разделителем (гидравлической стрелкой). Это устройство разделяет котельные и отопительные контуры, и снижает перепад давления на коллекторе почти до нуля. Так же в гидравлическом разделителе может происходить подмешивание воды подачи к обратной воде и наоборот. Такая необходимость может возникнуть, например, когда необходимо понизить температуру



Рис. 1

теплоносителя, поступающего в низкотемпературный контур. Гидравлические разделители рекомендуется использовать, если расчетная разница между давлением на входе и выходе коллектора превышает 40 мбар. В некоторых случаях (конденсационные котлы, подключенные в каскад, наличие смесительного контура и др.) их использование является обязательным.

### Управление каскадной котельной

Относительно простые каскадные системы (небольшое количество котлов и отопительных контуров, постоянная тепловая нагрузка) могут управляться без применения каскадного контроллера. Для этого на каждом котле достаточно установить требуемую температуру выходной воды. Для управления сложными отопительными системами (три или более котлов, несколько отопительных контуров, работающих в разных температурных режимах, тепловая нагрузка, меняющаяся на протяжении суток) необходимо использовать каскадные контроллеры.

Современные каскадные контроллеры обладают большим количеством функций, и к ним можно подключать самые различные дополнительные устройства: температурные датчики, насосы, приводы смесительных клапанов и другие устройства. Одной из основных функций контроллера является обеспечение такого режима, при котором время работы всех котлов, входящих в каскад, было бы одинаковым. Для этого в прошивку контроллера вводят таблицы ротации, определяющие порядок включения котлов во время определенного периода времени. Если каскад состоит из котлов с модулируемыми горелками, контроллер включит столько приборов, чтобы их суммарная мощность превышала существующую нагрузку. В результате горелки будут работать на частичной мощности, тепловая нагрузка на детали котлов снизится, и их технический ресурс будет вырабатываться медленней.

Каскадные контроллеры подключаются к разъемам, предназначенным для при соединения индивидуальных комнатных терmostатов или к специальным разъемам. Как правило, их устанавливают на

один из котлов (ведущий). Управление другими котлами (ведомыми) контроллер осуществляется через коммуникационные шины (например, через шину LON). Через специальные коммуникационные модули к контроллеру можно подключать блоки управления отопительными контурами. Некоторые модели каскадных контроллеров могут одновременно регулировать температуру в нескольких десятках отопительных контуров.

Необходимо отметить, что стоимость каскадных контроллеров колеблется от 500 до 1800 евро, стоимость различных приборов, используемых для управления котельной (приводы, температурные датчики, коммуникационные модули и т. д.), колеблется от 40 до 300 евро. Соответственно, стоимость полной автоматизации даже относительно простой каскадной котельной может составить несколько тыс. евро.

### Каскадные системы с конденсационными котлами

Традиционно при определении КПД котла сравнивают выделяемое им тепло и низшую теплоту сгорания топлива (ее принимают равной 100 %). В конденсационных котлах для получения дополнительной тепловой энергии используется тепло, которое выделяется при конденсации водяного пара из дымовых газов и утилизируется специальным теплообменником. Количество тепла, выделяемое при конденсации пара, в первую очередь будет зависеть от температуры обратной воды (теплоносителя). Для того чтобы этот процесс шел устойчиво, необходимо, чтобы температура воды, поступающей в теплообменник, была ниже температуры «точки росы» (для природного газа – 57 °C) на 10–15 °C. При соблюдении этого условия КПД котла может достигать 109 %.

Конденсационные котлы обладают рядом достоинств. Во-первых, их оборудуют модулируемыми горелками. У мощных конденсационных котлов (рис. 2) в камере

сгорания создается высокое избыточное давление, и они не зависят от колебаний тяги. Такие котлы могут без потери эффективности работать в диапазоне модулирования от 20 до 100 % мощности, и их производительность можно сверхточно подстраивать к изменениям тепловой нагрузки. Во-вторых, в дымовых газах конденсационных котлов содержится очень небольшое количество CO и NO<sub>x</sub>, и их можно эксплуатировать в крупных городах и природоохранных зонах. В-третьих, на всей протяженности дымоходов мощных конденсационных котлов создается избыточное давление. Такие агрегаты можно оснащать низкими дымовыми трубами небольшого диаметра.

Согласно заявлениям некоторых производителей, при благоприятных условиях для производства одного и того же количества тепла на протяжении длительного времени, конденсационным котлам требуется газа значительно меньше, чем традиционным котлам. Соответственно, их использование в мощных каскадных системах позволит пользователю значительно сократить расходы, связанные с приобретением топлива. Однако приобретение и эксплуатация таких котлов связаны с определенными трудностями. Первое: конденсационные котлы отличаются высокой стоимостью. Второе: для эффективной работы им необходимо



Рис. 2

охлаждение обратной водой с температурой ниже 45 °C. Третье: их работа сопровождается выделением большого количества конденсата, который необходимо утилизировать.

В странах Европы широкое распространение получили каскадные котельные, созданные на базе одного конденсационного (основного) и одного обычного (резервного) котла (рис. 3). Большую часть отопительного периода в котельной работает экономичный конденсационный котел. Обычный котел включается только для покрытия пиковых тепловых нагрузок или при временной остановке основного агрегата, связанной с его поломкой или проведением регламентных работ. Такая комбинация позволяет сократить стоимость котельной и снизить расход топлива. Мощности современных конденсационных котлов могут достигать нескольких МВт. Соответственно, на базе одного конденсационного и одного обычного котла можно создать каскадную котельную для теплоснабжения большинства крупных гражданских или промышленных объектов.

Наиболее эффективно конденсационные котлы работают в составе низкотемпературных (40/30 °C) систем отопления (напольное или низкотемпературное радиаторное отопление, системы теплоснабжения технологических процессов и др.). В этом случае их КПД может достигать 109 %. В то же время, даже в системах с достаточно высокой расчетной температурой обратной воды (от 50 до 70 °C) условия, при которых начинается конденсация, могут быть выполнены. Практика показывает, что в котлах, установленных в средней полосе России и управляемых погодозависимой автоматикой, среднегодовой КПД может составить от 100 до 104 %. Также достаточно низкую температуру обратной воды можно обеспечить, если хотя бы один отопительный контур системы является низкотемпературным, и его мощность превышает 15 % от мощности всей системы. В этом случае обратную воду из этого контура нужно подмешать к общей обратной линии или направить ее непосредственно на конденсационный теплообменник котла (в некоторых моделях конденсационных котлов гидравлические контуры основного

и конденсационного теплообменника имеют раздельное подключение).

### Система с попутным движением теплоносителя

Если расход теплоносителя не соответствует мощности котла (ниже требуемого), то агрегат не сможет стablyно работать, и его горелка будет «тактировать» – слишком часто включаться и выключаться. Каждое включение горелки сопровождается повышенной эмиссией вредных веществ, резким увеличением механической и тепловой нагрузки на различные элементы горелки (это ускоряет износ этих элементов), дополнительным расходом энергии на продувку камеры сгорания, подогрев жидкого топлива и т.д. Поэтому съем тепла со всех котлов, работающих в каскаде, должен осуществляться равномерно, в соответствии с их мощностью. Охлаждение котлов обратной водой из системы отопления тоже необходимо осуществлять равномерно. В противном случае может возникнуть ситуация, когда один котел, входящий в каскад, будет перегрет, а другой охлажден до температуры ниже «точки росы». При этом в нем может начаться конденсация водяных паров (из продуктов сгорания).

В каскадной котельной, где используются котлы равной мощности, съем тепла и охлаждение котлов будут осуществляться равномерно только в том случае, если через них будет проходить равное количество теплоносителя. Для этого необходимо, чтобы гидравлическое сопротивление всех параллельных контуров было одинаковым. Особенно важно выполнить это условие в каскадах, где используются котлы с небольшим объе-



Рис. 3

мом воды. Для выравнивания гидравлического сопротивления рекомендуется использовать гидравлический разделитель и оснащать каждый котловый контур насосом. Если по какой-либо причине сделать это не удается, равный расход теплоносителя можно обеспечить, используя систему с попутным движением теплоносителя (рис. 4). В западной литературе ее называют схемой Тихельманна. В этом случае длины всех котловых контуров будут равными, а разница между их гидравлическим сопротивлением окажется незначительной. Это позволит выровнять расход воды у котлов, работающих в каскаде.



Рис. 4



Большому числу отопительных и промышленных котельных еще многие годы придется сжигать местные угли или торф. Одной из главных проблем для этих котельных будет необходимость обеспечить нормы по допустимым выбросам золы в атмосферу.

## Золоулавливание в промышленных и отопительных котельных

В. Котлер, к.т.н., И. Рыжий

Для обеспечения топливом промышленных и отопительных котельных удобней всего воспользоваться природным газом. Больше трудностей возникает при сжигании мазута: его прием и хранение (особенно – в зимнее время) создают проблемы, для решения которых требуются значительные финансовые и людские ресурсы (см. ПКМ № 1 (11) 2012 г.). Еще больше трудностей приходится преодолевать при использовании в котельных твердого топлива – угля или торфа. Для его доставки часто приходится использовать автомобильный транспорт. Хранение угля или торфа создает серьезные экологические проблемы. А продукты горения, которые в газомазутных котельных просто выбрасывают через дымовые трубы, на угольных котлах приходится очищать от золовых частиц, что увеличивает

сопротивление газового тракта и требует дополнительного оборудования.

И все же, несмотря на обилие природного газа в Российской Федерации, уголь и торф еще многие годы будут оставаться топливом для огромного числа промышленных и отопительных котельных в тех регионах, куда пока что не удается протянуть газовые магистрали. Доказательством этого может служить таблица, в которой (по данным Минэнерго РФ) приведена динамика внутреннего и внешнего рынков угольной продукции.

Две последние строчки в приведенной таблице свидетельствуют о том, что в промышленные и отопительные котельные еще долго будет поступать столько же угля, сколько сейчас. Поэтому и проблема очистки дымовых газов от золовых частиц

еще длительное время будет привлекать к себе пристальное внимание.

Твердые выбросы в продуктах сгорания твердотопливных котлов состоят из золовых частиц и недогоревшего углерода. Среднегодовая концентрация твердых частиц в воздухе городских районов колеблется в диапазоне от 0,04 до 0,4 мг/м<sup>3</sup>, но в некоторых случаях достигает и больших величин. Принятые в Российской Федерации санитарно-гигиенические нормы для нетоксичных твердых частиц составляют: максимально-разовая предельно-допустимая концентрация (ПДК) – 0,5 мг/м<sup>3</sup>, среднесуточная ПДК – 0,15 мг/м<sup>3</sup> (класс опасности – III).

Концентрация твердых частиц в дымовых газах за котлом (до золоуловителя) определяется содержанием золы в топливе, кроме того, способом сжи-

We measure it.



testo 330 LL - графическая визуализация данных измерений:

## Анализ дымовых газов ПОНЯТНЫЙ с первого взгляда!



Товар сертифицирован

реклама

### Газоанализатор Testo 330-2 LL

Цветной дисплей с высоким разрешением, помогает Вам анализировать работу котлов и горелок с помощью графической визуализации данных

Новое меню измерений с расширенными функциями анализа

Гарантия 4 года на прибор и сенсоры CO и O<sub>2</sub>, за исключением быстроизнашивающихся частей (фильтры)

Подробнее на [www.testo.ru/330LL](http://www.testo.ru/330LL)



Табл. Динамика потребления угля в России (млн т/год)

Потребители	Каменный и бурый уголь, млн. т	2008	2009	2010	Прогноз		
					2015	2020	2030
Ресурсы угольной промышленности	302,0	283,9	299,0	327	350	389	
Тепловые электростанции	108,3	91,6	102,0	105	110	120	
Экспорт угля	101,2	107,4	115,0	140	150	170	
На коксование	42,5	37,5	39,0	42	42	40	
ЖКХ, население, агропромышленный комплекс	24,4	23,0	20,0	20	30	45	
Промышленность и транспорт	25,6	24,4	23,0	20	18	14	

гания. При факельном сжигании унос золы в топках с твердым шлакоудалением составляет примерно 95 % всей золы, а в топках с жидким шлакоудалением – 80–85 %. При использовании котлов с топками слоевого сжигания доля уноса оказывается значительно меньше, а доля шлака, соответственно, больше. Но во всех случаях при сжигании твердого топлива требуется ограничение выбросов золовых частиц, покидающих котел с дымовыми газами.

Простейшим устройством, которое с давних пор использовали для очистки дымовых газов от твердых частиц, является механический инерционный золоуловитель. В нем наиболее крупные частицы золы и недогоревшего углерода отделяются от газа под влиянием сил инерции при вихревом движении потока дымовых газов за котельной установкой.

Основной характеристикой любого золоуловителя является коэффициент очистки, который иногда называют «коэффициентом полезного действия» – КПД. Коэффициент очистки  $\eta_{з.л.}$  – это отношение массы уловленных частиц к общей массе частиц на входе в золоуловитель:

$$\eta_{з.л.} = G_{ул.}/G_{вх}$$

Этот коэффициент зависит от конструкции золоуловителя, характеристик уноса и, в меньшей степени, – от режима работы котла. Большое значение имеет аэродинамическое сопротивление золоуловителя, поскольку от него зависит расход электроэнергии на тягу. При выборе золоуловителя приходится учитывать также его габариты.

Простейшим золоуловителем, используемым на небольших котлах со слоевым сжиганием, является циклон, схема действия которого показана на рис. 1 а.

Запыленный поток газов со скоростью 20–25 м/с тангенциально подводится к циклону, а очищенные газы со скоростью 12–15 м/с удаляются через выходной патрубок в центральной части циклона. Под воздействием центробежной силы твердые частицы в циклоне отбрасываются к стенкам, теряют скорость и выпадают в бункер. Чем больше окружная скорость и чем меньше радиус циклона, тем большую эффективность обеспыливания может обеспечить такой золоуловитель. С учетом этого были раз-

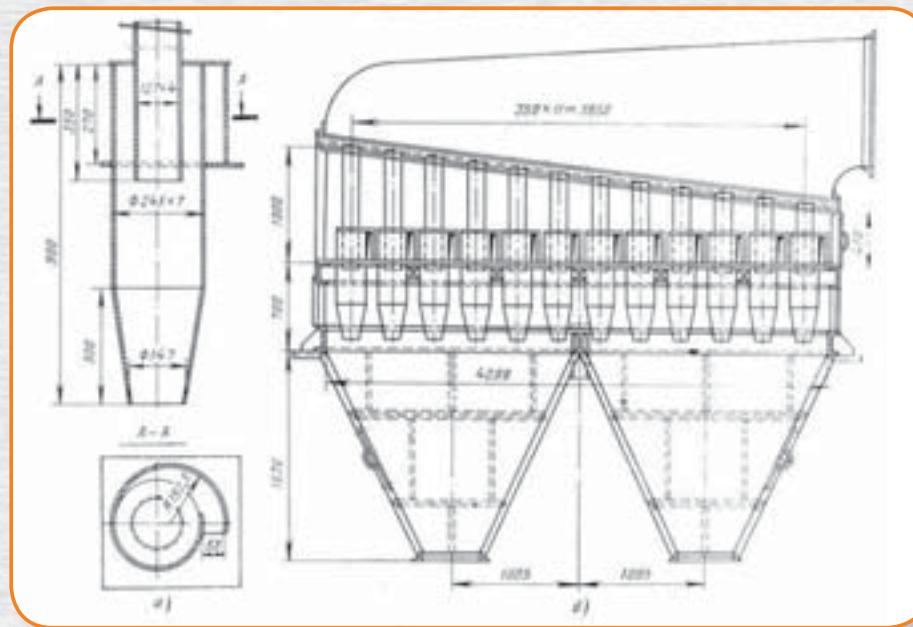


Рис. 1. Батарейный циклон с тангенциальным подводом газа в элементы (а – циклонный элемент, б – общий вид)

работаны и нашли широкое применение на промышленных котлах с факельным методом сжигания батарейные циклоны, состоящие из большого числа параллельно включенных элементов. Диаметр

отдельных элементов составляет, как правило, 150–250 мм, и при скорости газов, отнесенной к сечению циклона и равной 3,5–4,75 м/с, потеря давления в батарейном циклоне достигает 50–70 мм вод. ст. (~ 500–700 Па). Отечественная промышленность выпускает батарейные циклоны типа БЦ, состоящие из нескольких секций с числом элементов в каждой секции от 25 до 792.

Такими золоуловителями оборудовано подавляющее число промышленных и отопительных котельных, а также до 15 % угольных котлов небольшой мощности, установленных на тепловых электростанциях.

Эффективность золоулавливания батарейного циклона, показанного на рис. 1 б, невелика. Обычно она составляет 75–85 %. Однако оптимизация конструкций БЦУ и своевременное проведение ремонтно-профилактических работ позволили на некоторых видах топлива повысить эффективность золоулавливания до 90, и даже до 94 %.

Для достижения более высокого коэффициента обеспыливания на более крупных котлах, при факельном сжигании твердого топлива, применяют мокрые циклонные золоуловители – скруббера. Особенностью этих аппаратов является орошение водой стенок

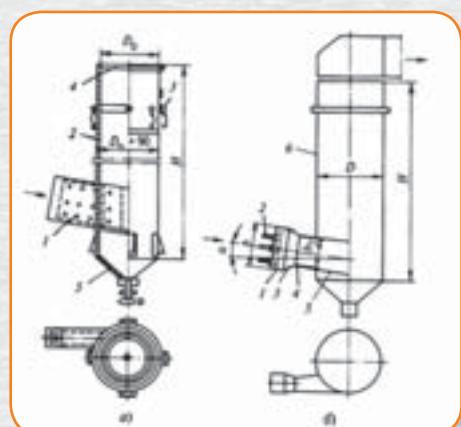


Рис. 2. Мокрые золоуловители:  
а – центробежный скруббер (1 – входной патрубок запыленного газа; 2 – корпус золоуловителя; 3 – оросительные сопла; 4 – выход очищенного газа; 5 – бункер);  
б – золоуловитель с коагулятором Вентури (1 – входной патрубок запыленного газа; 2 – узел подачи воды через оросительные сопла; 3, 4, 5 – конфузор, горловина и диффузор коагулятора Вентури; 6 – скруббер-каплеуловитель)

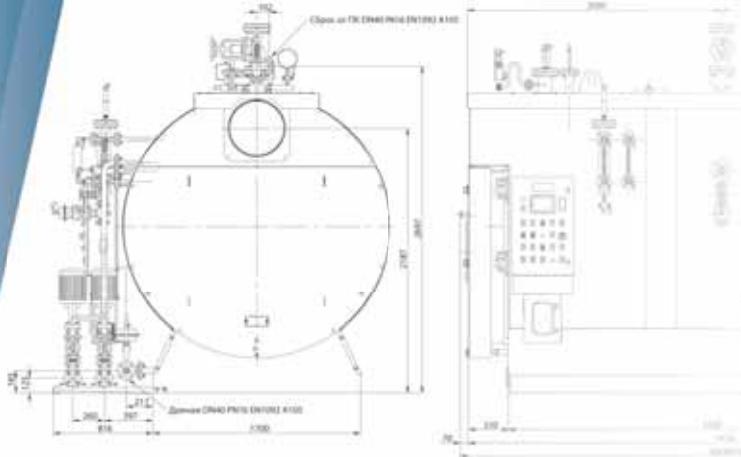
циклонов (рис. 2 а). Благодаря этому отсепарированная за счет инерционных сил зола лучше отводится из скруббера в бункер и снижается вторичный унос золы со стенок газовым потоком. Улавливание золы в таких скрубберах составляет, как правило, 82–90 %.

Применение центробежных скрубберов ограничивается высоким содержанием серы в топливе, а также повышенным содержанием CaO в золе топлива. Более высокую (до 97 %) степень золоулавливания имеют мокрые скруббера с коагулятором Вентури (рис. 2 б).

Запыленный поток газов подается в насадку Вентури, куда впрыскивается через форсунки вода под высоким давлением. Вследствие дробления капель воды в насадке создается объемный, весьма мелкозернистый фильтр, зернами которого являются капельки воды. В процессе движения по конфузору дисперсность воды очень сильно возрастает, что приводит к увеличению контакта между запыленным газом и водой. После снижения скорости газов в диффузоре происходит быстрое укрупнение капель воды до размеров, при которых они легко выделяются из потока вместе с захваченными частицами пыли в обычных инерционных аппаратах; КПД мокрых скрубберов достигает 97 %. На мокрую очистку расходуется больше энергии, а также вода. При этом в случае сжигания высокосернистых топлив вода в скруббере, растворяя диоксид серы, становится коррозионно агрессивной из-за ее кислой реакции ( $\text{pH} < 7$ ). Очищенный газ имеет высокую влажность.

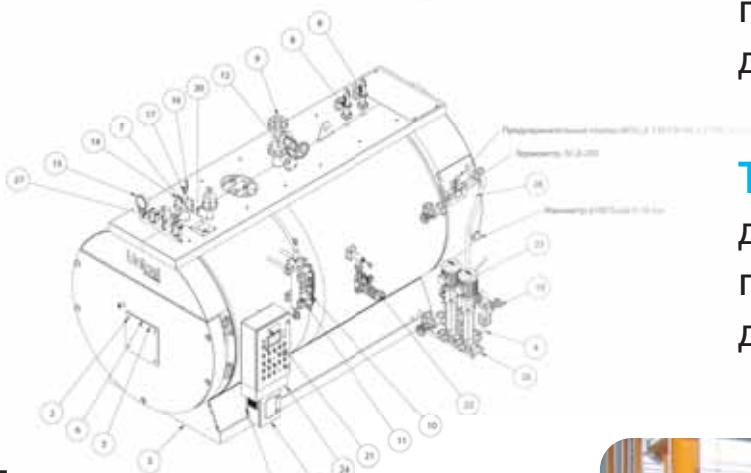
Для достижения еще большей степени очистки уходящих газов от твердых частиц приходится использовать электрофильтры. Эти аппараты позволяют повысить эффективность золоулавливания до 99,8 % при гидравлическом сопротивлении до 200 Па. Однако высокие капитальные затраты, повышенная металлоемкость, значительные габариты и необходимость специальных повышающе-выпрямительных агрегатов электропитания не позволяют использовать электрофильтры для сравнительно небольших промышленных и отопительных котлов даже при факельном методе сжигания угля.

## Котлы паровые двух- и трехходовые высокого и низкого давления



### BAHR'UNO

давление до 0,7 бар  
паропроизводительность  
до 3000 кг/ч



### BAHR'12/15 HP и HPEC

давление до 12/15 бар  
паропроизводительность  
до 5000 кг/ч

### TRYPASS'12/15

давление до 12/15 бар  
паропроизводительность  
до 21 600 кг/ч

#### Проекты:

##### 2010 года

8,00 т/ч - ОАО «Прохоровский комбикормовый завод», Белгородская обл., пос. Прохоровка  
1,25 т/ч - ООО «Молочные Эко Фермы», Белгородская область  
0,50 т/ч - ООО «Промбетон», г. Орел  
6,25 т/ч - ОАО «КонсервСушПрод», Брянская обл., г. Стародуб  
0,50 т/ч - ООО «Кондитерская фабрика «Богатырь», г. Зеленоград

##### 2011 года

9,0 т/ч - ОАО «Прохоровский комбикормовый завод», Белгородская обл., пос. Прохоровка  
0,5 т/ч - «Текстильная Фабрика», Республика Чувашия, г. Чебоксары  
6,0 т/ч - ООО «Колышлейский завод СОМ», г. Пенза  
3,0 т/ч - ОАО «Шебекинский маслодельный завод», Белгородская обл., г. Шебекино  
5,0 т/ч - ООО «Деревообрабатывающий завод», Республика Адыгея, г. Майкоп  
1,5 т/ч - ООО «Интерфлексо-М», Московская обл., г. Климовск

##### февраль 2012 года

6,0 т/ч - «Винный завод», Республика Адыгея, г. Майкоп



Авторизованный сервисно-дилерский центр,  
официальный партнер компании UNICAL AG S.p.A. в России:  
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

143400, Московская область, г. Красногорск, ул. Успенская, дом 3, офис 304  
Тел./факс: (495) 980-61-77, energogaz@energogaz.su, www.energogaz.su

# Котлы-утилизаторы в промышленной энергетике

В. Котлер, к.т.н.

В последние годы, в связи с сооружением в России большого числа ПГУ (парогазовых установок), внимание энергетиков направлено на совершенствование конструкций и повышение надежности котлов-утилизаторов, которые вырабатывают перегретый пар для турбогенераторов за счет тепла выхлопных газов ГТУ (газотурбинных установок).

Так сложилось, что в промышленной энергетике (металлургическая, нефтехимическая и другие отрасли) котлы-утилизаторы до сих пор не находят широкого применения. Между тем, утилизируемое тепло уходящих газов многочисленных нагревательных печей, сушильных установок и других топливоиспользующих агрегатов позволяет экономить миллионы Гкал тепловой энергии.

Котлы-утилизаторы, как и обычные котлы на органическом топливе, могут быть водотрубными или газотрубными. По принципу циркуляции воды различаются котлы-утилизаторы с естественной циркуляцией и прямоточные. По компоновке газоходов котлы-утилизаторы могут выполняться П-образными, Г-образными, башенными и горизонтальными. Кроме того, котлы-утилизаторы различаются по способу организации тяги: они могут работать под разрежением, под наддувом или с уравновешенной тягой.

Во всех случаях включение котлов-утилизаторов или их отключение не должно оказывать решающего влияния на основной технологический процесс.

При использовании низкотемпературных тепловых отходов (ниже 800–900 °C) применяют обычно конвективные газо- или водотрубные установки, а при использовании высокотемпературных (1100 °C и выше) – радиационно-конвективные и радиационные.

Крупнейшим изготовителем котлов-утилизаторов для российских предприятий многие годы оставался Белгородский завод энергетического машиностроения. В номенклатуре этого завода можно найти как небольшие («Г-150» паропроизводительностью 0,53 т/ч с параметрами

пара 0,5 МПа, 151 °C), так и достаточно мощные паровые котлы-утилизаторы («ПКК-100/45-200-5» паропроизводительностью до 100 т/ч с параметрами 4,5 МПа, 440 °C).

Первый из приведенных примеров – газотрубный котел с конвективными поверхностями нагрева, рассчитан на охлаждение газов от 360 до 168 °C при их расходе 2,3 м<sup>3</sup>/ч. Используются такие котлы-утилизаторы, например, в химической промышленности для охлаждения технологических газов с целью конденсации паров серы и получения насыщенного пара.

На рис. 1 показан более крупный котел СКУ-1/4, предназначенный также для охлаждения технологического газа и конденсации содержащейся в нем серы. Котел газотрубный, с горизонтальным расположением испарительных поверхностей, рассчитан на работу под наддувом 0,13 МПа. Образовавшийся пар проходит

сепарационное устройство 4 и подается в общую заводскую магистраль. Газ после конвертера первой ступени проходит через трубную доску 5 по трубам 3 и после трубной доски 2 выходит в газовую камеру 1.

Для стока сконденсированной серы котел имеет уклон 2° в сторону движения газов. Входная газовая камера 6, как и выходная 1, имеют разделительные стенки (котел по газам – двухходовой), а их поверхности облицованы шамотным кирпичом.

Второй пример – пакетно-конвективный паровой котел ПКК-100/45-200 (а также менее крупный ПКК-30) используется для установки за высокотемпературными нагревательными печами или для сжигания отбросных газов производства технического углерода (иногда совместно с дополнительным топливом). В этом случае объемный расход газов через котел составляет 140 тыс. м<sup>3</sup>/ч, причем расход

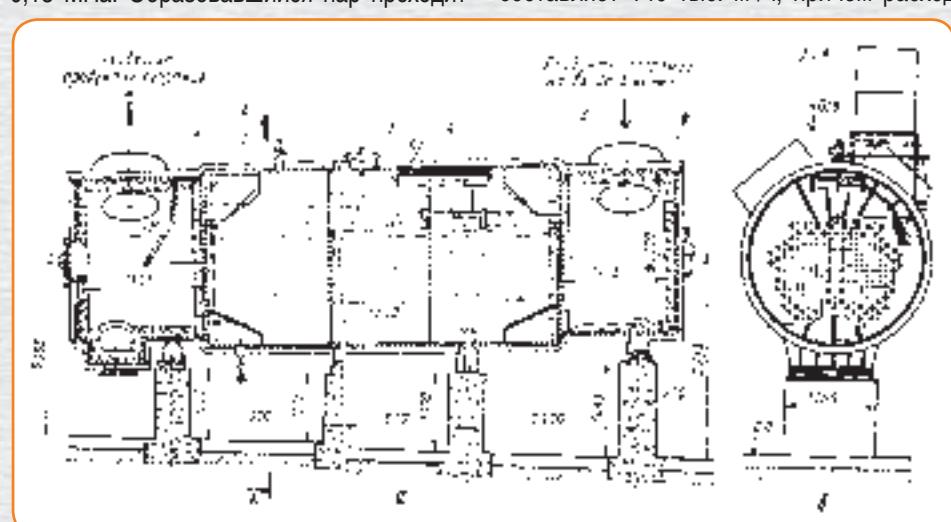


Рис. 1. Продольный (а) и поперечный (б) разрезы котла типа СКУ-1/4

отбросных газов, содержащих 16 % CO, может достигать 53 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

Конвективные поверхности нагрева у этого котла составляют 1718 м<sup>2</sup>, еще 564 м<sup>2</sup> – поверхность пароперегревателя. Для снижения температуры используемых газов от 1257 до 190 °С котел оборудован экономайзером (1422 м<sup>2</sup>) и воздухоподогревателем (5720 м<sup>2</sup>). Котел имеет естественную циркуляцию и выполнен по П-образной компоновке (рис. 2).

Особенностью таких котлов является наличие горелки 1, предназначенный для совместного или раздельного сжигания сажевого газа и высококалорийного газа. Сгорание происходит в выносном неэкранированном предтопке 2. Конвективные испарительные поверхности в виде ширм 5 размещены в верхней части камеры охлаждения 3. Змеевиковый пароперегреватель 4 расположен в пространстве, образованном изгибом ширм. Воздухоподогреватель 6 и экономайзер 7 размещены в опускном газоходе котла.

Важнейшей проблемой эксплуатации котлов-утилизаторов очень часто оказывается необходимость регулярной очистки поверхностей нагрева. Дело в том, что в отходящих газах печей и других высокотемпературных технологических агрегатов имеются частицы уноса, которые находятся в твёрдом, жидким или парообразном состоянии. Если температура газов за топкой или за рабочей камерой ( $t_{o,g}$ ) оказывается выше температуры плавления золы и обрабатываемого материала ( $t_{пл}$ ), то преобладающая часть уноса находится в парообразном состоянии. Но при  $t_{o,g} < t_{пл}$  основная часть уноса оказывается в твёрдом состоянии, что и приводит к образованию отложений на трубных пучках.

Другой причиной загрязнения конвективных поверхностей нагрева является шихтовый унос в виде сыпучих и связанных-прочных отложений. Сыпучие отложения при поперечном обтекании труб образуются в основном на тыльной стороне трубы в виде клина. Эти сыпучие отложения придают трубам обтекаемую форму и не увеличивают аэродинамического сопротивления трубных пучков.

Фронтальная часть труб подвержена ударам крупных частиц, поэтому на ней связанные отложения появляются лишь

при малых скоростях продуктов сгорания. Связанные отложения растут непрерывно в направлении, обратном движению продуктов сгорания, что приводит к увеличению сопротивления трубных пучков.

Другим важным отличием связанных отложений от сыпучих является их механическая прочность: связанные отложения характеризуются повышенной механической прочностью на сжатие (до 20 МПа), в то время как сыпучие легко удаляются при внешнем воздействии.

Понятно, что загрязнение поверхностей нагрева существенно ухудшает условия эксплуатации теплоиспользующих установок и значительно снижает их экономичность. Кроме того, увеличение аэродинамического сопротивления из-за внешнего загрязнения поверхностей нагрева часто приводит к ограничению нагрузки, так как запас тяговых механизмов по напору и производительности обычно ограничен. Именно это обстоятельство заставляет применять обдувочные устройства, дробе-, вибро- или импульсную очистку для защиты поверхностей нагрева от загрязнений.

На старых котлах-утилизаторах, работающих еще со времен СССР, до сих пор используются обдувочные устройства завода «Ильмарине». Эти аппараты обеспечивают динамическое давление, необходимое для удаления отложений: 200–250 Па – для неслipшихся или 400–500 Па – для уплотненных отложений.

На рис. 3 показан продольный разрез радиационно-конвективного котла УКЦМ-25/40, предназначенного для установки за отражательной медеплавильной печью на предприятиях цветной металлургии.

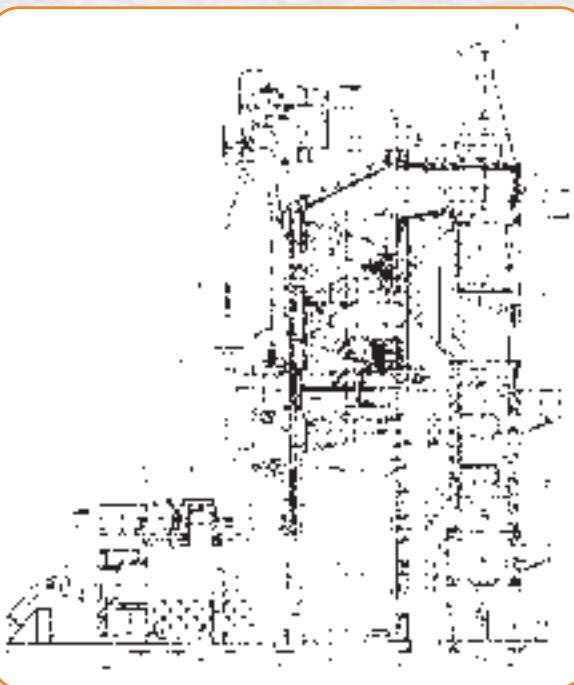


Рис. 2. Продольный разрез пакетно-конвективного котла

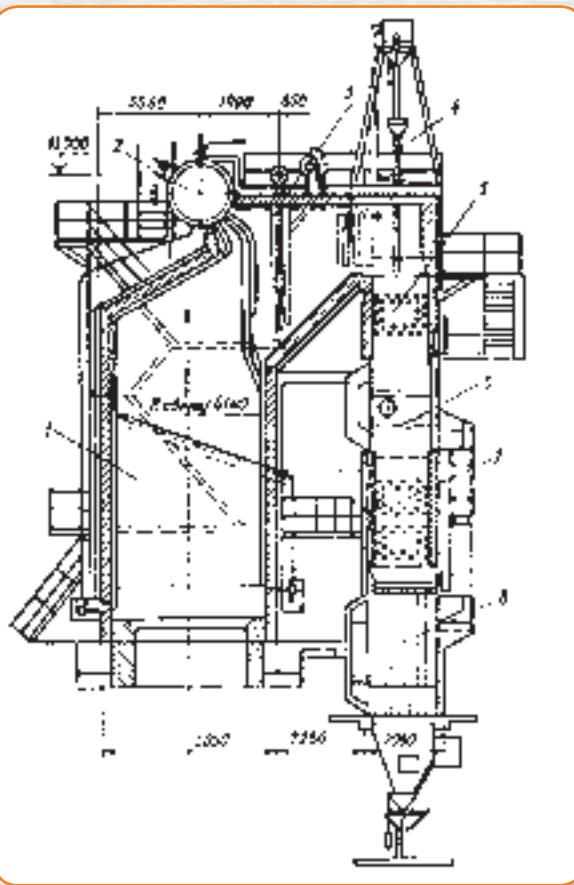


Рис. 3. Продольный разрез радиационно-конвективного котла типа УКЦМ-25/40

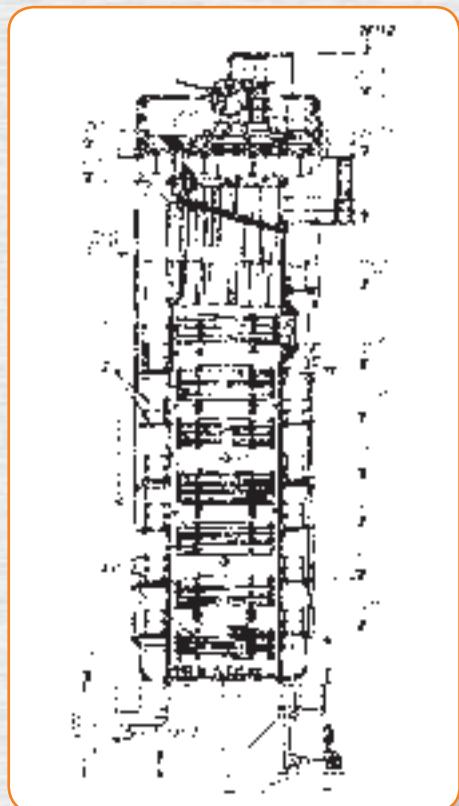


Рис. 4. Котел КСТК-35/40 для использования теплоты горячего кокса

Котел с естественной циркуляцией имеет паропроизводительность 25 т/ч при давлении 4 МПа и температуре перегретого пара 450 °С. Газы из отражательной печи с температурой 1250 °С подаются снизу топочной камеры 1 (точнее – экра-

нированного газохода, так как горелочные устройства в топке отсутствуют). Котел оборудован барабаном-сепаратором 2 и пароперегревателем 3.

Особенностью котлов такого типа, изготовленных на Барнаульском котельном заводе, является наличие дробоочистки 4, которая потребовалась для очистки поверхностей нагрева экономайзера (5 и 7) и воздухоподогревателя (6 и 8) от легкоплавкого шихтового уноса. Мелкодисперсность и игольчатая структура твердых частиц шихтового уноса при запыленности газов 20–30 г/м<sup>3</sup> вызывала образование уплотненных отложений даже при низких температурах. После 5–10 дней эксплуатации этих котлов-utiлизаторов приходилось отключать их для ручной очистки, а продукты сгорания направлять в обводные борова.

Кроме теплоты отходящих газов для получения пара в котлах-utiлизаторах, иногда используется непосредственно тепло технологического продукта. Так, например, при производстве кокса на выходе из печи, он имеет температуру 1100–1150 °С. Через этот кокс, опускающийся в камере-бункере, прокачивается сравнительно холодный нейтральный теплоноситель (CO<sub>2</sub> или N<sub>2</sub>), который, охлаждая кокс, нагревается. Перед тем, как этот теплоноситель снова поступит в камеру для сухого тушения кокса, его требуется охладить. Для этих целей и был разработан котел КСТК-35/40-100 (котел

сухого тушения кокса), показанный на рис. 4. Его паропроизводительность – 32 т/ч, давление пара – 4 МПа при температуре 440 °С. Котел – башенного типа, но с верхним подводом газов. Температура газов на входе – 800 °С, на выходе – 150 °С. По ходу газов (сверху – вниз) последовательно расположены пароперегреватель 1, испарительная поверхность нагрева 2, экономайзер 3. Расчетный расход газов через установку – 100 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

Из приведенного описания следует, что этот котел не просто использует тепло отходящих газов, а является непосредственно частью технологического процесса.

В заключение следует отметить: интенсификация технологических процессов и повышение единичной мощности печных устройств приводят к увеличению уровня температур в печи, и следовательно, – к повышению температуры отходящих газов. Эти производственные тепловые отходы представляют собой мощный резерв вторичных энергетических ресурсов, которые должны быть использованы для получения горячей воды и пара. Экономия невозобновляемого органического топлива за счет широкого внедрения котлов-utiлизаторов на предприятиях всех видов промышленности обеспечит снижение удельных затрат энергии на производство продукции до уровня, который уже достигнут в Японии, США и в большинстве европейских стран.

**FLOWSERVE** GESTRA

Тел./факс: +7 (495) 988-44-18, [www.alvas-eng.ru](http://www.alvas-eng.ru)

ООО «АЛВАС Инжиниринг» представляет на российском рынке немецкую компанию GESTRA AG. Компания основана в 1902 г. и на сегодняшний день является одним из мировых лидеров в производстве оборудования для пароконденсатных систем и котельной автоматики. Мы предлагаем нашим клиентам надежные комплексные решения, которые работают максимально эффективно и окупают затраты на их внедрение в сравнительно короткий срок.

Мы предлагаем следующие услуги:

- инжиниринг пароконденсатных систем
- обследование пароконденсатных систем на предмет их оптимизации
- разработка и внедрение энергосберегающих решений для пароконденсатных систем
- шеф-монтаж и пуско-наладка поставляемого оборудования
- гарантийное и послегарантийное обслуживание поставляемого оборудования



# ООО «АЛВАС Инжиниринг»

Поставляемое оборудование:

- конденсатоотводчики, смотровые стекла, оборудование для тестирования конденсатоотводчиков
- межфланцевые обратные клапаны, сильфонные запорные вентили, сетчатые фильтры, предохранительные клапаны, клапаны непрерывной и периодической продувки паровых котлов
- регулирующие клапаны на пар и воду, перепускные клапаны, редукционные клапаны
- современные средства автоматизации котельных установок: электродные датчики уровня, солесодержания, температуры, контроллеры
- системы контроля качества конденсата
- системы сбора/возврата конденсата, механические конденсатные насосы, сепараторы пара, отделятели пара вторичного вскипания, деаэраторы, охладители выпара, редукционные установки, системы утилизации пара вторичного вскипания



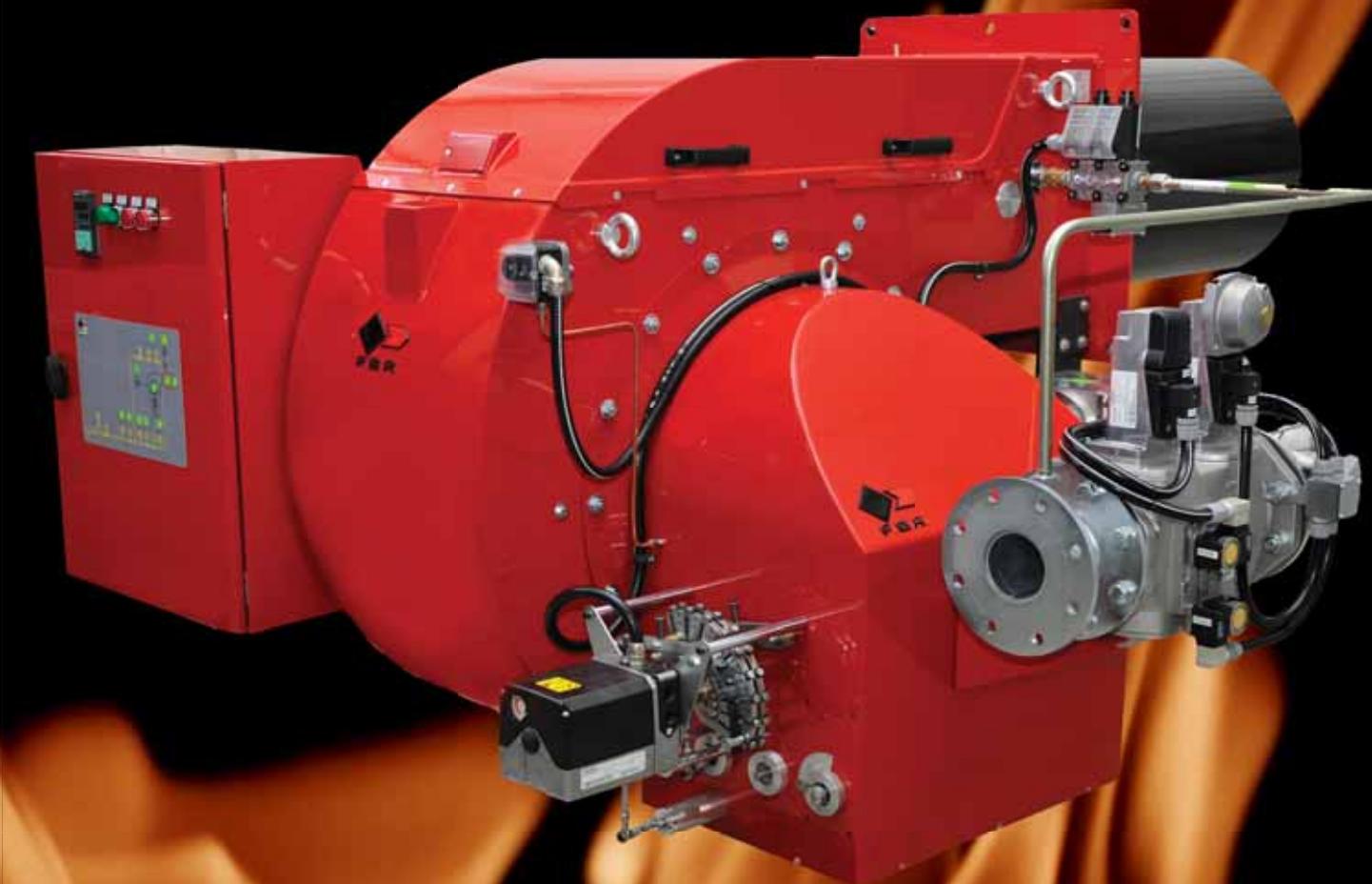
Реклама



*Мы приносим тепло!*

Горелки: газовые, дизельные, мазутные, газо-дизельные, газо-мазутные.

Мощностью от 23,7 кВт до 50 МВт  
Моноблочные и двухблочные



Официальный партнер компании F.B.R. Bruciatori S.r.l. в России:  
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

143400, Московская область, г. Красногорск, ул. Успенская д.3,

офис 304

Тел/факс.: +7 (495) 9806177

E-mail: [energogaz@energogaz.su](mailto:energogaz@energogaz.su)

[www.energogaz.su](http://www.energogaz.su)

**ЭнергоГаз**  
инжиниринг

# Удачная модернизация крупных водогрейных котлов

И. Рыжий

Уже более полувека проблема обеспечения теплом крупных жилых массивов в городах решается при помощи пиковых водогрейных котлов типа ПТВМ. Первоначально эти газомазутные котлы предполагалось использовать только в качестве пиковых, когда отборы теплофикационных турбин и сетевые нагреватели не могли обеспечить потребности систем центрального отопления. Поэтому первые конструкции котлов ПТВМ были максимально простыми.

Вся линейка котлов ПТВМ теплопроизводительностью от 50 до 180 Гкал/ч (34,9–209 МВт) была оборудована негазоплотными топочными камерами с верхним выходом дымовых газов (без дымососов). Обмуровка котлов была выполнена облегченной, с креплением к трубам. На двух экранах размещалось большое число горелок с индивидуальными вентиляторами (рис. 1). Нагрузка котла регулировалась отключением горелок.

Котлы получались недорогими в изготовлении и монтаже, но при эксплуатации возникали определенные трудности. Кроме того, такая компоновка не позволяла внедрить мероприятия, снижающие эмиссию NO<sub>x</sub> (например – рециркуляцию дымовых газов через горелки). Даже при проектной величине присосов температура уходящих газов достигала 188 °С при работе на газе и 250 °С – на мазуте.

При сжигании мазута на котлах ПТВМ наблюдалась высокая скорость низкотемпературной сернистой коррозии, в особенности – конвективного пакета. В результате срок службы металла труб поверхностей нагрева оказался чрезвычайно низким: для экранных труб он составлял 12–15 тыс. ч, а для конвективных – всего лишь 3–5 тыс. ч.

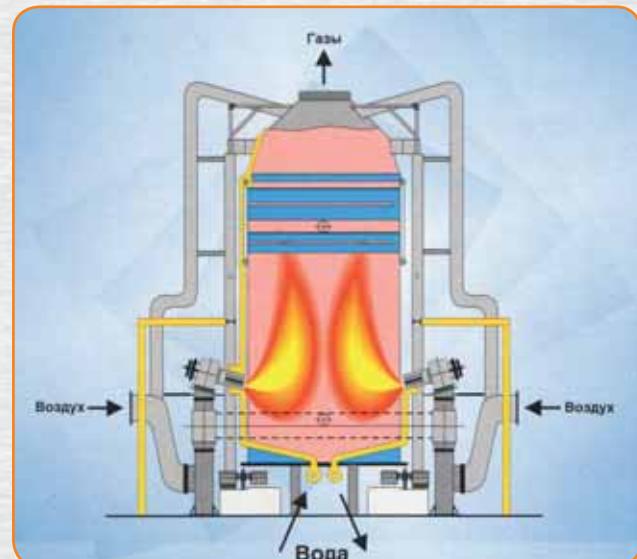
Отсутствие общего дутьевого вентилятора и большое количество индивидуальных вентиляторов на горелках без регулирующих органов подачи воздуха не позволяли внедрить на котлах ПТВМ систему автоматического регулирования процесса горения.

Работа котла на холодном воздухе (особенно при сжигании мазута) приводила к затягиванию процесса воспламенения, к сажеобразованию в факеле и к переносу горения топлива в зону конвективной поверхности нагрева.

Все это привело к тому, что в 80-х гг. в том же диапазоне мощностей был разработан новый водогрейный газомазутный котел типа КВ ГМ. В отличие от котла ПТВМ, он был выполнен по более привычной П-образной компоновке, имел общий дутьевой вентилятор и дымосос и был лишен основных недостатков своего предшественника.

Но на многих ТЭЦ и в крупных отопительных котельных остались сотни котлов ПТВМ, которые требовалось усовершенствовать для обеспечения нормальной эксплуатации. Многие проектно-конструкторские организации все последние годы работали над тем, чтобы с минимальными затратами усовершенствовать пиковые водогрейные котлы, повысить их надежность, экономичность и улучшить экологические характеристики.

Наиболее успешным можно признать проект комплексной модернизации, реализованный специалистами



ОАО «ЗИО – Подольск» и «ЗИОМАР». В обновленных котлах типа ПТВМ вместо экранов из труб 60×3 мм были использованы газоплотные экраны мембранныго типа из труб 60×4 мм. В результате были ликвидированы присосы холодного воздуха, что положительно сказалось на КПД котлов.

Взамен большого числа устаревших горелок (количество которых достигало 16 на котлах ПТВМ-100) были установлены малотоксичные вихревые горелки повышенной мощности (на котлах ПТВМ-120 число горелок сократилось до 6).

В верхней части топочной камеры замен тесных пучков из труб 28×3 мм была установлена конвективная поверхность

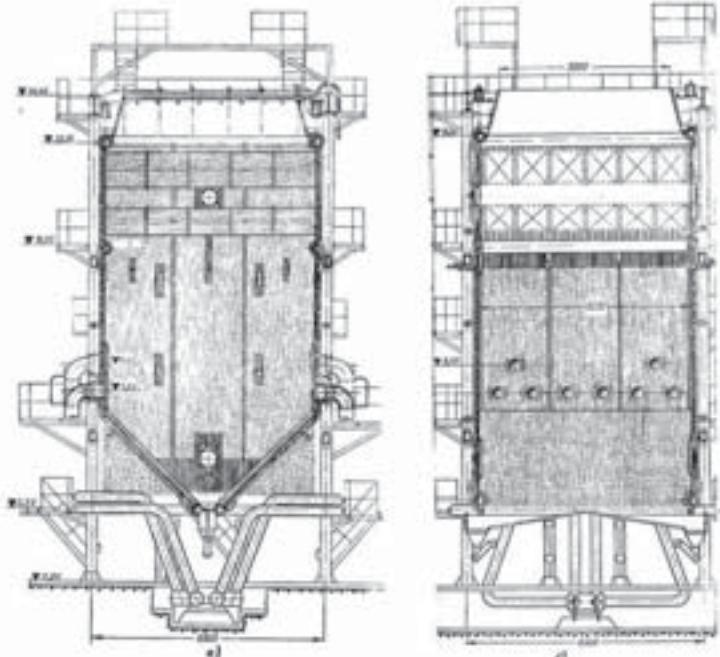


Рис. 1. Общий вид котла башенного типа ПТВМ-100 (а – продольный разрез; б – поперечный разрез)

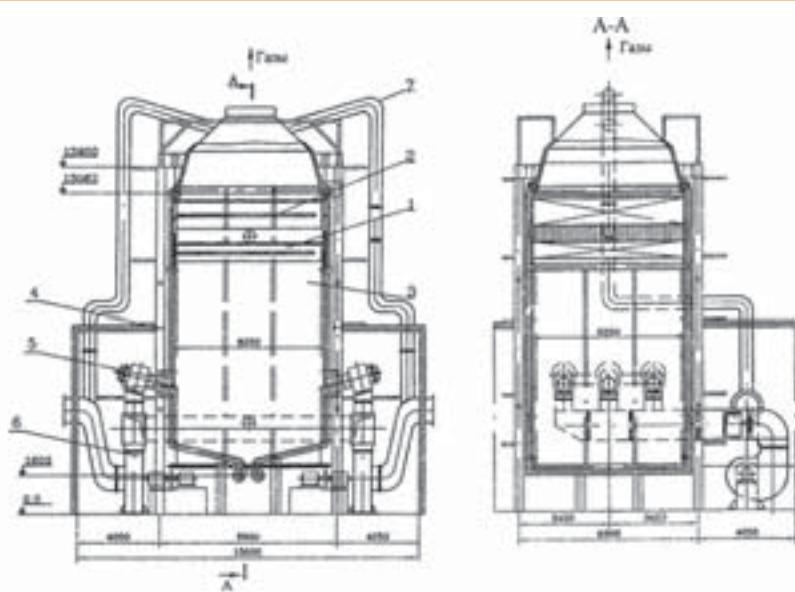


Рис. 2. Реконструированный котел ПТВМ-120 (1 – секция из мембранных панелей; 2 – секция из труб с наружным поперечным оребрением; 3 – мембранные экраны; 4 – балки жесткости; 5 – горелки (6 штук); 6 – вентилятор с приводом (2 штуки); 7 – газоход рециркуляции дымовых газов)

нагрева из труб увеличенного диаметра с продольным и поперечным наружным

оребрением. Ресурс новой конвективной поверхности (как и топочных экранов)

составил 100 тыс. ч, а температура уходящих газов снизилась до 80 °С (при работе котла на природном газе). Итогом более эффективного топочного процесса оказалось повышение КПД котла на 4 %.

Вместо устаревших дутьевых вентиляторов, которые устанавливались на каждой горелке, были использованы современные дутьевые механизмы с регулированием числа оборотов. И что особенно важно – модернизированный котел был оборудован схемой рециркуляции продуктов сгорания, которые отбирались из верхнего (выходного) короба и поступали на всос дутьевых вентиляторов (рис. 2). Это мероприятие позволило значительно снизить выбросы токсичных оксидов азота NO<sub>x</sub>.

Для подогрева дутьевого воздуха в зимнее время до положительной температуры котел был оборудован калориферной установкой, что также положительно сказалось на организации топочного процесса.

И, конечно, в соответствии с требованиями времени, модернизированный котел ПТВМ был оборудован автоматической системой управления процессом горения. Благодаря четкому соблюдению режимов эксплуатации было обеспечено дополнительное снижение расходов топлива и повышение надежности.

Убедительным доказательством правильности выбранной схемы модернизации котла ПТВМ-100 явились результаты испытаний аналогичного котла большей мощности (ПТВМ-180) на Норильской ТЭЦ. При сжигании газа на котле № 4 с новой конвективной поверхностью нагрева из оребренных труб оказалось возможным работать с нагрузкой до 200 Гкал/ч. При этом расход воды составлял 4350 м<sup>3</sup>/ч, температура перед и за котлом составляла, соответственно, 68 и 114 °С. Расход газа по прибору был равен 20 500 м<sup>3</sup>/ч, разрежение в верху топки – 5 мм вод. ст., а температура уходящих газов – 134 °С. Без рециркуляции, но с пониженным избытком воздуха в горелках концентрация NO<sub>x</sub> менялась от 120 до 160 мг/м<sup>3</sup>. Положительные результаты эксплуатации котла подтвердили экономическую эффективность модернизации.



Постановлением Правительства РФ № 7 от 8 января 2009 г. нефтяные компании обязаны к 2012 г. довести утилизацию попутного нефтяного газа до 95 %. Реализация этого требования привела к росту численности мини-ТЭЦ, возводимых непосредственно на месте добычи ПНГ, и в целом увеличила интерес к идее автономного теплоэлектроснабжения.

## Применение газотурбинных установок для утилизации ПНГ

А. Прудников

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – это ценнейшее топливо и сырье для нефтехимии, представляющее собой смесь различных газов, растворенных в нефти и поднимающихся на поверхность при ее добыче. В отличие от природного газа, который состоит в основном из метана, ПНГ содержит большое количество этана, пропана, бутана, сероводорода и других углеводородов. Сами по себе эти вещества являются ценным сырьем для переработки, сжигание их очень расточительно: по оценкам 2009 г., возможные потери от такого нерационального использования топлива превышают \$13 млрд в год. К тому же, при сжигании ПНГ образуется значительное количество вредных выбросов в атмосферу.

Наличие сероводорода в попутном газе создает большие трудности как при

промышленной разработке нефтяных месторождений, так и при утилизации этого газа в качестве бытового топлива. Это обусловлено, во-первых, высокой стоимостью большинства установок сероочистки и сопутствующего оборудования, а во-вторых – интенсивной коррозией трубопроводов, регулирующей арматуры, насосов и прочих узлов, которая возникает даже при относительно небольшом содержании сероводорода ( $H_2S < 1\% \text{ об.}$ ). В результате оказывается предпочтительнее утилизация ПНГ путем создания автономных мини-ТЭЦ в районе нефтяных разработок.

С 2013 г. в стране ожидается кратное повышение штрафных санкций за сжигание попутного нефтяного газа. Крупнейшие компании отрасли в основном успевают по срокам, анонсируя

завершение работ по утилизации ПНГ в самое ближайшее время. По состоянию на март 2012 г., идея утилизировать попутный газ с помощью теплоэлектрогенерирующих мощностей нашла главный тренд в создании газотурбинных теплоэлектростанций (рис. 1). Применение в качестве утилизаторов газопоршневых установок, мини-ТЭЦ на базе топливных элементов, паровых мини-турбин и других видов генераторов получило эпизодическую реализацию.

Ниже, в качестве своеобразного обзора реализованных проектов, будут рассмотрены некоторые примеры использования газотурбинных установок (ГТУ), вырабатывающих тепловую и электрическую энергию из попутного нефтяного газа.



Рис. 1

### Газотурбины для месторождений Уватского проекта

В Тюменской области компания ТНК-ВР вводит три энергокомплекса на месторождениях Уватского проекта. Первая газотурбинная электростанция уже позволяет проанализировать опыт работы: ее первая очередь мощностью 20 МВт введена в эксплуатацию на Усть-Тегусском месторождении в феврале 2011 г. в рамках долгосрочной программы по утилизации попутного нефтяного газа. Она обеспечивает электроэнергией объекты нефтедобычи Восточного Увата, не имевшие ранее доступа к энергетической инфраструктуре и функционировавшие в автономном режиме. Управление станцией осуществляется с единого диспетчерского пункта, с которого можно контролировать параметры абсолютно всех систем, включая работу запорно-регулирующей арматуры, насосных групп и т.д. Запуск газотурбинных установок производится со шкафов управления; наблюдение за технологическими процессами осуществляется в режиме реального времени с помощью мониторов. Кроме того, аппаратура записывает всю информацию и хранит ее в течение года.

Жидкость, добываемая на скважинах, поступает в центральный пункт сбора нефти, где происходит ее переработка на трехфазном сепараторе до нефти, газа и воды. Нефть направляется на дальнейшую переработку для подготовки ее

к товарному виду. Вода закачивается в пласт для поддержания давления. А газ поступает на ГТЭС под давлением 2,7 кгс/см<sup>2</sup>. На сепараторах электростанции происходит дальнейшая очистка – тяжелые фракции углеводородов и вода отделяются, чистый газ поступает на компрессоры, где давление газа повышают до 18 кгс/см<sup>2</sup>. После этого газ отправляется в 25-кубовые ресиверы,

от которых подается в машинный зал на четыре турбины, дополнительно фильтруется и разогревается до 80 °С. Подачу топлива для выработки электроэнергии регулирует автоматика.

Основная энергия попадает на повышительную подстанцию, уходит на распределительные сети и направляется на кусты и промыслы; около 1 МВт получаемой энергии станция тратит на собственные нужды. Всего четыре турбинные установки потребляют попутный газ в объеме 5 300 м<sup>3</sup>/ч.

Ввод в 2012 г. второй очереди ГТЭС мощностью 35 МВт позволит ТНК-Уват выйти на уровень утилизации газа на новых месторождениях до 95 %, как того требует действующее законодательство. Более того, использование собственной генерации позволит в 8 раз снизить расходы ТНК-ВР на выработку электроэнергии. В ближайшем будущем планируется

строительство еще двух энергокомплексов общей мощностью 70–80 МВт.

### ГТЭС на Приобском месторождении

В рамках реализации программы, направленной на погашение всех ныне действующих факелов до 2015 г., компания «Роснефть» построила газотурбинную тепло-электростанцию мощностью 315 МВт на левобережной части Приобского месторождения (РН-Юганскнефтегаз) в 70 км от г. Ханты-Мансийск. ГТЭС обеспечит надежное электроснабжение объектов добычи нефти и газа на месторождении, улучшит экологическую обстановку в регионе, а также поможет столице Югры с энергоснабжением.

Мощность первого пускового комплекса составила 135 МВт, второго – 45 МВт. В декабре 2011 г. сдан третий пусковой комплекс мощностью 135 МВт. Таким образом, всего на станции установлено семь газотурбинных установок Siemens SGT-800 простого цикла мощностью по 45 МВт каждая и ежегодным суммарным потреблением топлива около 700 млн м<sup>3</sup>. Энергоблоки имеют цеховое исполнение и размещаются в здании из легкосборных конструкций. Тепловую энергиюрабатывают четыре водогрейных котла Vitamax 200 производства компании Viessmann (Германия).

### ГТЭС Красноленинского месторождения

На Красноленинском месторождении (Тюменская область) с целью обеспечить электроэнергией объекты нефтепромысла введена новая газотурбинная электростанция мощностью 48 МВт, использующая в качестве топлива попутный нефтяной газ с эффективностью его утилизации 95 %. Заказчиком и генподрядчиком проекта является компания «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь», головным поставщиком оборудования – ОАО «Авиадвигатель». В состав электростанции входит четыре энергоблока ЭГЭС-12С, созданных на базе газотурбинных установок ГТУ-12ПГ-2 (разработчик – ОАО «Авиадвигатель», производитель – Пермский моторный завод). Из-



Рис. 2

готовление и агрегатирование энергоблоков осуществило ЗАО «Искра-Энергетика», выполнившее также внутриблочный монтаж энергоблоков ЭГЭС-12С и пусконаладку поставленного оборудования. В функции же ОАО «Авиадвигатель» входит техническое сопровождение эксплуатации оборудования в течение всего жизненного цикла ГТЭС: это постоянное обеспечение запасными частями, мониторинг технологических процессов и выполнение всех (в том числе капитального) видов ремонтов оборудования.

Это уже четвертая электростанция, построенная ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» на базе пермских газотурбинных установок. Первая ГТЭС мощностью 72 МВт была введена на Ватьеганском месторождении в начале 2008 г., вторая – Тевлино-Русскинская ГТЭС-48 (мощностью 48 МВт) – в 2009 г. Также в рамках реализации программы по утилизации ПНГ была построена ГТЭС-24 на Пякяхинском нефтегазоконденсатном промысле. В планах ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» строительство еще двух ГТЭС суммарной мощностью 96 МВт с пермским оборудованием, которые должны быть введены в строй в 2012 г. В отличие от ранее построенных ГТЭС на базе ГТУ-12ПГ-2, эти электростанции будут применяться в комбинированном цикле (ГТУ-ТЭЦ), что повысит эффективность использования топливного газа и снизит себестоимость выработки тепла и электроэнергии. Таким образом, западносибирский «ЛУКОЙЛ» до конца 2012 г. собирается завершить все работы по реализации программы утилизации ПНГ и выйти на требуемый уровень 95 %.

### Электростанция Салымской группы месторождений

На Западно-Салымском месторождении, расположенном в Ханты-Мансийском автономном округе в 190 км от г. Нефтеюганска, была введена газотурбинная установка Titan 130 производства Solar Turbines Inc., дочерней компании Caterpillar Inc. (США) для обеспечения



Рис. 3

электроэнергией нефтяной инфраструктуры ОАО «Салым Петролеум Девелопмент Н.В.» (совместного предприятия компаний «Шелл Салым Девелопмент Б.В.» и НК «Эвихон», подразделением «Сибирь Энерджи»). Эта одновальная газовая турбина обладает мощностью 15 МВт и электрическим КПД 35,2 %. Основным топливом для установки является попутный нефтяной газ, резервным – дизельное топливо. Режим работы – базовый. Энергоблок установлен в легко-сборном здании, проект которого разработан фирмой «Гипротюменьнефтегаз».

Это уже четвертая электростанция на Салымской группе месторождений. В 2008 г. были введены в эксплуатацию 3 аналогичных энергоблока для разработок «Салым Петролеум Девелопмент»: на Западно-Салымском, Верхне-Салымском и Ваделыпском месторождениях.

### Мобильные ГТЭС из Украины

В Ямalo-Ненецком автономном округе силами НПФ «Недрпроект» по заказу ЗАО «Роспан Интернейшнл» (ТНК-BP) ведется реконструкция газотурбинных электростанций на Восточно-Уренгойском и Ново-Уренгойском лицензионных участках, в рамках которой поставлены и введены в эксплуатацию мобильные газотурбинные электростанции ПАЭС-2500 (производство «Мотор Сич», Украина). Модель ПАЭС-2500 – контейнерного исполнения, установленная на самостоятельном шасси, создана на базе двигателя ГТЭ-МС-2,5 (единичной электрической мощностью 2,5 МВт) и генератора СГС-14-100-6У2. Система автоматизации собрана НПП «Ав-

томатизация технологий» (г. Запорожье). Станция работает в базовом режиме, как в параллель с системой, так и локально. После завершения реконструкции на каждом участке будут совместно работать по две новых ПАЭС-2500 и по две ГТЭС старой модификации. Срок реализации данного проекта – 2013 г.

Также ООО «Недрпроект» по заказу ОАО «Томскгазпром» поставила две мобильные газотурбины ПАЭС-2500 на Северо-Останинское месторождение, расположенное в Парабельском районе Томской области. В 2010 г. данное месторождение было введено в пробную эксплуатацию, которая продлится до конца 2013 г. Сейчас здесь реализуется программа эксплуатационного бурения и доразведки, с тем чтобы получить информацию для подсчета запасов и составить технологическую схему разработки.

### ГТЭС Ярактинского нефтегазоконденсатного месторождения

В марте 2012 г. ОАО «Авиадвигатель» выполняет поставки оборудования первой и второй очереди строительства Ярактинской газотурбинной электростанции. Контракт, заключенный с Иркутской нефтяной компанией, предполагает поставку двух ГТЭС Урал-6000 (мощностью 6 МВт каждая) с КРУ для связи с внешними сетями распределения электроэнергии, а также с полем загрузочных сопротивлений для сброса части энергии в период минимального энергопотребления заказчиком. ГТЭС Урал-6000 (рис. 2) будут работать в простом цикле, без выработки тепла. В перспективе возможна установка водогрейных теплообменников. Энергоблоки будут синхронизированы с ранее установленными ПАЭС-2500Г. Ввод объекта в эксплуатацию намечен на II квартал 2012 г.

### ГРЭС Нижневартовского месторождения

В рамках реализации проекта строительства нового энергоблока Нижневартовской ГРЭС мощностью 400 МВт (Ханты-Мансийский автономный округ),

осуществляемого ОАО «Технпромэкспорт», компания General Electric поставила технологии комбинированного цикла для утилизации факельного газа (рис. 3). Основное техническое оборудование включает газовую турбину Frame 9FA, паровую турбину 109D-12 и соответствующую генераторную установку для ПГУ 400 МВт. GE также обеспечит сервисное обслуживание своей техники. Электростанция будет работать на очищенном попутном газе с месторождений ТНК-ВР; в коммерческую эксплуатацию новые мощности будут запущены в середине 2013 г.

### ГТЭС Игольско-Талового месторождения

В конце прошлого года ОАО «Сатурн – Газовые турбины» (г. Рыбинск) по заказу компании «Томскнефть» ввело в

эксплуатацию ГТЭС-12 на Игольско-Таловом месторождении, в основе которой – два газотурбинных агрегата единичной электрической мощностью 6 МВт каждый, работающие на попутном нефтяном газе. Электростанция работает в простом цикле, обеспечивая электроэнергией собственные нужды нефтяного месторождения. В агрегатах применен газотурбинный двигатель ГТД-6РМ (производства НПО «Сатурн», рис. 4) и генератор ТК-6-2РУХЛ (ОАО «Привод»). Номинальная базовая мощность двигателя составляет 6,08 МВт; максимальная мощ-



Рис. 4

ность при отрицательных температурах – 7,2 МВт. Генеральным проектировщиком ГТЭС-12 выступило ОАО «Звезда Энергетика» (Санкт-Петербург).

**БЕЛОГОРЬЕ**  
**БЕЛОГОРЬЕ**

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОТОПЛЕНИИ**  
**КОТЛЫ      ГОРЕЛКИ      КОТЕЛЬНЫЕ \***

*\*Товар сертифицирован*

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
**БЕЛОГОРЬЕ**

309291, Россия, Белгородская обл., г. Шебекино, ул. Октябрьская, 11, тел/факс: (47248) 2-56-88,  
 тел/факс: (47248) 2-56-83, 2-55-84, e-mail: [whitehills@belgts.ru](mailto:whitehills@belgts.ru), [www.zao-belogorye.ru](http://www.zao-belogorye.ru)

# Новости когенерации

## Мини-ТЭЦ на основе узлов бронетанковой техники

«Конструкторское бюро транспортного машиностроения» (КБТМ, г. Омск) разработало мобильную газотурбинную мини-электростанцию контейнерного типа «Вулкан 800-1500». Данная мини-ТЭЦ создана на базе ряда узлов и технологий бронетанковой техники, включая газотурбинный двигатель ГТД-1250, применявшийся на Т-80У (основном боевом танке времен СССР), и детали трансмиссии. Базовая модификация

электростанции предназначена для нужд МЧС; работая на жидкое топливо, она вырабатывает до 800 кВт электрической и до 1500 кВт тепловой энергии. В настоящее время идут испытания опытного образца, к концу 2012 г. планируется обеспечение полной автоматизации установки. Также в планах предприятия – создание модификаций для длительной работы на природном и попутном нефтяном газе.

## Когенерация от «Рационала»

На прошедшей в феврале выставке Aqua-Therm Moscow 2012 на стенде компании «Рационал» было представлено когенерационное оборудование нового поколения: это серийно выпускаемые установки РАЦИОНАЛ MOD 10 электрической мощностью 100 кВт и тепловой – 138 кВт, изготовленные на основе двигателя EO836 LE202 производства MAN, и установки РАЦИОНАЛ RAM 30 электрической мощностью 306 кВт и тепловой – 415 кВт, выпускаемые на базе двигателя Perkins 4006-23 TRS1. Энергоблоки имеют КПД 88,1 и 90 % соответственно; установки MOD с моторами MAN работают на природном газе с метановым числом не менее 80, для установок RAM с моторами Perkins этот показатель составляет 75.



## Утилизация ПНГ с помощью микротурбин Capstone

Компания «БПЦ Инжиниринг» осуществила поставку второй очереди оборудования в рамках строительства автономной микротурбинной электростанции на Никольском нефтяном месторождении (Саратовская область), разрабатываемом ОАО «Богородскнефть».

Строительство электростанции ведется с целью утилизации попутного нефтяного газа новых скважин нефтепромысла для энергообеспечения пункта сбора нефти. Применение микротурбин Capstone, способных работать со сложным газом, позволило отказаться от строительства специальной системы газоочистки электростанций. Благодаря использованию специальных антикоррозийных материалов в их конструкции, они могут работать на жирном газе, в том числе с переменным компо-



нентным составом, различной теплотворной способностью и содержанием сероводорода до 7 % без снижения ресурса и риска повреждения двигателя. При использовании в качестве топлива бросового попутного газа микротурбины обеспечивают низкую себестоимость собственной электроэнергии – порядка 0,9–1,2 руб. за кВт·ч, и быстрый возврат инвестиций (в течение 3–5 лет). Первая очередь оборудования электростанции, включающая две микротурбины Capstone C65 со встроенными теплоутилизаторами совокупной электрической мощностью 130 кВт, была запущена в промышленную эксплуатацию в сентябре 2011 г. Тепловая энергия от работающих микротурбин используется для подогрева нефти. Второй очередью на объект были поставлены микротурбинные установки Capstone C600 электрической мощностью 600 кВт и C65 электрической мощностью 65 кВт. Их запуск в эксплуатацию планируется в третьем квартале 2012 г. Шеф-монтаж, пусконаладку оборудования, а также обучение обслуживающего персонала в рамках проекта выполняет «БПЦ Инжиниринг». По завершении строительства электростанция сможет утилизировать ежегодно более 2,3 млн м<sup>3</sup> попутного газа Никольского месторождения непосредственно на месте добычи. Ее совокупная электрическая мощность составит 795 кВт, тепловая – 240 кВт.

## Газопоршневые электростанции на попутном нефтяном газе

Компания «Звезда-Энергетика» подписала контракт с ОАО «Зарубежнефть» на производство и поставку газопоршневых электростанций, работающих на попутном нефтяном газе, суммарной электрической мощностью 9,2 МВт. Электростанции будут работать в параллель с существующей энергосистемой, поставленной ОАО «Звезда-Энергетика» в 2010 г. и состоящей из шести дизельных электростанций (ДЭС) единичной мощностью 1800 кВт и четырех ДЭС единичной мощностью 1000 кВт.

ОАО «Звезда-Энергетика» также осуществило переход данного дизельного комплекса на двухтопливный режим работы при помощи системы ComUp, а в марте текущего года – поставило для центрального пункта сбора нефти Висового месторождения шесть газопоршневых электростанций «Звезда ГП-1540ВК-02М3» единичной мощностью 1,5 МВт на базе двигателей Cummins, вспомогательный модуль ГРЩ, а также блок подготовки газа. В дальнейшем специалисты компании выполняют на объекте шеф-монтажные и пусконаладочные работы.

## Когенерация в Альметьевске

Компания «Энерготех» построит и введет в эксплуатацию три мини-ТЭЦ суммарной электрической мощностью 24 МВт и тепловой 20 Гкал в г. Альметьевск (Республика Татарстан). В сентябре 2011 г. был подписан соответствующий контракт с ОАО «Татнефть», в рамках которого «Энерготех» выступает генеральным проектировщиком и генеральным подрядчиком строительства, а также осуществляет ввод всех трех электростанций в эксплуатацию на условиях «под ключ». В качестве генерирующего оборудования используются газопоршневые агрегаты немецкого производителя MWM марки TCG 2020 V20 единичной мощностью 2 МВт<sub>Эл</sub>; генерируемая электрическая и тепловая мощность будет выдаваться во внешние тепловые и электросети г. Альметьевска. На данный момент полностью завершено предпроектное обследование площадок строительства, ведется изготовление 12

газопоршневых агрегатов TCG 2020 V20 на производственных мощностях MWM в г. Маннхайм (Германия). В соответствии с календарным планом реализации проекта строительные работы начались в феврале 2012 г. параллельно на всех трех площадках.



## Автономная ТЭС в Перми



На пермском предприятии «Фирма Сатурн» силами компании «Энергопланнер» введена ТЭС на базе двух микротурбинных установок Capstone C65 (мощностью по 65 кВт), которые оснащены утилизаторами тепла, используемого для отопления объекта. Энергоблок из двух микротурбин в режиме номинальной мощности выделяет около 230 кВт тепла; недостающую в зимний период теплоэнергию вырабатывает каскад из восьми настенных газовых котлов Thermona DUO 50T. Каскадное решение позволяет мгновенно реагировать на изменения в количестве тепла, утилизируемого с микротурбин, поддерживая стабильное теплоснабжение объекта. Топливом для мини-ТЭС на первом этапе является сжиженный газ (пропан), в дальнейшем планируется переход на сетевой природный газ.

### ГТУ для нужд Сахалина

На Сахалин для строительства нового энергоблока Южно-Сахалинской ТЭЦ-1 доставлен газотурбинный агрегат ГТА-6 РМ производства «Сатурн – газовые турбины» (г. Рыбинск, Ярославская обл.). Для его доставки потребовалось 11 железнодорожных платформ: груз с нестандартными габаритами, включая партию повышенной сложности с длиной элементов до 11 м, отправлялся со станции Шлюзовая Северной железной дороги, и по прибытии в порт Ванино платформы с оборудованием в несколько этапов были переправлены в г. Холмск Сахалинской обл. Общая протяженность маршрута составила 9 тыс. км. Оборудование для строительства нового энергоблока Южно-Сахалинской ТЭЦ-1, которое ведется в рамках Федеральной целевой программы «Социально-

экономическое развитие Дальнего Востока и Забайкалья до 2013 г.», доставила на Сахалин «Первая грузовая компания». Запуск в эксплуатацию нового энергоблока запланирован на I квартал следующего года.

Газотурбинные агрегаты ГТА-6 РМ собираются на базе серийных, сравнительно дешевых, авиационных двигателей Д-30КУ/КП, которые эксплуатируются также на массовых самолетах ИЛ-62М, ТУ-154М и ИЛ-76. Агрегаты выпускаются в блочно-модульном и цеховом (станционном) исполнении и могут эксплуатироваться при одиночной работе, или в комплексе с турбогенераторами разных серий, водогрейными или паровыми котлами-утилизаторами.

### Новые газотурбины из Рыбинска

В 2012 г. в г. Рыбинске (Ярославская область) начнется строительство завода по сборке газотурбинных установок. Соответствующее соглашение подписано между госкорпорацией «Ростехнологии», ОАО «Интер РАО ЕЭС» и компанией General Electric (США). Изготовлением непосредственно двигателей будет заниматься ООО «Русские газовые турбины», дочернее предприятие компании GE. Здесь планируется собирать двигатели PG6111FA мощностью 77 МВт для применения в энергетической отрасли России. Объем производства на начальном этапе составит 14 установок в год. Выпуск первой ГТУ планируется в первой половине 2014 г. Инвестиции в проект составят ориентировочно 5 млрд руб.

### Генераторы Generac

На выставке «Мир климата 2012» компания «Газ Регион Инвест» представила газовые электрогенераторы с воздушным охлаждением Generac серии SG. Линейка включает 13 моделей на базе двигателей Ford (SG35, SG45, SG50, SG60, SG70, SG80, SG100, SG130, SG150) и Hino (SG175, SG200, SG250, SG300) мощностью соответственно от 35 до 300 кВт, работающих на пропан-бутане и метане. Уровень шума для электрогенераторов на базе Ford составляет от 65 до 80 дБ, для энергоблоков на базе Hino – 90 дБ.



### Обновленные дизель-генераторы FG Wilson

В январе 2012 г. на заводе компании FG Wilson (Engineering) Ltd. в г. Ларн (Северная Ирландия) началось производство обновленных дизель-генераторов FG Wilson. Модернизация коснулась дизельных электростанций для резервного режима работы мощностью от 176 до 220 кВт (модели P220HE2, P250HE2 и P275HE2).

Изменения связаны с оптимизацией отдельных систем ДГУ, в частности систем охлаждения и выхлопа, а также с доработками, позволяющими упростить техническое обслуживание данных моделей.



## Коалесцентные фильтры GE

В феврале 2012 г. компания GE представила новые коалесцентные фильтры TS1000 для газовых турбин, призванные сократить эксплуатационные расходы даже в суровых погодных условиях. В основе TS1000 лежит технология, позволяющая пропускать песок и пыль, не забивая при этом сам коалесцентный фильтр, вследствие чего TS1000 не требует частой замены и тем самым дает турбине возможность дольше работать без техобслуживания. В случае засорения фильтра его коалесцирующие свойства восстанавливаются простым мытьем водой. Коалесцентные фильтры выводят влагу в

воздушном потоке, в дальнейшем обеспечивая защиту последующего фильтра и турбины, что особенно важно в среде с высоким уровнем влажности. Удаление влаги осуществляется путем объединения и утяжеления молекул воды, что позволяет им стекать, а не попадать в воздушный поток. Коалесцентный фильтр TS1000 обеспечивает до 99 % эффективности, уменьшая капли воды до 10 микрон.



## Новый «Энергоцентр» Саткинской промплощадки

Группа «Магнезит» завершила строительство «Энергоцентра» мощностью 25 МВт на базе Саткинской производственной площадки (г. Сатка, Челябинская область). Его запуск состоится весной текущего года. Проект ориентирован на перспективное развитие Саткинской промышленной площадки и является составной частью программы повышения энергоэффективности производства. Реализация проекта, с учетом действующих мощностей, позволит «Магнезиту» обеспечить более половины собственных потребностей в электроэнергии, а также существенно сократить долю расходов на электроэнергию в себестоимости большинства видов выпускаемых оgneупоров. «Энергоцентр» включает две промышленные площадки, где расположены шесть газопоршневых установок GE Jenbacher, поставленных компанией «ИНТМА» (Москва). Тепло двигателей будет направлено для получения горячей воды и обеспечения производственных объектов тепловой энергией.

## Новые газопоршневые двигатели Kawasaki

Компания Kawasaki Heavy Industries Ltd (Япония) представила новые версии газопоршневых двигателей KG-12V и KG-18V. Работы по модификации проводились в рамках программы компании Green Gas Engines. В результате, по сравнению с базовыми моделями, КПД двигателей увеличился на 0,5 % и составил 49 %. В настоящее время это самый высокий показатель в мире для двигателей данного класса мощности. Мощность KG-12V составляет 5200 кВт; двигателя KG-18V – 7800 кВт. Двигатели оснащены высокоеффективным турбонагнетателем с изменяемой геометрией потока нагнетаемого воздуха. Кроме того, они обеспечивают низкие уровни эмиссии CO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> (менее 200 ppm при 0 % O<sub>2</sub>), что позволит электростанциям на их основе соблюдать самые жесткие экологические требования по эмиссии в любом регионе мира.

**ЛАиН Технологии**



**КОТЕЛЬНЫЕ EnergyPoint**

**ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ EnergyPoint**

**РЕЗЕРВУАРЫ EnergyPoint**

ООО «ЛАиН Технологии»  
127566, г. Москва, Алтуфьевское ш., д. 48., к. 2  
Тел./факс: +7 (495) 620-59-37, 973-66-51  
E-mail: [laintech@mail.ru](mailto:laintech@mail.ru)  
[www.laintech.ru](http://www.laintech.ru)  
[www.energypoint.ru](http://www.energypoint.ru)

# Конденсационные котлы повышенной мощности

Сегодня в ассортименте многих западных производителей теплотехники представлены конденсационные котлы мощностью до 100 или более кВт. На их основе можно создавать каскадные системы мощностью от 400 кВт до нескольких МВт. Использование таких систем для теплоснабжения многоквартирных жилых домов, административных зданий, школ, больниц и т. д. позволяет значительно сократить расходы, связанные с закупкой энергоносителей. В данном обзоре представлены серии конденсационных котлов, включающие модели мощностью до 100 кВт и более.

## ACV

Серия котлов Prestige Solo включает три модели максимальной полезной мощностью от 48,4 до 116,6 (60/80 °C). Котлы работают на природном газе и могут быть перенастроены на пропан. Они оборудованы теплообменником из нержавеющей стали, модуляционной горелкой предварительного смешения, закрытой камерой сгорания с коаксиальным или раздельным дымоходом. При нагрузке 30 % КПД котлов достигает 107,8 или 107,9 %. Максимальное рабочее давление котла – 4 бара, максимальная рабочая температура – 90 °C. На базе котлов Prestige Solo могут быть собраны каскады, включающие до 8 агрегатов. Для организации ГВС к котлу может быть подключен бойлер.

43,6 до 94,1 кВт (30/50 °C) и от 39,8 до 86,2 кВт (60/80 °C). Котлы оборудуются спиральным теплообменником, горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали, закрытой камерой сгорания с раздельным или коаксиальным дымоходом. Они работают на природном газе и могут быть перенастроены на сжиженный. Кроме того, модели полностью адаптированы для российских условий и стablyно работают при пониженном давлении газа (до 5 мбар), низком давлении и расходе воды. При максимальной мощности КПД котлов может составлять от 105,6 до 109,5 % (30/50 °C) или от 96,2 до 99,4 % (60/80 °C). Максимальное рабочее давление – 6 бар, максимальная температура отопления – 85 °C. На базе котлов GENUS PREMIUM HP можно создавать каскады до восьми агрегатов. Для организации ГВС к котлам подключаются внешние бойлеры.

## Ariston



Серия котлов GENUS PREMIUM HP от Ariston включает четыре модели с максимальной теплопроизводительностью от



сериями Power HT и Power HT 230-320. Эти котлы предназначены для работы на природном или сжиженном газе. Они оборудуются модуляционной горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали и закрытой или открытой камерой сгорания. Первая серия включает шесть моделей максимальной полезной мощностью от 48,7 до 162 кВт (50/30 °C) и от 45 до 102 кВт (75/60 °C), КПД – от 107,5 до 107,6 % (50/30 °C) или от 97,2 до 97,4 % (80/60 °C). Максимальные рабочие давление и температура – 4 бара и 90 °C, соответственно. В качестве топлива котлы используют природный или сжиженный газ. Они оснащены теплообменником и модуляционной горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали и закрытой камерой сгорания с коаксиальным или раздельным дымоходом. Напольные конденсационные газовые котлы в ассортименте BAXI представлены

от 97,9 до 98 % (80/60 °C). Котлы оборудуются теплообменником из сплава алюминия с кремнием, максимальное рабочее давление – 4 бара, максимальная рабочая температура – 90 °C. Котлы Luna HT Residential и Power HT можно объединять в каскады по 12 агрегатов, котлы Power HT 230-320 – по 16. Ко всем перечисленным выше теплогенераторам можно дополнительно подключить бойлер для организации ГВС.

### Beretta

Компания Beretta выпускает настенные конденсационные котлы серии Power Plus, включающей три модели. Их максимальная полезная мощность – от 48,5 до 96,8 кВт (30/50 °C) или от 44,2 до 88,3 кВт (60/80 °C). Котлы оборудуются биметаллическим теплообменником из нержавеющей стали и меди и горелкой предварительного смешения, работающей на природном и сжиженном газе. Модели Power Plus 100 M и S состоят из двух независимых тепловых блоков, которые объединены в одном корпусе и могут работать как вместе, так и порознь. При максимальной мощности КПД агрегатов составляет 107,7 % (30/50 °C) и 98,2 % (60/80 °C). Максимальное рабочее давление – 5,5 бар, максимальная рабочая температура – 90 °C. Котлы можно объединять в каскадную систему, включающую до 60 теплогенераторов. Подключив к котлу бойлер, его можно использовать для получения ГВС.

### Biasi

Компания Biasi поставляет в Россию настенные конденсационные котлы Multiparva Cond. Котлы предназначены для работы на природном или сжиженном (после перенастройки) газе. Первичный теплообменник и модуляционная горелка предварительного смешения выполнены из нержавеющей стали. Серия включает восемь моделей максимальной полезной мощностью от 57,6 до 460,51 кВт (50/30 °C) и от 53,1 до 424,66 кВт (80/60 °C). При максимальной мощности КПД котла составляет 106,6 % (50/30 °C) или 98,3 % (80/60 °C). Максимальное рабочее давление – 6 бар, максимальная рабочая температура – 90 °C. Котлы объединяются в

каскады до восьми агрегатов. При этом они могут быть смонтированы в ряд или тыльной стороной друг к другу. Для ГВС к котлу опционально подключаются бойлер.

### Bosch



Серия конденсационных настенных двухконтурных котлов Condens 5000 W с закрытой камерой сгорания включает две модели мощностью 65 и 98 кВт. Котлы могут работать на природном и сжиженном газе. Они оборудованы модуляционной горелкой из нержавеющей стали предварительного смешения и теплообменником из силумина, который, благодаря запатентованной технологии конфигурации трубок, увеличивает теплопередачу, минимизируя размеры котла. Воздух в камеру сгорания может поступать из помещения или с улицы. КПД котла зависит от условий работы и может достигать 110 %. Максимальное рабочее давление составляет 5 бар, максимальная рабочая температура – 90 °C. Котлы могут быть объединены в каскады, включающие от двух до четырех агрегатов, при этом достигается компактность 400 кВт на 1 м<sup>2</sup>.

### Buderus

Две модели настенного конденсационного котла Logamax plus GB162 оборудуются алюминиевым теплообменником и керамической модуляционной горелкой предварительного смешения, работающей на природном газе. Забор воздуха агрегаты осуществляют из помещения, где они установлены, или извне. Их максимальная полезная мощность 84,5 и 99,5 кВт (50/30 °C) или 80 и 94,5 кВт (80/60 °C). КПД достигает 110 % (40/30 °C) или 106 % (75/60 °C). Максимальное рабочее давление – 4 бара, максимальная рабочая температура – 90 °C. Котлы можно объединять в каскады до восьми агрегатов. Для организации ГВС к ним можно подключать бойлеры.

Напольные конденсационные агрегаты Buderus представлены шестью сериями. Котлы Logano plus GB 312 и Logano plus GB 402 оснащаются теплообменниками из алюминиевого сплава и модуляционными горелками предварительного смешения, работающими на природном газе. Забор воздуха агрегаты осуществляют из помещения или с улицы (опция).

Первая серия включает шесть моделей максимальной полезной мощностью от 90 до 280 кВт (50/30 °C) и от 84 до 263 кВт (80/60 °C), вторая – пять моделей максимальной полезной мощностью от 320 до 621,4 кВт (50/30 °C) и от 297,2 до 578,2 кВт (80/60 °C). Стандартизированный КПД котла Logano plus GB 312 при определенных условиях может достигать 108 %,



максимальные рабочие давление и температура – 4 бар и 85 °C, соответственно. На базе котла в заводских условиях собираются каскады из двух приборов максимальной мощностью от 180 до 560 кВт.

При максимальной мощности КПД Logano plus GB 402 может достигать 105,3 % (50/30 °C) или 98 % (80/60 °C). Максимальные рабочие давление и температура котла составляют 6 бар и 85 °C, соответственно. Котлы можно объединять в каскадные системы, содержащие до восьми агрегатов.

Четыре модели серии Logano plus SB315 предназначены для работы со сменными одно-, двухступенчатыми и модулируемыми горелками, работающими на природном или сжиженном газе. Они поставляются без горелки или с горелкой предварительного смешения VM Logatop (исполнение Unit). Максимальная полезная мощность котлов составляет от 50 до 115 кВт (40/30 °C) или от 45,2 до 104,7 (80/60 °C) кВт, стандартизированный КПД – 109 %. Теплообменник выполняется из нержавеющей стали. Опционально к агрегатам подключаются бойлеры для приготовления горячей воды. Максимальные рабочие давление и температура – 4 бар и 110 °C, соответственно.

Buderus является одной из немногих компаний, выпускающих трехходовые конденсационные котлы. Серия напольных трехходовых теплогенераторов Logano plus SB615 включает семь моделей максимальной полезной мощностью от 145 до 640 кВт (40/30 °C) или от 132,7 до 585,4 кВт (75/60 °C). Серия напольных котлов Logano plus SB745 состоит из трех моделей максимальной полезной мощностью от 790 до 1200 кВт (40/30 °C) или от 723 до 1098 кВт (75/60 °C). Эти котлы предназначены для работы со сменными одно-, двухступенчатыми и модулируемыми вентиляторными горелками на природном или сжиженном газе (поставляются без горелки). Стандартизированный КПД для них составляет 109 %. Теплообменники агрегатов выполняются из нержавеющей стали. Опционально к ним можно подключить бойлеры для ГВС. Максимальное давление для котлов Logano plus SB615 составляет 4,5 или 5,5 (типоразмеры 400, 510 и 640) бар, максимальное давление котлов Logano plus SB745 – 5,5 бар.

Температура подающей линии для агрегатов обеих серий – 110 °C.

Серия трехходовых жаротрубных газовых конденсационных котлов Logano plus SB825 включает 16 типоразмеров с максимальной полезной мощностью от 750 до 19 200 кВт и стандартизированным КПД до 109 %. Котлы оснащаются съемными вентиляторными горелками, работающими на природном или сжиженном газе. Допустимое избыточное давление котлов может составлять 6 или 10 бар (опция), максимальная температура подающей линии – 110 °C.

### De Dietrich



Серия настенных конденсационных котлов Innovens Pro MCA включает четыре типоразмера максимальной полезной мощностью от 43 до 114 кВт (50/30 °C) или от 40 до 107 кВт (80/60 °C). Агрегаты предназначены для работы на природном газе или пропане. Они оборудуются теплообменником из сплава алюминия с кремнием, модуляционной горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали, закрытой камерой сгорания, коаксиальным или раздельным дымоходом. При максимальной мощности КПД котла составляет от 102,5 до 104,6 % (30 °C) или от 96,6 до 98,3 % (70 °C), при мощности 30 % – от 107,1 до 108,9 % (30 °C). Максимальные рабочие давление и температура – 4 бара и 90 °C.

Напольные конденсационные котлы повышенной мощности С 230 Eco и С 310 Eco предназначены для работы на природном газе. Они оснащены теплообменником из сплава алюминия с крем-

нием, модуляционной горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали, коаксиальным (забор воздуха с улицы) или обычным дымоходом (забор воздуха из помещения). Максимальные рабочие давление и температура – 6 бар и 90 °C, соответственно. Серия С 230 Eco включает четыре модели максимальной полезной мощностью от 86 до 214 кВт (40/30 °C) или от 80 до 200 кВт (80/60 °C). При максимальной мощности и температурном режиме 70 °C КПД котла составляет от 97,9 до 98,1 %, а при 30 % мощности и 30 °C – от 108 до 108,2 %. Серия С 310 Eco включает пять моделей максимальной полезной мощностью от 282 до 573 кВт (50/30 °C) или от 216 до 531 кВт (75/60 °C). При максимальной мощности и температурном режиме 70 °C КПД котла составляет от 96,9 до 98,5 %, а при 20 % мощности и 30 °C – от 106,8 до 108,4 %. Настенные и напольные конденсационные котлы De Dietrich можно объединять в каскады до 10 агрегатов. Для организации ГВС в них предусмотрена возможность подключения бойлера.

Котел С 610 Eco представляет собой комбинацию из двух котлов С 310 Eco, управляемую двумя электронными панелями и оснащенную специальной арматурой, которая изготовлена в заводских условиях. Серия включает четыре модели максимальной полезной мощностью от 706 до 1146 кВт (50/30 °C) или от 654 до 1062 кВт (80/60 °C). При максимальной мощности и температурном режиме 70 °C КПД котла составляет от 97,3 до 98,5 %, а при 20 % мощности и 30 °C – от 107,7 до 108,9 %.

### Giersch

Фирма Enertech GmbH, известная прежде всего как производитель горелок марки Giersch, уже несколько лет предлагает на российском рынке настенные конденсационные котлы собственного производства Giersch Giega Star. Предлагается несколько типоразмеров котлов в диапазоне мощностей от 3 до 114 кВт. Котлы Giersch Giega Star отличают высокая надежность, малые габаритные размеры, низкий уровень шума, широкий диапазон модуляции мощности.

Благодаря различным вариантам исполнения, комплектации автоматикой управления отопительными контурами с возможностью каскадного подключения (до восьми котлов), предлагаемым системам дымоходов, котлы могут быть адаптированы практически к любой отопительной системе.

### Ferroli



Серия настенных конденсационных котлов Energy Top повышенной мощности включает модели W 80 и W 125. Котлы оборудованы алюминиевым теплообменником, модуляционной горелкой предварительного смешения, закрытой камерой сгорания и коаксиальным или раздельным дымоходом. Агрегаты могут работать на природном или сжиженном газе. Котлы можно объединять в каскады до четырех устройств или подключать к ним бойлер для ГВС. Максимальная мощность модели W 80 составляет 79,5 кВт (50/30 °C) или 73,5 кВт (80/60 °C), а модели W 125 – 123 кВт (50/30 °C) или 113,7 кВт (80/60 °C). КПД котлов при максимальной мощности – 106 % (50/30 °C) или 98 % (80/60 °C). Максимальное рабочее давление – 6 бар, температура – 95 °C.

### Immergas

Компания Immergas выпускает настенные конденсационные котлы повышенной мощности Victrix четырех типоразмеров: 50, 75, 90 и 115. Их максимальная мощность составляет от 54,4 до 120,3 (40/30 °C) и от



50 до 109 (80/60 °C). Агрегаты оборудуются модуляционной горелкой, работающей как на природном, так и на сжиженном газе, и закрытой камерой сгорания. При максимальной мощности КПД составляет от 107 до 108,7 % (40/30 °C) и от 97,3 до 98,5 % (80/60 °C). Максимальное рабочее давление – 4,4 бара, максимальная рабочая температура – 90 °C. Котлы можно объединять в каскады, включающие до восьми устройств. Для организации ГВС к ним подключают бойлер.

### Sime

Компания Sime выпускает два настенных конденсационных котла повышенной мощности, которые используются для объединения в каскады до четырех агрегатов: Planet Dewy 60 BFR и Planet Dewy 100 BFR максимальной мощностью 62 и 103 кВт (50/30 °C) или 56,5 и 94,2 кВт (80/60 °C). КПД первого котла при номинальной нагрузке и температурной кривой 80/60 °C составляет 97,5 %, при нагрузке 30 % и температурной кривой 50/30 °C – 109,8 %. КПД второго котла в же условиях работы – 97,5 и 109 %. Агрегаты предназначены для работы на природном газе или пропане и оборудованы модуляционной горелкой предварительного смешения, открытой или закрытой камерой сгорания с коаксиальным или раздельным дымоходом. Их максимальные рабочие давление и температура составляют 4 бара и 90 °C, соответственно. Для организации ГВС к

котлам подключается бойлер. Также Sime предлагает модульные установки на базе котлов 60 BFR и 100 BRF мощностью от 120 до 600 кВт, изготавливаемые в заводских условиях.

### Unical

Настенный конденсационный котел Alcon 90 оснащен модуляционной горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали, теплообменником из сплава алюминия, кремния и магния, закрытой камерой сгорания. Он может работать как на природном, так и на сжиженном газе. Максимальная полезная мощность котла – 87,5 или 93,6 кВт (конденсация). КПД при максимальной нагрузке равен 97,2 или 104 % (конденсация), при нагрузке 30 % – 105,2 или 108,64 % (конденсация). Максимальное рабочее давление – 8 бар, максимальная рабочая температура – 85 °C. Котлы можно объединять в каскад до четырех агрегатов или подключать к ним бойлер.

Напольные конденсационные котлы Unical представлены сериями Modulex (шесть моделей) и Supermodulex (пять моделей). Они могут работать на природном или сжиженном газе и оснащены закрытой камерой сгорания. Для организации ГВС к котлу подключается внешний бойлер. Тепловые блоки этих котлов имеют модульную конструкцию – они состоят из самостоятельных котловых секций с теплообменными поверхностями, изготовленными из сплава алюминия, кремния и магния. Каждая секция оснащена отдельной модуляционной горелкой предварительного смешения. Котлы Modulex включают от двух до семи секций, котлы Supermodulex – от



четырех до восьми. Максимальная полезная мощность Modulex составляет от 95,9 до 339,4 кВт (50/30 °C) и от 95,9 до 339,4 кВт (80/60 °C), КПД при максимальной мощности – от 99,9 до 101 % (50/30 °C) и от 97,1 до 98,1 % (80/60 °C). Максимальная полезная мощность Supermodulex составляет от 442,4 до 894,2 кВт (50/30 °C) и от 422,1 до 844,1 кВт (80/60 °C), КПД при максимальной мощности – от 102,4 до 103,5 % (50/30 °C) и 97,7 % (80/60 °C). Максимальное рабочее давление – 6 бар, максимальная рабочая температура – 90 °C. Котлы обеих серий можно объединять в каскады до восьми агрегатов.

### Vaillant

На российский рынок компания поставляет напольные конденсационные котлы ecoCRAFT exclusiv. Серия включает шесть типоразмеров максимальной полезной

максимальная температура подающей линии – 85 °C. Котлы можно объединять в каскадные системы, включающие до четырех агрегатов. Для ГВС к котлам Vaillant опционально подключаются емкостные водонагреватели.

### Viessmann

Серия настенных конденсационных котлов Vitodens 200-W включает семь моделей. Из них только четыре используются для организации каскадных систем теплоснабжения; их максимальная полезная мощность от 45 до 105 кВт (50/30 °C) или от 40,7 до 95,6 кВт (80/60 °C), нормативный КПД – 98/109 %. В качестве топлива котлы используют природный или сжиженный газ. Теплообменник и модуляционная цилиндрическая горелка котла изготовлены из нержавеющей стали. Забор воздуха осуществляется из помещения или извне. Максимальное рабочее давление – 4 бара, максимальная рабочая температура – 95 °C. Для организации ГВС к котлу необходимо подключать бойлер.

Котлы Vitocrossal 200 рассчитаны на работу на природном газе и оборудованы теплообменником из нержавеющей стали. Забор воздуха для горения в них осуществляется из помещения установки или извне. Котлы Vitocrossal 200 CM2 оснащены модуляционной ИК-горелкой из нержавеющей стали. Серия включает шесть моделей максимальной полезной мощностью от 87 до 311 кВт (50/30 °C) и от 80 до 285 кВт (80/60 °C). Нормативный КПД для них составляет 97/108 % (40/30 °C) или 95/106 % (80/60 °C). Максимальное рабочее давление – 4 бара, максимальная рабочая температура – 95 °C. Котлы Vitocrossal 200 CT2 оснащены цилиндрической модуляционной горелкой из нержавеющей стали. Серия состоит из трех моделей максимальной полезной мощностью от 404 до 628 кВт (50/30 °C) или от 370 до 575 кВт (80/60 °C). Нормативный КПД для них составляет 98/109 % (40/30 °C) или 95/106 % (80/60 °C). Максимальное рабочее давление – 5,5 бар, максимальная рабочая температура – 95 °C. Котлы Vitodens 200-W и Vitocrossal 200 могут объединяться в каскады до четырех котлов.

Конденсационные котлы Vitocrossal 300 с нормативным КПД 98/109 % делятся на три серии: CM3, CT3 и CR3. Серия CM3 состоит из трех моделей максимальной полезной



мощностью от 87 до 142 кВт (50/30 °C) или от 80 до 130 кВт (80/60 °C). Котлы оборудованы теплообменником и модуляционной ИК-горелкой из нержавеющей стали, работающей на природном газе. Их максимальное рабочее давление – 4 бара, максимальная рабочая температура – 95 °C. Шесть моделей серии CT3 оборудованы теплообменником из нержавеющей стали и предназначены для сменных горелок, работающих на природном или сжиженном газе. При этом три модели мощностью 187, 248, 314 кВт могут оборудоваться ИК-горелкой, работающей только на природном газе. Максимальная полезная мощность – от 187 до 635 кВт (50/30 °C) или от 170 до 575 кВт (80/60 °C). Максимальное рабочее давление для моделей мощностью от 187 до 314 кВт составляет 4 бара, для моделей от 408 до 635 кВт – 5,5 бар, максимальная рабочая температура для всех моделей CT3 – 100 °C. Две модели CR3 оборудованы теплообменником из нержавеющей стали и предназначены для работы со сменными модулируемыми горелками на природном или сжиженном газе. Их максимальная полезная мощность – 787 и 978 кВт (50/30 °C) или 720 и 895 кВт (80/60 °C). Максимальное рабочее давление – 6 бар, максимальная рабочая температура – 100 °C. Котлы Vitocrossal 300 могут быть объединены в каскадные системы до четырех котлов.

мощностью от 78,2 до 275,5 кВт (40/30 °C) и от 84,1 до 294,3 кВт (80/60 °C). Котлы работают на природном или сжиженном газе. Они оборудованы модуляционной горелкой предварительного смешения, теплообменником из сплава алюминия и кремния, коаксиальным или обычным дымоходом. Для горения может быть использован воздух как из помещения, так и извне. При номинальной мощности и температурной кривой 80/60 °C КПД котла составляет от 97,8 до 98,4 %, а при мощности 30 % – от 108,4 до 104,2 %. Максимальное рабочее давление – 6 бар,

## Wolf

Компания Wolf выпускает две серии конденсационных котлов повышенной мощности, которые можно использовать для создания каскадных систем, включающих до четырех агрегатов. Это настенный газовый котел CGB 10-100 и напольный MGK 130-300. Оба котла предназначены для работы на природном или сжиженном газе, оснащены модулируемыми горелками предварительного смешения и закрытыми камерами сгорания. Забор воздуха осуществляется из помещения или извне. КПД котлов зависит от мощности и температурного режима и может достигать 110%. Для приготовления ГВС предусмотрена возможность подключения бойлера.

Серия CGB 10-100 включает семь моделей для отопления и три модели для отопления и ГВС. Из них только четыре



модели максимальной полезной мощностью от 35 до 98,8 кВт (50/30 °C) и от 32 до 91,9 кВт (80/60 °C) предназначены для использования в каскадных системах. Котлы оборудованы теплообменником из нержавеющей стали. Максимальное рабочее давление для моделей CGB 35 и CGB 50 составляет 3 бара, для моделей CGB 75 и CGB 100 – 6 бар. Максимальная рабочая температура – 90 °C.

Серия MGK 130-300 включает пять моделей максимальной полезной мощностью от 126 до 294 кВт (50/30 °C) и от 117 до 275 кВт (80/60 °C). Котлы оборудуются теплообменником из сплава алюминия и кремния. Их максимальное рабочее давление составляет 6 бар, максимальная рабочая температура – 90 °C.

Обзор подготовил Д. Строганов.

**ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ГОРЕЛОК:**

- продление срока службы теплоагрегата;
- экономия топлива (**не менее 5 %**) и электроэнергии (**не менее 20 %**), частотное и кислородное регулирование;
- минимальное количество вредных выбросов в атмосферу по CO (**до 0 %**) и NOx (по европейскому стандарту «Голубой ангел»);
- широкий диапазон регулирования мощности (**10-100 %**) и высокий КПД (**92-95 %**) теплоагрегата;
- полная автоматизация работы теплоагрегата, диспетчеризация и дистанционное управление;
- простота монтажа, пуско-наладки и обслуживания.

**СТАРОРУСПРИБОР**  
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«СТАРОРУССКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

**Производство газовых, жидкотопливных и комбинированных блочных горелок мощностью от 0,45 до 5,0 МВт.**

175204, Россия, Новгородская обл.,  
г. Старая Русса, ул. Минеральная, 24  
www.staroruspribor.ru

Телефон: (81652) 2-74-56  
Факс: (81652) 3-56-82  
zavod@staroruspribor.ru

Товар сертифицирован



Большой класс фильтрующих материалов образуют ионообменные материалы (иониты), которые применяются для умягчения, деминерализации, обесцемнивания воды, выделения из водных растворов отдельных веществ и т. п.

## Ионообменные смолы и их свойства

Я. Резник

Иониты – это твердые, практически нерастворимые из-за очень большой молекулярной массы полиэлектролиты, природные, искусственные или синтетические. Иониты состоят из каркаса (матрицы), несущего положительный или отрицательный заряд, и подвижных противоионов, которые компенсируют своими зарядами заряд каркаса и стехиометрически (то есть соответственно своим количествам и зарядам) обмениваются на противоионы электролита (в данном случае – водный раствор).

По знаку заряда обменивающихся ионов иониты делятся на катиониты, аниониты и амфолиты. Центры обмена катионитов заряжены отрицательно

– они задерживают катионы. Центры анионитов заряжены положительно и присоединяют анионы.

По химической природе каркаса иониты разделяются на неорганические, органические и минерально-органические.

Синтетические иониты на органической основе – это высокомолекулярные соединения, молекулы которых содержат ионогенные группы, способные к диссоциации и обмену подвижных ионов на ионы других соединений, содержащихся в водном растворе.

Макромолекула такого ионита состоит из гибких полимерных углеводородных цепей, скрепленных («сшитых») попечерными связями – углеводородными

«мостиками». Макромолекула представляет собою трехмерную углеводородную сеть, в отдельных узлах которой зафиксированы заряженные функциональные группы с нейтрализующими их ионами с зарядами противоположного знака – эти ионы называются противоионами.

Свойства ионитов определяются характером функциональных групп, в качестве которых часто выступают (в катионитах) такие группы:  $-SO_3^{2-}$ ;  $-COO^-$ ;  $-PO_3^{2-}$ ;  $AsO_3^{2-}$ .

Здесь не рассматриваются иониты, в матрицу которых включены функциональные группы, обладающие комплексообразующими (комплекситы) или окислительно-восстановительными (редокситы) свойствами.



Рис. 1

Ионообменные смолы синтезируют в виде мелких зерен (гранул) разных размеров и форм на основе реакций поликонденсации или полимеризации (рис. 1). Поликонденсация – процесс получения полимеров из мономеров, сопровождающийся выделением продуктов реакции – низкомолекулярных веществ, то есть состав полученного высокомолекулярного продукта отличается от состава исходных продуктов. Если в процессе поликонденсации принимают участие два или более различных исходных веществ, то процесс называется сополиконденсацией. Синтез поликонденсационных смол не поддается регулированию. Кроме того, их недостаток – низкая химическая и термическая стойкость.

Полимеризация – процесс синтеза полимеров, при котором макромолекула образуется путем последовательного присоединения мономеров к активному центру, находящемуся на конце растущей цепи, при этом низкомолекулярные продукты не выделяются. Если участвующих в процессе мономеров два и более, то такой процесс называют сополимеризацией. Для водоподготовки матрицу ионита чаще всего получают сополимеризацией полистирола или полиакрилата с дивинилбензолом (ДВБ), где ДВБ играет роль «сшивющего» агента (4–16 % массы ионита). В полученный сополимер вводят функциональные группы, катион которых подвижен и способен вступать в обменные реакции. Для получения катионитов применяются

полиакриловые иониты с карбоксильными группами  $\text{COOH}$  (слабокислотные катиониты) и полистирольные иониты с сульфогруппами  $\text{SO}_3^{\text{H}^+}$  (сильнокислотные катиониты).

Сферическая форма гранул предпочтительна, так как в этом случае обеспечивается наименьшее сопротивление слоя ионита потоку обрабатываемой в фильтре жидкости, уменьшаются потери ионита и облегчается возможность осуществления противоточных процессов в фильтре. Гранулы, полученные полимеризацией, – почти идеальные шарики (рис. 2), а у поликонденсационных смол – неправильной формы. Размеры гранул могут быть от десятка микрометров до 1–2 мм.

### Структура синтетических ионитов

По структуре полимерного каркаса иониты делятся на две группы: гелевые (непористые) и макропористые. Гелевые проявляют ионообменные свойства только в набухшем состоянии. Обычно при набухании такие иониты увеличивают свой объем в 1,5–3 раза. При малой набухаемости, зависящей от количества содержащихся мостиков («сшивок»), иониты не проявляют ионообменные свойства по отношению к ионам больших размеров.

При особых условиях синтеза гелевых ионитов получают изопористые иониты (равномерное распределение «мостиков» по всей массе ионита) или иониты с повышенной проницаемостью (сильно набухающие иониты).

При набухании гелевого ионита его гранула как бы раскрывает скрытые в сухом ионите поры. Но применительно к гелевому иониту о порах можно говорить лишь условно, так как его трехмерная молекулярная сетка с нитями толщиной в одну молекулу не имеет пор со сплошными стенками, как у каналов.

Сетка обычного гелевого ионита неоднородна, причем она значительно более неоднородна у поликонденсационных ионитов. Неоднородность сетки – недостаток, выявляющийся при сорбции (поглощении) ионитами больших, особенно высокомолекулярных органических, ионов и соединений. Они «запутываются» в более мелких ячейках («порах») сетки и загораживают проходы в более крупные ячейки, препятствуя сорбции других, даже более мелких, ионов и молекул. Десорбция крупных ионов из ионита затруднена. Это как раз тот случай, когда говорят об «отравлении» ионита, особенно анионита, органическими примесями воды («органикой»).

У гелевых ионитов удельная площадь поверхности пор – не более  $5 \text{ m}^2$  в 1 г ионита, а размер ячеек (условно – пор) – 0,5–2,0 нм (рис. 3).

В последние годы больше производят макропористые иониты. Они мало набухают, но вследствие изначально развитой поверхности пор очень активны в сорбционных и обменных реакциях.

Удельная площадь поверхности пор макропористых ионитов – 20–130  $\text{m}^2$  в 1 г ионита. Диаметр пор в среднем – 20–100 нм. Макропористые иониты отличаются также повышенной жесткостью и прочностью.

Ионообмен в макропористых ионитах проходит быстрее, чем в гелевых: путь в порах, который должен пройти ион до встречи с активной группой матрицы, равен примерно: в макропористых ионах – до 100 мкм, в гелевых – до 500 мкм.

У гелевых ионитов поры – естественного происхождения. У макропористых – образованы введенными при синтезе ионитов спиртами, гептаном, жирными кислотами, которые затем удаляются.

### Сравнение разных видов и типов ионитов

Полиакриловые иониты сочетают некоторые преимущества полистирольных ионитов типов I и II: хорошая обменная емкость, хорошее задержание соединений кремния, хорошая отмыка от органических веществ, достаточная механическая прочность, приемлемая эффективность регенерации, но несколько



Рис.2

меньшая допустимая температура потоков воды и раствора регенеранта.

Сравнение разных видов и типов ионитов показывает:

- макропористые иониты более прочны, чем гелевые;
- гелевые аниониты хуже гелевых катионитов;
- полистирольные иониты слабее акриловых;
- увеличение количества «сшивящих» агентов (ДВБ у гелевых > 8 %, у макропористых > 15 %) ионитов, имеющих трещины, вызывает раскалывание гранул на мелкие осколки.

Рабочий диапазон pH воды, допустимый для катионитов:

- слабокислотные катиониты > 5;
- сильноокислотные катиониты 0 (1)–1, 4.

## Свойства ионитов. Гранулометрический состав

Процесс ионного обмена приближенно можно представить в виде таких составляющих:

- диффузия ионов раствора к поверхности гранулы ионита;
- диффузия ионов внутри гранулы;
- протекание реакции ионного обмена;
- диффузия вытесняемого из гранулы противоиона изнутри к поверхности гранулы;
- диффузия противоиона от поверхности гранулы ионита в объем раствора.

Скорость реакции ионного обмена очень велика, реакция протекает довольно быстро. Скорость всего ионообменного процесса контролируется, прежде всего, диффузией ионов через пленку раствора,

окружающего зерно ионита, и диффузией ионов внутри зерна, а это время измеряется минутами.

В реальности при уменьшении размера зерна-гранулы ионита (в пределе – до порошкообразного состояния – размер частиц 0,04–0,07 мм) возрастают до неприемлемых значений

гидравлическое сопротивление фильтрующего слоя. Например: в фильтрах намывного типа высоту слоя вынуждены предусматривать в пределах 3–10 мм. То есть, до значений высоты, при которых можно извлечь лишь следы загрязнений.

При большой площади поперечного сечения фильтруемого потока не удается обеспечить равномерное распределение потока по всей площади, и часть ионита используется недостаточно: часть потоков воды и регенерационного раствора протекает около стенок фильтра и/или через «воронки» – разреженные зоны слоя катионита.

Улучшению гидродинамики катионитного фильтра способствует увеличение сопротивления дренажного устройства на выходе воды из фильтра.

Пример: слой кварцевого песка (гравия) под слоем катионита толщиной 150–200 мм в прямоточных фильтрах или слой инертного материала (полиэтиленовые гранулы) над слоем катионита в противоточных фильтрах.

Для поддержания количества регенераций фильтра в разумных пределах (обычно – не более трех в сутки) и создания необходимого гидравлического сопротивления слоя ионита высота слоя в фильтре принимается не менее 0,8 м.

Уменьшение площади фильтрования вынуждает – для сохранения необходимого объема ионита – увеличивать высоту фильтрующего слоя, то есть опять увеличивать гидравлическое сопротивление фильтра.

В современных промышленных натрий-cationитных фильтрах высота слоя катионита в пределах: 1,0–2,8 м; диаметр фильтров: 0,42–3,40 м.

Таким образом, определился технологически и экономически оптимальный гранулометрический состав ионитов:

- 0,3–1,3 мм – гранулы полимеризационных ионитов со средним размером 0,5–0,6 мм;
- 0,4–2,0 мм – гранулы поликонденсационных ионитов со средним размером 0,7–0,8 мм.

Существенное значение имеет как можно большая однородность гранул, особенно в технологии ионирования с противоположными по направлению потоками обрабатываемой воды и регенерирующего раствора.

Теперь часть ионитов производится моносферными, то есть основное (не менее 96,5 %) количество гранул (фракция: 0,50–0,63 мм) имеет отклонения от диаметра не более  $\pm 0,05$  мм.

Гранулометрический состав ионитов, подобно другим зернистым фильтрующим материалам, характеризуется следующими параметрами.

Эффективный диаметр зерен  $d_{\text{эфф}} = d_{10}$ , мм, равен калибру сита, через которое проходит 10 % зерен ионита при его исследовании.

Эквивалентный диаметр зерен ( $d_{\text{экв}}$ ), мм, определяют по формуле

$$d_{\text{экв}} = 100 / (\sum P_i / d_i), \quad (1)$$

где  $P_i$  – количество зерен определенной фракции, оставшихся на сите калибром  $d_i$ , % общего количества;

$d_i$  – калибр сита, то есть размер отверстия в сите, мм.

Средний размер зерен ( $d_{\text{ср}}$ ), мм, – это размер зерен более крупных, чем 50 % всех зерен ионита.

Коэффициент неоднородности

$$K = d_{80} / d_{10}, \quad (2)$$

где  $d_{80}$ ,  $d_{10}$  – диаметр зерен, мм, соответствующий калибру сита, через которое просеивается, соответственно, 80 и 10 % ионита.

Упомянутые показатели, используемые для характеристики гранулометрического состава ионитов, связаны формулой

$$d_{\text{ср}} \approx 0,9 \cdot K \cdot d_{10} \quad (3)$$

Здесь под зерном понимается и гра-

нула гранулального ионита, и зерно дробленого ионита.

При гранулометрическом анализе зернистых ионитов производят рассев 200 г ионита на наборе предварительно калиброванных сит с отверстиями, размеры которых могут отличаться у разных производителей ионитов. Чаще всего применяется набор: 0,25; 0,5; 0,6; 0,75; 1,0; 1,25; 1,50; 1,75; 2,0 мм.



Рис.3

Гранулометрический состав моносферных ионитов определяется не традиционным рассевом, описанным выше, а по специальной технологии, позволяющей сразу получить гранулы необходимого размера (не менее 96,5–99,5 % от общего количества).

**Насыпная масса и насыпной объем**  
Насыпная масса гранул катионитов равна 0,65–0,88 т/м<sup>3</sup> (г/см<sup>3</sup>).

Насыпной объем – величина, обратная насыпной массе, м<sup>3</sup>/т (см<sup>3</sup>/г). Различают значения насыпной массы в сухом (воздушно-сухом) и влажном состояниях.

Полное высушивание ионита разрушает его химическую природу, поэтому характеристики ионита определяют для ионита в воздушно-сухом состоянии, то есть при высушивании на воздухе, когда в зернах остается 5–10 % (массовых) воды.

Насыпная масса во влажном состоянии – это масса воздушно-сухого ионита в единице объема влажного (набухшего) ионита.

Знание величины насыпной массы ионита в воздушно-сухом состоянии необходимо для определения размеров склада хранения ионитов.

Значение насыпной массы набухшего ионита определяет размеры и количество ионитных фильтров.

Влажность (в процентах массы ионита) имеет значение при расчетах за приобретаемый ионит, так как цена ионита устанавливается с учетом определенной нормируемой влажности. Катиониты (разные марки) поставляются с влажностью 42–60 %.

#### Плотность

Плотность ионита – показатель, определяющий гидродинамическое поведение ионита в противоточных фильтрах и в двухслойных фильтрах. Плотность катионитов находится в следующих пределах (в скобках – чаще всего), г/см<sup>3</sup>:

– 1,18–1,38 (1,28) – сильнокислотные катиониты;  
– 1,13–1,20 (1,18) – слабокислотные катиониты.

#### Механическая прочность

Механическая прочность зерен ионитов характеризуется двумя понятиями: прочность на раздавливание и прочность на истирание.

Прочность на раздавливание в рабочих условиях фильтрования проявляется при наложении давления на зерна потоком воды. Этот показатель имеет лишь умозрительное значение, так как в реальных условиях фильтрования давле-

ние воды не превышает 0,6 МПа (пробное давление 0,9 МПа). Для сравнения: зерно не раздавливается даже при 1,0 МПа (если наступить на зерно – не будет никаких для него последствий).

Более показательна прочность ионитных зерен на истирание. Избежать соударения зерен между собой, их «потирания» о стенки фильтров во время рабочего и регенерационного фильтрования невозможно. Мерой прочности ионита на истирание служат данные об изменении фракционного состава ионитной загрузки после эксплуатации в конкретных условиях, в частности, сведения о количестве материала, прошедшего через сито с калибром (размером отверстий) 0,25 мм. Для гранулированных ионитов (гранулятов) считается хорошим показателем: истираемость – 2–3 % (лучшие сорта ионитов – 0,5 %).

#### Оsmотическая прочность

Действие осмотических сил проявляется при изменении степени набухания ионитов, зависящей от размеров обмениваемых ионов. При увеличении степени набухания зерен их размер увеличивается, при уменьшении набухаемости – уменьшается.

Попеременное растягивание и сжатие структуры зерна сопровождается разрывами цепей матрицы в местах наибольших напряжений. Микроскопические разрывы постепенно превращаются в трещины и далее приводят к растрескиванию зерен, образованию осколков. Проверяют иониты на осмотическую прочность, подвергая зерна (гранулы) 150 циклам обработки растворами кислоты и щелочи с промежуточной отмывкой дистиллированной водой.

Иониты гелевой структуры по осмотической прочности хуже макропористых ионитов, у которых этот показатель возрастает с увеличением количества «сшивок» (уменьшается набухаемость).

Полностью предотвратить воздействие осмотических сил на зерно ионита нельзя. Но нужно избегать условий, при которых зерно особенно испытывает действие осмотических сил. Так, не следует допускать высыхания тех ионитов, которые поставляются изготовителями во влажном (набухшем) состоянии.

Воздушно-сухие иониты во избежание быстрого набухания (осмотический удар) нужно сначала замачивать не в воде, а в концентрированном (20–25 %) растворе натрий хлорида, при этом концентрация соли будет соизмерима с концентрацией функциональных групп ионита.

#### Химическая стойкость

Химическая стойкость ионитов оценивается по их растворимости в воде и водных растворах реагентов. В кислотных и щелочных регенерационных растворах органические иониты обладают удовлетворительной стойкостью.

В связи с этим можно напомнить, что применение в водоподготовке для умягчения и деминерализации воды природных неорганических материалов, обладающих ионообменной способностью, пусть небольшой, имеет больше исторический интерес. Именно потому, что они (цеолиты, глауконит) легко разлагаются в регенерационных растворах.

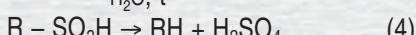
Окислители – кислород, хлор, озон, перекись водорода – разрушительно действуют на иониты, причем железо и другие тяжелые металлы служат в этих окислительных процессах катализаторами. В результате окисления ослабляются связи между группами в матрице, и возникают разрывы сетки полимера ионита.

По мере уменьшения степени «сшивки» ионит становится мягче и может превратиться в гель.

#### Термическая стойкость

В водных растворах термическому разрушению подвергаются полярные связи функционально активных групп. У сульфокатионитов происходит отщепление сульфогрупп:

$H_2O; t$



$H_2O; t$



$R$  – условное обозначение каркаса ионита, не участвующего в ионном обмене.

Из этих уравнений следует, что если катионит в водородной форме, то под действием повышенной температуры воды в окружающую зерно среду

ионита), можно допускать повышенные температуры.

Солевые формы ионитов более стойки, чем их водородные и гидроксильные формы (разность температур начала разложения доходит до 50 °C).

Для большинства сульфокатионитов допустимые температуры (в насыпных фильтрах) – 80–90 °C, у некоторых – до 120 °C (гелевые), до 140 °C – макропористые; в намывных фильтрах: сульфокатиониты – 120–130 °C.

В реальных условиях воду обрабатывают при температуре 25 °C, если перед натрий-катионированием нет других стадий обработки воды, и при температуре 40 °C, если в качестве «предочистки» применяют осветлители с известкованием.

Экономия теплоты для подогрева исходной воды перед натрий-катионированием приводит к увеличению расхода регенеранта, увеличению необходимого объема катионита, ухудшению качества умягченной воды (если не увеличивать объем катионита), увеличению расхода электроэнергии для питания насосов.

Такие следствия понижения температуры исходной воды (температура артезианской воды 5–10 °C) связаны с тем, что скорость ионного обмена уменьшается – уменьшается рабочая обменная емкость катионита на 5–20 %; увеличивается сопротивление слоя катионита проходу воды из-за увеличения вязкости воды на 20–25 %.

Заканчивая рассмотрение свойств ионитов, хочется обратить внимание на особенности их хранения. Катионит заводской кондиции следует хранить во влажном состоянии или под слоем воды при  $t$  не ниже + 2 °C и не ближе 1 м от отопительных приборов (рис. 4). При высыхании катионита его выдерживают в течение 4–5 ч в 20 % растворе хлорида натрия.

Замороженный катионит иногда разрушается (в зависимости от качества), но может восстановиться, если его хранить в таре изготовителя в помещении с температурой воздуха 10–20 °C в течение 2–4 суток.

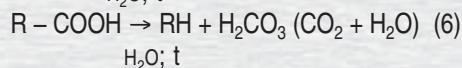


Рис.4

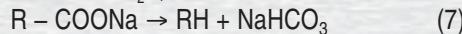
поступает серная кислота или сульфат, например, натрия.

Если катионит карбоксильный, то происходит отщепление карбоксильных групп:

$H_2O; t$



$H_2O; t$



Для ионитов отщепление функционально активных групп, выполняющих роль фиксированных в матрице ионов, означает постепенную потерю ионообменных свойств. Поэтому в технических условиях на поставку ионитов всегда указывается верхний предел допустимой температуры.

В фильтрах с намывным порошкообразным ионитом, каждая порция которого используется однократно (не регенерируется, и срок его эксплуатации непродолжительный – тонкий слой

# В помощь ионообменным фильтрам

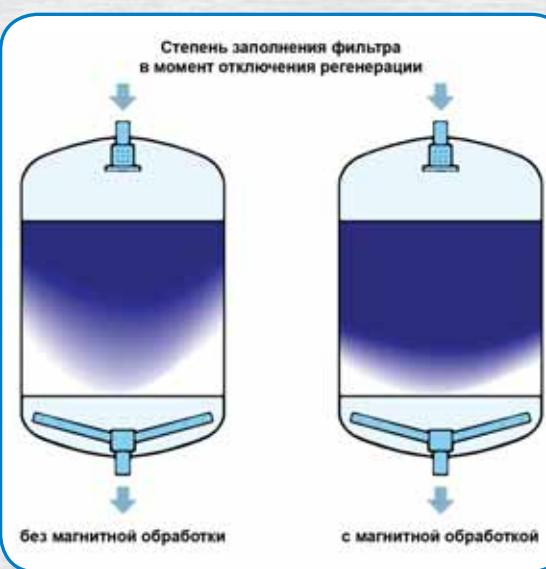
Повысить динамическую емкость ионообменных фильтров в системах умягчения воды промышленных и отопительных котельных можно с помощью аппаратов магнитной обработки воды. Именно таким оборудованием предподготовки являются магнитные активаторы «НакипOFF» производства ЗАО «Элмат-ПМ».

Магнитная обработка воды получила широкое распространение для предотвращения зарастания отложениями накипи водогрейного оборудования низкого давления и температуры. Изменение взаимодействия ионов солей жесткости в растворе позволяет значительно увеличить скорость их выделения в твердое состояние при нагреве воды, что, в свою очередь, ведет к образованию частиц накипи в толще воды и снижению скорости нарастания отложений на поверхностях оборудования. При этом эффект магнитной обработки воды может с успехом использоваться и в других системах, в том числе для улучшения характеристик протекания ионообменных процессов.

При эксплуатации ионообменных фильтров зачастую недостаточно полно используется емкость загрузки между регенерациями, то есть в момент «проксона» извлекаемых катионов через фильтр, когда его приходится отключать на регенерацию, значительный объем ионита заполнен лишь частично или не использован вообще. Это связано, во-первых, с физическими особенностями протекания диффузных процессов в системе «вода-ионит»: при низких концентрациях извлекаемого иона (по фронту рабочей зоны фильтрования) и высоких скоростях фильтрования лимитирующим процессом становится диффузия загрязнителя к поверхности ионита. Во-вторых, при эксплуатации фильтра большой проблемой является нарушение равномерности прохождения воды сквозь фильтрующий материал, в том числе в связи с выделением растворенных газов в толще загрузки. В итоге фильтры работают в неоптимальных условиях, что приводит к росту издержек на водоподготовку: повышенному расходу реагентов и воды на собственные нужды станции. Для устранения влияния подобных негативных эффектов зачастую составляются специальные регламенты эксплуатации

ци оборудования, предусматривающие, например, взрыхление загрузки обратным током в середине фильтроцикла, которые, как правило, не соблюдаются.

Предварительная магнитная обработка водного раствора перед подачей на ионообменный фильтр разрушает достаточно устойчивые агрегаты малорастворимых ионов, при этом движение ионов и коллоидов в растворе значительно



облегчается, что позволяет свести до минимума зону активного поглощения извлекаемого иона в толще загрузки, и, соответственно, более полно использовать емкость фильтра. Аналогичные процессы протекают в режимах регенерации и отмыки, что приводит также к снижению издержек, связанных с регенерацией. В случае использования магнитной обработки воды для интенсификации ионообменных процессов можно добиваться значительного продления фильтроцикла и снижения расхода реагентов на регенерацию на 15 % и более.

Специалистами компании «Элмат-ПМ» проведены лабораторные исследования влияния магнитной обработки на проте-

кание ионообменных процессов, а также промышленные испытания магнитных активаторов в системах водоподготовки котельных. Так, магнитная обработка воды, подаваемой на отопительную котельную поселка РТС г. Владимира, позволила значительно повысить эффективность использования ионита и реагентов. На натрий-карионитовых фильтрах 1-й ступени (диаметр 1,5 м, загрузка катионитом Ку-2-8 на высоту 1,5 м) при средней жесткости исходной воды около 7 мг-экв/л зафиксировано увеличение среднего объема умягчаемой воды за фильтроцикл на 28 %, с 434 до 555 м<sup>3</sup>. Это, в свою очередь, привело к эквивалентному снижению расхода соли на 2,35 т в месяц, а также экономии порядка 160 м<sup>3</sup> воды на технологические нужды. При этом окупаемость системы только за счет экономии соли на регенерацию не превысила 7 месяцев отопительного сезона.

Установка магнитного активатора в системе водоподготовки котельной ОАО «Пивоваренная компания «Балтика» – «Балтика-Тула» на подводящий трубопровод натрий-карионитового фильтра 1-й ступени («Джурби Воте ТЭК», диаметр 1,4 м, загрузка сильнокислотным ионитом Пьюролайт С100ЕС на высоту 980 мм) при исходной жесткости умягчаемой воды 1–2,5 мг-экв/л привела к увеличению статистически расчетной динамической обменной емкости фильтра на 13 % (с 1082 г-экв до 1224 г-экв), при этом удельный расход соли на регенерацию снизился с 134 г на уловленный г-экв. катионов жесткости до 116 г-экв.

ЗАО «Элмат-ПМ»

Адрес: 248033, РФ, г.Калуга,  
2-ой Академический пр-д, 17

Тел./факс: +7 4842 792-343, 728-332

e-mail: [info@elmatpm.ru](mailto:info@elmatpm.ru)

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



Одной из насущных проблем теплоснабжения является предупреждение образования и своевременное удаление твердых отложений, образующихся на рабочих поверхностях котельного оборудования, сетей отопления и ГВС. Эти отложения неизбежны, если в качестве теплоносителя используется жесткая вода с высоким содержанием ионов кальция и магния.

## Предупреждение образования накипи с помощью магнитной обработки воды

М. Иванов, к.х.н.

Вред от образующейся накипи весьма серьезен. Достаточно сказать, что слой накипи толщиной 4 мм снижает эффективность теплообменника или котла на 25 %, а слой в 13 мм – уже на 70 % (рис. 1). Ухудшается не только теплопередача, возрастает гидравлическое сопротивление систем отопления и ГВС. Как следствие – увеличивается расход топлива, а полное закрытие просвета трубопровода приводит к выходу из строя отопительного оборудования.

Для профилактики образования отложений в подпиточную воду и воду сетей ГВС добавляют антинакипины. Ионы кальция и магния удаляются в процессе водоподготовки на умягчающих фильтрах с ионообменными смолами, а также с помощью мембранных фильтров и дру-

гими методами. Для удаления твердых отложений используются как химические методы промывки, так и физические методы прочистки (например, электрический импульсный). Физические методы радиочастотной и магнитной обработки воды могут использоваться для профилактики образования накипи и удаления твердых отложений, образующихся в жесткой воде. Выбор метода определяется исходным содержанием солей жесткости, температурой нагрева воды, требуемой степенью умягчения, экономической целесообразностью и др.

### Суть и загадка метода

Магнитная обработка воды для уменьшения образования накипи в паровых котлах впервые была применена в Бельгии

фирмой «Эпюро» в 1945 г. Впоследствии эта фирма установила более 7 тыс. таких магнитных аппаратов в разных странах. У нас первые подобные установки появились около 60 лет назад. Причем до середины 1980-х гг. они выпускались серийно Московским заводом им. Войкова. Очередной всплеск интереса к этой технологии появился после широкого внедрения новых конструкций магнитных аппаратов и использования магнитов большой мощности. Также интерес к таким устройствам был усилен тенденцией сокращения отходов от применения химических реагентов при водоподготовке.

Сущность метода магнитной обработки состоит в воздействии на воду магнитного поля, которое препятствует отложению примесей на поверхности тру-



Рис. 1

бопроводов и оборудования и заставляет гетерогенные примеси находиться во взвешенном состоянии. Применение магнитных устройств не только предупреждает образование отложений и способствует их элиминации, но и снижает коррозию на контактирующих с водой поверхностях стальных трубопроводов и котельного оборудования. Магнитное воздействие на обрабатываемую воду может производиться как с помощью постоянных магнитов, так и при воздействии электромагнитов.

Несмотря на то, что магнитная обработка воды проводится уже десятки лет, механизм влияния магнитного поля на процесс очистки так до конца и не выяснен. Многочисленные исследования по этому вопросу не дали общепринятой трактовки протекания процесса и влияния внешних условий на образование отложений. В настоящее время можно лишь обобщить наиболее часто встречающиеся объяснения этого явления. Так, считается, что магнитные поля взаимодействуют с частицами примеси, обладающими ферромагнитными свойствами, и заставляют их становиться «затравкой» для кристаллизации водорастворимых примесей. Генерированные таким образом зародышевые центры кристаллизации конкурируют со всеми твердыми поверхностями, которые в отсутствии действия магнитных полей являются основным местом кристаллизации и образований минеральных отложений.

Некоторые специалисты считают, что центры кристаллизации под действием магнитного поля образуются в резуль-

тате объединения коллоидных частиц ферромагнетиков. Эти частицы после агрегации достигают размеров 0,004–0,01 мкм и приобретают магнитные свойства. Дальнейший рост таких частиц в более крупные образования происходит за счет сорбции на поверхности молекул примесей и ассоциации ионов. При достижении размеров 1–3 мкм эти образования становятся центрами кристаллизации, постепенный

рост которых приводит к потере дисперсионной устойчивости и выпадению в осадок мелкого шлама. Он легко удаляется током воды с поверхностей теплообменников и трубопроводов. Для того чтобы магнитная обработка была более полной, водный поток путем циркуляции многократно подвергают воздействию магнитных полей.

Процесс научного познания сущности магнитной обработки воды идет параллельно с накоплением полезных практических данных, направленных на повышение эффективности этого метода. Так, на основе наблюдений при практическом использовании магнитных устройств было установлено, что количество задержанных в зазоре магнитов ферромагнитных примесей с течением времени возрастает и достигает предельного значения через определенный временной промежуток (от нескольких часов до нескольких суток), который принято называть временем активации магнитного аппарата. Также в период эксплуатации было установлено, что увеличение скорости потока в циркуляционной линии приводит к росту интенсивности выделения шлама.

Вообще же, эффективность очистки зависит от многих факторов. Сильное влияние оказывают конфигурация поля (в аппаратах магнитной обработки вода должна двигаться перпендикулярно магнитным силовым линиям), гидродинамика потока, дисперсность и магнитные свойства примесей. Все эти сведения были использованы при создании магнитных аппаратов.

## Оборудование

Сейчас выпускаются два основных типа аппаратов для магнитной обработки воды с целью устранения накипи – устройства с постоянными магнитами и с электромагнитами.

В электромагнитных аппаратах, производимых, например, компаниями Water King (Великобритания), «GEA-Машимпекс» (Россия), электрический сигналрабатывается генераторами и после усиления подается на катушку (в приборе AntiCa++ производства «GEA-Машимпекс» – провод, намотанный на участок стального трубопровода). Создающееся таким образом электромагнитное поле воздействует на присутствующие в протекающей воде соли жесткости, препятствуя образованию накипи и способствуя разрыхлению, растворению и удалению ранее образованных отложений. Такие приборы монтируются на нужном участке трубопровода за несколько минут без нарушения его целостности (рис. 2).

Устройства с постоянными магнитами, в свою очередь, можно условно разделить еще на два типа: в одном случае воздействие магнитного поля оказывает влияние с внешних границ потока, а в другом – в поток воды встраивается магнитный вкладыш. Оборудование может применяться как при комплектации новых



Рис. 2



Рис. 3

бытовых и промышленных установок, так и при модернизации уже существующих (рис. 3).

Преобразователи воды с постоянными магнитами выпускаются многими компаниями. К первому из указанных выше типов относятся, в частности, магнитные преобразователи воды «МПВ MWS» компании «Райс» (Казань), распространяемые в Москве дочерней компанией – ООО «Магнитные водные системы». Основным элементом такого устройства является многополюсная батарея магнитов из сплава неодим-железо-бор с плотностью магнитной энергии более 260 кДж/м<sup>3</sup>. Для усиления действия магнитного элемента применяется корпус из специально подобранных ферромагнитного материала. Чаще всего это сталь различных марок с цинковым покрытием. Единая система, состоящая из магнитного сердечника и ферромагнитного корпуса устройства, образует общее магнитное поле, которое оказывает наибольшее воздействие на воду.

Магнитные устройства серии «МПВ MWS» выпускаются бытового и промышленного назначения. Для бытовых аппаратов применяются разъемные и неразъемные резьбовые соединения с диаметром 8–25 мм, которым соответствует производительность потока 0,08–7 м<sup>3</sup>/ч. Магнитные устройства промышленного назначения обеспечены фланцевыми соединениями с диаметрами 32–250 мм, которые обеспечивают пропуск потока от 1,8–700 м<sup>3</sup>/ч.

Из такого же материала (неодим-железо-бор) изготавливаются многополюсные магниты-сердечники магнитных активаторов воды «МАВР» (их еще называют гидромультипольями). Эти приборы относятся ко второму из вышеуказанных типов. Гидромультиполь состоит из нескольких специально подобранных магнитных элементов, которые в виде единого сердечника цилиндрической формы с коническими наконечниками встраиваются в середину трубопровода. Необходимым условием является то, чтобы оси трубопровода и магнитного сердечника совпадали. Полученное магнитное поле имеет сложную конфигурацию и позволяет сконцентрировать энергию большой мощности на потоке протекающей воды, с которой магнитный активатор непосредственно соприкасается. В основу проектирования таких магнитных аппаратов положены знания, полученные при разработке конструкций магнитных ускорителей заряженных частиц для плазменных агрегатов. В ускорителях используются так называемые магнитные ловушки, в которых система магнитов обеспечивает непрерывное движение заряженных частиц с таким условием, чтобы они не достигли поверхности магнитов. По своей сути магнитные активаторы подобны ускорителям заряженных частиц, с той лишь разницей, что в гидромультиполях частицы при движении потока жидкости должны касаться поверхности магнита.

Магнитные преобразователи «МАВР» выпускаются для трубопроводов диаметром 8–500 мм и с пропускной способностью протока 0,06–1600 м<sup>3</sup>/ч. В соответствии с указанными характеристиками разные модели этих приборов могут использоваться в стиральных машинах, дистилляторах, проточных водонагревателях, водомерах, больших нагревательных устройствах, теплообменниках, сетях центрального отопления и ГВС и др.

Помимо описанных конструкций, имеются аппараты, которые объединяют функции магнитной обработки воды и удаления образованного шлама. Такие устройства называются магнитными реструктуризаторами жидкости. Как и все аппараты магнитной обработки воды, они применяются в водогрейных котлах оборотного водоснабжения и бойлерах. Их главное конструкционное отличие заключается в наличии специального резервуара – шламосборника, в котором происходит сбор накипи, шлама и отложений.

Магнитные преобразователи воды выпускают также компании RBM (Италия), KRAFTING (Чехия), «ЭКМОН», «РУНГА», НПО «Космос» (все – Россия) и др.

Одним из предприятий, продолжающих постоянно развивать направление магнитной обработки воды, является ЗАО «Элмат-ПМ» – завод по производству постоянных магнитов, основанный на базе ВНИИМЭТ в 1995 г. Предприятием разработана линейка магнитных активаторов «НакипOFF» (рис. 4), включающая врезные и накладные системы. Независимо от модели, все выпускаемые магнитные активаторы имеют оптимальное для обработки воды магнитным полем число рабочих зон – 6. Магнитные системы активаторов собраны с использованием постоянных магнитов на основе сплава со значительным содержанием редкоземельных металлов Не-Fe-B, которые не только обладают высокими энергетическими свойствами, но и сохраняют эти свойства в течение десятилетий. Бытовая серия магнитных активаторов



Рис. 4

«НакипOFF» имеет корпус из коррозионностойкой стали 20Х13, обладающей магнитной восприимчивостью и замыкающей внутри себя магнитное поле, увеличивая тем самым величину магнитной индукции в рабочей зоне. Производительность бытовых систем – от 0,15 до 7,4 м<sup>3</sup>/ч, присоединительные размеры – от ½ (DN15) до 1 ¼ (DN32).

Промышленные активаторы используются в котельных, ИТП, ТЭЦ для защиты оборудования от накипи и коррозии, а также на линиях химводоподготовки – для повышения динамической емкости ионообменных фильтров и снижения затрат на регенерацию. Производительность промышленных активаторов составляет 1,6–1155 м<sup>3</sup>/ч, при этом имеют фланцевое присоединение с размерами от DN32 до DN400.

### Преимущества и ограничения

Компактность, простота монтажа и эксплуатации, долгосрочность безремонтной работы, экологическая чистота – преимущества использования магнитных преобразователей воды. Устройства, изготовленные на постоянных магнитах, к тому же не зависят от электроэнергии (рис. 5). Промышленное применение магнитной обработки позволяет понизить образование накипи на стенках оборудования примерно на 30–50 %. Однако возможности метода не так широки, как может показаться. В частности, применение магнитных преобразователей воды ограничивается следующими условиями:

- подогрев воды не должен превышать 95 °C (хотя разработчики некоторых аппаратов гарантируют их успешную работу до 110 и даже до 125 °C);
- карбонатная жесткость не должна превышать 9 мг-экв/л;



Рис. 5

- содержание растворенного кислорода не должно превышать 3 мг/л;
- суммарное содержание сульфатов и хлоридов не должно превышать 50 мг/л;
- содержание двухвалентного железа – не более 0,3 мг/л.

Условия использования магнитных преобразователей воды регламентируются соответствующими СНиПами.

### Блок ГВС Waterline от «Ридана»

В начале 2012 г. продуктовый ряд теплообменного оборудования «Ридан» был дополнен новой позицией – комплектным блоком ГВС с заниженной «обраткой» Waterline. Блоки могут использоваться как в индивидуальных, так и центральных тепловых пунктах. Изготавливаются стандартно, в виде пяти номенклатурных позиций на основе трех типов разборных пластинчатых теплообменников (HH№08, HH№20, HH№47) и пяти вариантов обвязки, что позволяет закрывать диапазон расчетных нагрузок в пределах 0,01–3,0 Гкал/ч.

Конструктивно блок смонтирован на раме, укомплектован необходимой автоматикой на базе регулятора температуры прямого действия или электронного контроллера ECL, контрольно-измерительными приборами, фильтром, запорной арматурой. Использование блока Waterline существенно сокращает временные затраты на монтаж и обслуживание оборудования, а также экономит место за счет компактности конструкции. Конструктивное решение блока основано на схеме ГВС с заниженной «обраткой», на 30 % снижающей капиталовложения в систему ГВС по сравнению с «двуухстенчатой смешанной» схемой при идентичной тепловой нагрузке и одинаковом потреблении теплоносителя.

Производитель магнитных активаторов воды  
“НакипOFF”  
ЗАО “Элмат-ПМ”



248033, г. Калуга,  
проеезд 2-й Академический, 17,  
тел.: 8 (4842) 79-23-43, 79-23-44  
e-mail:info@elmatpm.ru  
www.elmatpm.ru



### Новые насосы Wilo

Компания Wilo (Германия) объявляет о начале продаж высокоеффективных насосов с сухим ротором Wilo-Stratos GIGA. Впервые модель была представлена на выставке ISH в марте 2011 г. В соответствии с данными производителя, насос имеет КПД 94% при номинальной мощности мотора 4,5 кВт. Энергоеффективность двигателя базируется на новой концепции привода HED (High Efficiency Drive) и превосходит класс эффективности IE4 (в соответствии с европейской классификацией энергоеффективности моторов IEC 60034-31 Ed.1 TS).



7–10 февраля 2012 г. в МВЦ «Крокус Экспо» прошла 16-я Международная выставка Aqua-Therm Moscow, организуемая компаниями Reed Exhibitions и ITE. В очередной раз подтвердив статус ведущего отраслевого мероприятия, выставка собрала 570 экспонентов из 30 стран и привлекла 23 610 посетителей-специалистов, что на 27,6 % больше прошлогоднего показателя.

## Промышленный сегмент на Aqua-Therm Moscow 2012

А. Прудников

Общая площадь Aqua-Therm Moscow 2012 составила 31 000 м<sup>2</sup>, то есть весь второй Павильон «Крокус-Экспо». Об успехе мероприятия говорит тот факт, что на 2013 г. уже забронированы 80 % от выставочных площадей этого года.

Год от года Aqua-Therm становится все более значимым событием не только в профессиональных кругах, но и в глазах российских государственных структур и ассоциаций. В этом году выставку поддерживали Министерство энергетики РФ, Комитет Госдумы по экономической политике и инновационному развитию, Комитет Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике и местному самоуправлению, а также профильные мини-

стерства Правительства Московской области, Департамент природопользования г. Москвы, Комиссия Мосгордумы по экономической политике и предпринимательству, ряд отраслевых ассоциаций и объединений. Внимание госструктур, решающих вопросы долгосрочного экономического и инновационного развития страны и зачастую отдающих приоритет оборудованию для энергоснабжения целых поселков и городов, не в последнюю очередь объясняется тем, что год от года на «Аква-Терме» увеличивается сегмент промышленной энергетики, начиная котлами и горелками большой мощности и заканчивая готовыми блочно-модульными котельными, когенерационными установками высокой степени заводской готовности

и пр. К тому же, благодаря инновациям в сфере энергоэффективности, традиционно бытовые серии отопительного оборудования оказываются способны развивать полупромышленные и промышленные мощности, что можно было увидеть на стенах практически всех ведущих производителей.

### «Рационал» с котлами Viessmann

Прямо напротив стенда Издательского Центра «Аква-Терм» раскинулась экспозиция компании «Рационал». Здесь, впервые, посетителям демонстрировались в полном размере когенерационные установки серийного производства РАЦИОНАЛ МОД на основе двигателя MAN EO836 LE202 и установки РАЦИОНАЛ РАМ 30

на базе двигателя Perkins 4006-23 TRS1 (подробнее см. «Новости когенерации» в этом номере, стр. 26). А во-вторых, была представлена промышленная котельная РАЦИОНАЛ ЕСО 1 мощностью 1 МВт на базе двух котлов Viessmann Vitoplex 100.

#### Паровые котлы Unical Steamer



На стенде компании «ЭнергоГазИнжиниринг» можно было осмотреть паровой котел высокого давления производства Unical Steamer AG s.p.a. (Италия), оснащенный газовой модулируемой горелкой итальянской фирмы F.B.R. серии P GAS 150/M. Данный энергоблок относится к промышленной серии BAHR'12 HP - BAHR'12 HP EC, имеет производительность 300 кг пара в час, номинальную мощность 204 кВт и максимальное рабочее давление 12 бар. Сама же серия включает 14 моделей паропроизводительностью до 5000 кг/ч и мощностью до 3408 кВт.

#### Классический Vitoplex от Viessmann

На стенде компании Viessmann во всем многообразии представленной отопительной техники внимание привлекал энергоблок, предназначенный для крупных котельных: это низкотемпературный водогрейный котел Vitoplex 300 для работы на жидком и газообразном топливе. Линейка данных котлов имеет тепловую мощность в диапазоне от 90 до 2000 кВт. Интегрированная система ThermControl позволяет отказаться от использования подмешивающего насоса или подмешивающего устройства и экономит время монтажа котла. Котлом управляет система цифрового программного управления Vitotronic. Возможен дистанционный контроль за ра-

ботой отопительной установки через Интернет с помощью системы TeleControl с Vitocom и Vitodata, а также управлением с помощью шкафа управления Vitocontrol.

#### Объединенный стенд BDR Thermea



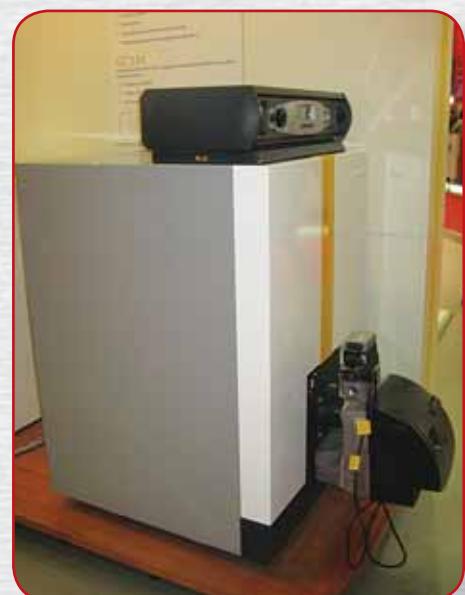
На выставке Aqua-Therm Moscow 2012 компании De Dietrich и BAXI, как представители одной промышленной группы BDR Thermea, составляли единый стенд площадью 267,5 м<sup>2</sup>. Экспозиция De Dietrich на этом стенде включала в себя несколько зон: зону конденсации, зону традиционных напольных низкотемпературных котлов и зону оборудования, использующего солнечную энергию. Впервые был представлен настенный конденсационный котел серии MCR P, который сочетает в себе все преимущества технологии конденсации (высокопроизводительность и компактность), а также привлекательную цену и оптимальный диапазон мощности (до 38 кВт). Традиционный интерес посетители выставки проявили к напольным чугунным котлам с надувной горелкой серий GT 220 и с атмосферной горелкой серии DTG 230. Каскад конденсационных настенных котлов серии MCA и напольные конденсационные котлы серии C 230 и C 610 занимали одно из центральных мест экспозиции.

Что касается экспозиции Baxi Group, то на своем стенде компания предста-

вила широчайшую линейку конденсационных котлов, и в частности, напольные газовые конденсационные котлы серии POWER HT. Данные энергоблоки промышленной мощности имеют три модели: POWER HT 1.230, POWER HT 1.280 и POWER HT 1.320 мощностью 230, 280 и 320 кВт, соответственно. КПД в температурном режиме работы 75/60 °С у этих котлов составляет примерно 98 %, в режиме 50/30 °С – около 110 %. Электронная плата и автоматика от компании Siemens позволяют объединять модели POWER HT в каскады до 16 котлов.

#### Промышленные секционники De Dietrich

На стенде компании De Dietrich был представлен напольный чугунный котел серии De Dietrich GT 330, которая включает шесть моделей мощностью от 105 кВт (стендовая модель GT 334) до 280–330 кВт (модель GT 339). Представленный котел предназначен для работы с надувной горелкой на жидком топливе или газе, имеет КПД до 93 %. Система управления Diematic-m-3 модулирует температуру системы отопления в зависимости от температуры окружающего воздуха, при установке дополнительного оборудования позволяет программировать и регулировать работу контура горячего водоснабжения, двух отопительных смесительных контуров, управлять каскадной установкой из 10 котлов.



## Дни Инноваций Vaillant

6-8 февраля, в рамках выставки *Aqua Therm Moscow 2012*, компания «Вайлант Груп Рус», дочернее подразделение *Vaillant Group* (Германия), мирового лидера в области энергоэффективного отопления, провела Дни Инноваций для своих партнеров. 8 февраля состоялся брифинг для СМИ, на котором выступил генеральный директор компании Максим Шахов. Он сообщил, что компания планирует расширить свое присутствие на российском рынке и добиться удвоения продаж в 3-хлетний период.

Максим Шахов возглавил российское подразделение *Vaillant* в 2011 г. Одним из первых результатов его работы стал 35% рост продаж на российском рынке по итогам прошлого года. На брифинге г-н Шахов рассказал, что его первыми шагами в компании стало изменение системы поставок: *Vaillant* отныне сам осуществляет и контролирует всю логистическую цепочку поставок и таможенной очистки продукции, причем, все процедуры таможенного оформления компания проводит на 100% прозрачно. «Я убежден, что в перспективе "белая" таможня – это важный элемент стабильности и долгосрочного успеха на рынке. И поэтому это нам выгодно», – отметил он.

Также г-н Шахов рассказал, где еще, по его мнению, кроются резервы для

роста компании на российском рынке. Вступив на путь оптимизации всех бизнес-процессов, компания намерена совершенствовать взаимодействие с российскими партнерами. Обновляется коллектив Московского офиса, куда приходят молодые и перспективные специалисты. Расширяется географическое присутствие *Vaillant* в российских регионах, будут открыты отделения фирмы в Сибири и на Дальнем востоке. Сейчас у компании около 30 региональных представителей, их количество растет. Планируется также открывать представительства в странах СНГ. Действует и развивается система обучения монтажников и сервисных инженеров, совершенствуется система гарантийного и сервисного обслуживания, обеспечивается бесперебойное снабжение ее запасными частями. Кстати, по качеству сервисного обслуживания *Vaillant* опережает большинство игроков на российском рынке отопления и горячего водоснабжения.

Одно из последних нововведений — «Клуб Вайлант» — программа лояльности для монтажников техники, вход в которую открыт всем профессионалам, осуществляющим монтаж отопительного оборудования. В частности, объявлена акция по конденсационным котлам: всех монтажников, установивших такие котлы с апреля по июнь 2012 г., ожидают ценные подарки и призы от *Vaillant*.

В перспективе, по мнению г-на Шахова, российский газовый рынок ждет поэтапное повышение цен на газ как для промышленных предприятий,

так и для населения. Это вызовет рост интереса потребителей газа к высокотехнологичной и энергосберегающей технике *Vaillant* в России: тепловыми насосами, конденсационным газовым котлами, когенерационным установкам, альтернативным источникам энергии. А также повысит привлекательность индивидуальной системы отопления, которая не только экономична, но и существенно повышает комфорт жилища.

Также в рамках Дней Инноваций *Vaillant* прошел семинар на конференции «Системы жизнеобеспечения энергоэффективных домов», где выступил один из ведущих экспертов компании – г-н Клаус-Генрих Гёслингхоф. Он показал российским партнерам целый ряд теоретических принципов и практических приёмов проектирования и внедрения сложных систем на возобновляемых источниках энергии.

Инновационная техника стала визитной карточкой группы *Vaillant* в странах Запада. Компания является идейным и технологическим лидером в этой области, и в 2011 году была удостоена приза за лучшую инновацию в Германии.



## Конференция по энергосбережению на выставке Aqua-Therm

8 февраля в рамках выставки Aqua-Therm Moscow 2012 прошла специализированная конференция «Системы жизнеобеспечения энергоэффективных домов», одним из организаторов которой выступил Издательский Центр «Аква-Терм». На конференции обсуждались такие актуальные темы, как применение тепловых насосов в России, ресурсоемкость и энергосбережение систем водоснабжения и водоотведения (в частности, перспективы развития рынка энергоэффектив-

ных насосов для систем отопления и ГВС), эффективное использование теплоизоляционных материалов в инженерных системах и пр. С докладами выступили ведущие специалисты МГСУ, а также представители компаний Viessmann, Grundfos, АЭРЭКО, Zehnder GmbH, Vaillant, DOW Europe GmbH, Kaimann GmbH, Dizayn Endüstriyel Boru Tic. A.S. Конференцию посетило более 170 специалистов.



### ООО «ЗАВОД КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОЦЕНТРОВ, БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ, ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ И ДЫМОВЫХ ТРУБ



МНОГОЛЕТНИЙ ОПЫТ РАБОТЫ, КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПЕРСОНАЛ, КОМПЛЕКТ РАЗРЕШИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОДУКЦИЮ, КАЧЕСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ, ВЫПОЛНЕНИЕ ПОЛНОГО КОМПЛЕКСА РАБОТ ОТ ПРОЕКТА ДО СДАЧИ В ПРОМЫШЛЕННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ, ГИБКАЯ ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА - ОСНОВА УСПЕШНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ, ГАРАНТИЯ И УВЕРЕННОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЯ

141900, РФ г. Талдом, Московская обл.  
ул. Загородная, д. 1 А  
Тел. +7 495 924 84 94  
+7 495 364 94 24  
Тел/Факс +7 496 206 12 47

e-mail: [info@zkotel.ru](mailto:info@zkotel.ru)  
<http://www.zkotel.ru>

# Производители конденсационных котлов в Интернете

Сайты большинства ведущих поставщиков отопительной техники имеют предложения конденсационных котлов средней и большой мощности (как правило, напольных), которые можно найти или сразу на главной странице, или с помощью навигации. Ниже приводятся сайты основных марок, рассмотренных в рубрике «Обзор рынка».

[http://www.acv.com/ru-ru/01\\_01/home/app.rvb](http://www.acv.com/ru-ru/01_01/home/app.rvb)

Русскоязычный отдел официального сайта бельгийской компании ACV. Компания выпускает газовые, электрические, жидкотопливные котлы и водонагреватели для бытового и коммерческого применения, горелочные устройства и т.д. На сайте размещено большое количество технической и коммерческой документации по продукции компании, контактная информация, каталоги запасных частей, материалы для прессы.

<http://www.aristonheating.ru>



Русскоязычный сайт крупнейшего итальянского концерна Ariston Thermo Group, посвященный отопительной технике. Здесь представлена информация о настенных и напольных котлах, проточных и накопительных водонагревателях, солнечных системах теплоснабжения. Также на сайте размещено большое количество технической документации, приведены адреса магазинов, где можно приобрести оборудование, указаны контактные данные сервисных центров. Разделы «Клуб монтажников» и «Техническая Академия» предназначены для тех, кому предстоит осуществлять техническое обслуживание и ремонт оборудования Ariston.

<http://www.baxi.ru/>

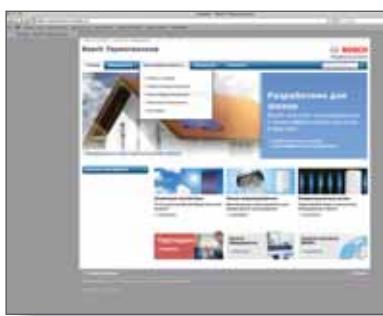
Официальный сайт компании BAXI (Италия). Через данный ресурс можно получить большое количество информации о продукции предприятия: бытовые котлы, водонагреватели, бойлеры, радиаторы и аксессуары к оборудованию. Также на сайте можно узнать адреса и контакты российских магазинов, дилеров и сервисных центров BAXI, подписаться на получение технических сообщений, скачать документы, связанные с монтажом и эксплуатацией оборудования, вступить в «BAXI-клуб» (бонусная программа для монтажников оборудования) и т. д.

<http://www.biasi.su>



На официальном сайте компании Biasi можно ознакомиться с продукцией завода (чугунные и стальные котлы, радиаторы, солнечные системы теплоснабжения, энергетические башни), узнать адреса официальных импортеров, региональных дилеров и сервисных центров компании, скачать техническую документацию и каталог запасных частей, получить информацию о том, как стать сервисным партнером компании, подать заявку на обучение и т. д.

<http://www.bosch-climate.ru/>



Сетевой ресурс компании «Бош термотехника», подразделения компании Bosch, занимающегося производством газовых и твердотопливных, настенных и напольных котлов, проточных водонагревателей, бойлеров косвенного нагрева, солнечных систем отопления, систем автоматики. На сайте размещено большое количество информации по продукции компании и современным энергоэффективным технологиям. Также здесь можно найти: адреса и контакты магазинов и сервисных центров, все необходимые сертификаты, инструкции к оборудованию, брошюры.

<http://www.buderus.ru/>



Сайт Buderus не только предоставляет посетителям подробную информацию о продукции компании. Также здесь можно заказать оборудование (через опросный лист), найти контакты филиалов и авторизованных сервисных центров (по областям) компании, расположенные на территории России, получить информацию об обучающих программах по техническому обслуживанию оборудования различного типа, подать заявку на обучение, скачать каталоги оборудования и проектную документацию.

<http://www.dedietrich-otoplenie.ru/>



Официальный сайт одного из ведущих европейских производителей чугунных котлов. Здесь можно получить технические данные оборудования компании (котлы, горелки, водонагреватели, системы управления и солнечные установки), узнать контакты партнеров компании в России, странах Балтии и СНГ, адреса складов запасных частей, сервисных центров. Также на сайте размещена поисковая система, позволяющая найти сервисные центры De Dietrich (по областям).

<http://www.domusa.ru/>

Компания Domusa производит жидкотопливные, газовые и электрические настенные и напольные котлы и системы для управления ими. На сайте размещена техническая информация о котлах, адреса магазинов, где их можно приобрести или скачать инструкции по эксплуатации оборудования.

<http://www.ferroli.ru>

Кроме технического описания продукции компании Ferroli, на ее официальном сайте можно найти адреса и контактные данные оптовых и розничных партнеров, работающих на территории России. Раздел «сервис» содержит список-сервис центров, архив технических сообщений, информацию о семинарах и компенсации гарантийных случаев, деталировки различных агрегатов, требования к гарантийным центрам и др. В разделе «маркетинг» можно скачать рекламные буклеты, фотографии оборудования, календари и газету компании.

<http://www.hermann-info.ru/>

Итальянская компания Hermann специализируется на производстве настенных котлов. На данном сетевом ресурсе можно получить информацию о котлах, поставляемых в Россию, найти адрес ближайшего магазина или адрес сервисного центра, получить комментарий специалиста. Раздел «Библиотека Hermann» содержит: пакет рекламных материалов, все необходимые сертификаты, инструкции по эксплуатации котлов различных серий, каталог запасных частей, набор руководств по техническому и сервисному обслуживанию котлов, информационные листы, куда вносятся данные о конструктивных изменениях в узлах агрегатов.

<http://www.immergas.msk.ru/>

На сайте итальянской компании Immergas размещены подробные описания ее продукции: котлов, водонагревателей, бойлеров, радиаторов, солнечных систем теплоснабжения. В отдельном блоке находится информация об автоматических системах управления, гидравлической арматуре, дымоходах. Раздел «Каталоги» содержит подборку из шести каталогов в формате pdf.

<http://www.protherm.ru>

Русскоязычный сетевой ресурс компании Protherm. Здесь представлено большое количество данных о продукции компании (напольных и настенных бытовых, промышленных котлах, бойлерах). В разделе «документация» можно скачать каталоги, прайс-листы, технические паспорта оборудования, инструкции по эксплуатации и монтажу, сертификаты и разрешения; в разделе «где купить» – найти партнеров компании (по регионам). Также на сайте содержится информация о сервисном обслуживании и о гарантиях, которые Protherm предоставляет своим клиентам.

<http://www.rendamax.ru>

Сайт голландской компании Rendamax. Кроме информации об оборудовании (настенные и напольные котлы, системы управления, нейтрализаторы конденсата, гидравлические разделители, дымоходы), на сайте указаны: адрес и контакты российского отделения компании, условия сервисного обслуживания, цены на продукцию. Также на сайте можно прочитать об объектах, где используется оборудование Rendamax.

[http://www.riello.su/](http://www.riello.su)

Сайт концерна Riello Group, владельца компании Beretta. На сайте можно получить техническую информацию о продукции Riello и Beretta, подобрать оборудование, узнать контакты региональных дилеров, подать заявку на обучение, скачать техническую и разрешительную документацию, ознакомиться с вакансиями компании.

<http://www.sime.ru/>

Российский сайт крупного итальянского производителя котельного оборудования компании Sime. Здесь можно найти каталог продукции компании, включающий газовые, дизельные, твердотопливные, комбинированные и промышленные котлы, бойлеры, тепловую автоматику. Также через сайт можно узнать условия доставки и условия предоставления клиентам кредита, ознакомиться с вариантами оплаты и системой скидок на приобретение оборудования.

<http://www.thermona.cz/ru>

Чешская компания Thermona поставляет на российский рынок газовые, твердотопливные и электрические настенные и напольные котлы, бойлеры, солнечные панели. На сайте размещена информация об оборудовании компании, вся необходимая техническая и проектная документация, полный прайс-лист, каталог запасных частей, брошюры по разработке и созданию каскадных котельных. Технические специалисты могут через сайт скачать сервисную программу, которая осуществляет тестирование автоматической платы, выпускаемой Thermona.

<http://www.unicalag.it/>

Итальянский сайт компании Unical (есть русскоязычная директория). Основная информационная часть посвящена оборудованию компании: настенным и напольным обычным, конденсационным и паровым котлам, водонагревателям, бытовым и промышленным бойлерам, твердотопливным котлам и т. д.

<http://www.vaillant.ru>



Основной раздел сайта немецкой компании Vaillant содержит большое количество информации о ее продукции (котлы, тепловые насосы, солнечные коллекторы, системы управления). Также на сайте уделено много внимания поддержке клиентов и обучению специалистов. Здесь можно узнать адреса и телефоны представительств и сервисных центров компании, скачать каталог продукции, прочитать об объектах, где работают агрегаты Vaillant, получить инструкции по обслуживанию оборудования, записаться на технический семинар (для этого необходима регистрация) и т. д. Отдельный раздел посвящен фирмам, которые торгуют продукцией компании оптом и в розницу, и основным поставщикам запасных частей.

<http://www.viadrus.cz>

Сайт чешской компании Viadrus содержит русскоязычный раздел. В нем приведены сведения о продукции компании (котлы на различных видах топлива, радиаторы, солнечных системах). Система поиска региональных партнеров компании позволяет искать их в разных странах мира. Также на сайте можно скачать техническую документацию по оборудованию.

<http://www.viessmann.ru>



Сайт немецкого концерна Viessmann разбит на несколько основных блоков. Раздел «продукты» содержит большое количество технической информации, касающейся различного оборудования, которое производит концерн. В разделе «сервисы» можно получить сведения о технической поддержке, оказываемой специалистами Viessmann, узнать адреса сервисных центров (по округам), ознакомиться с условиями гарантийного обслуживания, скачать специальное ПО. В разделе «академия» приводятся данные об инструктажах и информационных предприятиях, предназначенных для технических специалистов. Здесь же можно подать заявку на участие в этих мероприятиях. В разделе «о компании» можно прочесть об истории Viessmann, а в разделе «карьера» – устроиться на работу в одно из российских подразделений концерна.

[http://wolfsamara.pul.ru/](http://wolfsamara.pul.ru)



Российское отделение крупного немецкого производителя котельного оборудования, водонагревателей, солнечных коллекторов, тепловых насосов и автоматических систем управления. На сайте размещены: подробные сведения о продукции Wolf, полный прайс-лист в формате Excel, список российских партнеров компании, контактная информация и несколько видеофильмов, рассказывающих о современных отопительных технологиях.

Подготовил Д. Строганов.

При поддержке:



## Х МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

# котлы и горелки BOILERS AND BURNERS

4-6 июня  
Санкт-Петербург 2012

Международный конгресс  
«Энергосбережение и энергоэффективность –  
динамика развития»

Место проведения:  
выставочный комплекс  
«Ленэкспо»,  
Санкт-Петербург,  
Большой пр. В.О., 103,  
павильоны 7, 8А

Организатор выставки:



тел: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37  
gas2@orticon.com, www.farexpo.ru

Генеральный  
информационный партнер:



Стратегический  
информационный партнер:



Деловые партнеры:



Спонсор  
Площадки инноваций:



# Конденсационный котел Unical XC-K

На выставке AQUA-THERM MOSCOW 2012 компания ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» впервые представила вниманию специалистов новую разработку итальянской компании Unical AG S.p.A. – промышленный конденсационный котел серии XC-K.

**Н**овая промышленная линейка газовых конденсационных котлов компании Unical серии XC-K вызвала большой интерес среди участников ежегодной выставки AQUA-THERM MOSCOW 2012.

Выставочный стенд компании ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», где экспонировалась новая разработка конструкторов компании Unical AG S.p.A. – котел серии XC-K, стал площадкой для дискуссий специалистов об особенностях конструкции экспоната и преимуществах конденсационных котлов в целом.

Возрастающий спрос на энергоэффективное оборудование с высоким КПД послужил толчком к созданию новой промышленной линейки конденсационного котельного оборудования.

Принципиальное отличие работы конденсационного газового котла от традиционного заключается в использовании тепла, выделяемого не только при сгорании газа, но и при конденсации водяных паров, всегда присутствующих в дымовых газах.

При охлаждении дымовых газов ниже «точки росы», водяные пары в них конденсируются, высвобождая скрытую теплоту парообразования. В отличие от обычного

котла, где идет борьба с конденсацией, в этом варианте конденсация позволяет получить дополнительную тепловую энергию за счет использования скрытой теплоты парообразования.

При расчете КПД конденсационных котлов используется низшая теплота сгорания газа для того чтобы иметь возможность сравнивать с КПД традиционных котлов. Фактически конденсационный котел использует высшую теплоту сгорания. Поэтому КПД конденсационного котла, рассчитанный по общепринятой методике, составляет 105-110%.

Использование эффекта конденсации водяного пара дымовых газов накладывает серьезные требования к конструкции котла и применяемым металлам. Для достижения максимального эффекта в конструкции теплообменников котлов серии XC-K используются трубы из нержавеющей стали AISI 316 L со специальными алюминиевыми вставками, состоящими из трех секторов, что позволяет максимально увеличить площадь теплообмена. Камера сгорания выполнена из нержавеющей стали AISI 316 L с полным водяным охлаждением, что способствует снижению тепловой нагрузки

и обеспечивает длительный срок службы теплогенератора. Двухходовая конструкция котла с цилиндрической камерой сгорания и большое количество дымогарных труб обеспечивают поддержание низких температур и повышение эффективности работы котла. Конфигурация дымогарных труб позволяет избежать застоя конденсата и обеспечить постоянное его удаление.

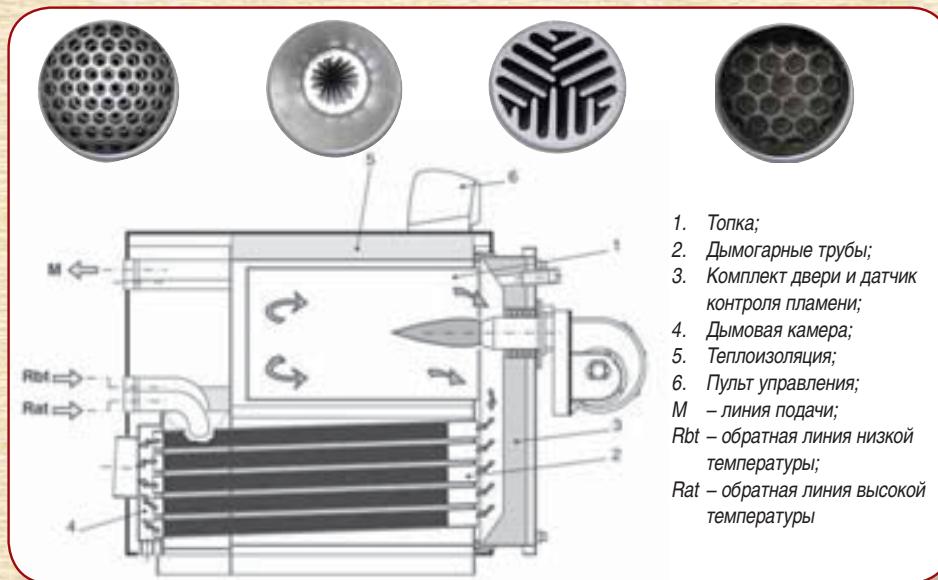
Максимальный эффект достигается при использовании модуляционных горелок, которые обеспечивают приготовление топливно-воздушной смеси в оптимальных для данного режима горения пропорциях (с непрерывным контролем соотношения «газ-воздух»), что сводит к минимуму вероятность неполного сгорания топлива. В результате в отходящих газах значительно снижается количество вредных выбросов, а низкая температура отходящих газов (ниже 40 °C) позволяет использовать дымоходы из пластмассы, что уменьшает затраты на их монтаж.

С запуском серийного производства водогрейных низкотемпературных конденсационных котлов XC-K с диапазоном мощности от 124 до 2160 кВт компания Unical AG S.p.A. очередной раз подтвердила стремление продвижения в производство своих инновационных разработок.

Успехи компании были отмечены организаторами и участниками выставки вручением номинации АКВА-ТЕРМ ПРОФИ 2012 «За продвижение новых технологий».

Вся продукция Unical AG S.p.A., представленная на российском рынке компанией ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории Российской Федерации.

Ознакомиться с полным ассортиментом продукции компании Unical AG S.p.A., получить полную техническую информацию и необходимые сведения о предоставляемых услугах можно, посетив сайт компании ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» [www.energogaz.su](http://www.energogaz.su).



# «Теплостройпроект-С»: серьезный подход к энергоснабжению

Вопросы рационального энергосбережения, энергосберегающих технологий и способов повышения эффективности теплоэнергетических установок сегодня приобретают всё большую актуальность. Эффективное решение этих вопросов в оптимально сжатые сроки является приоритетом для компании «Теплостройпроект-С», входящей в Европейский холдинг RIM GROUP International.

Компания «Теплостройпроект-С» – это современное многопрофильное предприятие, работающее в области теплоэнергетики, где передовые европейские достижения в области котлостроения тесно переплетаются с многолетним опытом российских инженеров и конструкторов. На сегодняшний день компания является одним из крупнейших предприятий по производству теплоэнергетического оборудования в Южном и Северо-Кавказском округах.

Руководство компании планомерно проводит в жизнь политику качества, направленную на решение таких важных задач, как внедрение современного оборудования и новейших технологий, выбор надежных поставщиков как передовых технологий, так и комплектующих, снижение себестоимости выпускаемой продукции и уменьшение вредного воздействия на окружающую среду, повышение профессионализма персонала.

## Надежный базис

В состав компании входят проектный институт, строительно-монтажное управление, мощный производственный комплекс и лаборатория неразрушающего контроля, оснащенная самым современным оборудованием для тщательной проверки и контроля качества сварных швов продукции. ОТК

предприятия осуществляет строжайший контроль как поступающих на завод материалов, так и отгружаемой заказчикам готовой продукции. Производственная база завода располагает самым современным оборудованием ведущих мировых производителей. Это и установка плазменного раскroя металла, позволяющая получать высокую точность и качество реза изготавливаемых деталей, и четырехвалковые вальцы, и другое оборудование лучших европейских производителей. Основываясь на многолетнем опыте в котлостроении наших европейских партнеров, руководством был подобран самый оптимальный вариант организации производства, обеспечивающий максимально эффективное использование человеческих ресурсов, технических средств и производственных площадей. Специалисты компании выполняют весь спектр работ – от проектирования до сдачи объектов в промышленную эксплуатацию.

Так, в цехах завода «Теплостройпроект – С» рождается высококачественный российский продукт, соответствующий мировым аналогам и адаптированный к российским тепловым сетям.

Длительный период времени визитной карточкой компании являлось производство высококачественных водогрейных котлов серии RIM и RIM-MAX, изготавливаемых по итальянской технологии, работающих в режиме плавающей температуры и многоуровневой безопасности, а также производство автоматизированных блочно-модульных, транспортабельных и стационарных котельных с использованием каркасных теплоизолирующих сэндвич-панелей собственного производства. Котельные установки и широкий модельный ряд котлов позволяют обеспечить эффективное теплоснабжение как коттеджу, так и целому району. Производимое

оборудование с большим успехом применяется на промышленных предприятиях и объектах ЖКХ.

## Универсальный поставщик энерго- и теплотехнического оборудования

Компания ООО «Теплостройпроект-С» осуществляет проектирование и поставку когенерационных установок (мини-ТЭС) на базе газопоршневых двигателей и газотурбинных установок в контейнерном и стационарном исполнении под «ключ». Головное предприятие компании RIM GROUP International, расположенное в Гамбурге, приобретает газопоршневые двигатели известных производителей данной продукции, таких как MWM, MAN, MTU, Jenbacher у австрийской компании IET, которая является универсальным поставщиком всех указанных марок двигателей. В дополнение к этому специалисты компании выполняют сервисные и пусконаладочные работы, обучение персонала заказчика правилам эксплуатации установок, поставляет расходные материалы и запасные части.

Многолетний опыт, высококвалифицированный персонал, современные технологии производства и управления позволяют «Теплостройпроект-С» производить качественное оборудование высокой надежности, которое прослужит долгие годы. Заказчику остается только по заданным эксплуатационным характеристикам выбрать оборудование, качество которого ООО «Теплостройпроект-С» гарантирует. РФ, Чеченская Республика, Ачхой-Мартановский р-н, с. Валерик, ул. Гайрбекова, 1 Тел/факс: +7(8714) 22-70-79, 22-70-81, 22-30-73, 22-22-31 отдел снабжения e-mail: zavod@tsp-s.ru abmk-1000@yandex.ru [www.tsp-s.ru](http://www.tsp-s.ru)



# Такие разные дымоходы

Наряду с преимуществами энергоэффективных котельных, такими как экономия топлива, утилизация тепла отходящих газов, сокращение количества вредных выбросов, возникают проблемы, связанные с дымоотведением. Высокий КПД современных котлов оборачивается ухудшением тяги в дымовом канале и образованием низкотемпературного конденсата, который, соединяясь с продуктами сгорания, превращается в азотную кислоту.

Из-за действия конденсата многие традиционные материалы оказались уязвимыми и малопригодными при строительстве современных дымоходных систем. В частности, это относится к кирпичу, который очень быстро разрушается при образовании конденсата, и к дымовым трубам из обычной (черной), стали, чей срок службы снижается до двух-трех лет. Асбосцементные трубы служат несколько дольше – 4–5 лет, но сфера их применения значительно ограничена: при эксплуатации с теплогенераторами, имеющими высокую температуру отводящихся газов (печи, камины), асбосцементные дымоходы просто разрушаются, а иногда и взрываются. Керамические дымоходы – дороги сами по себе и требуют трудоемких и дорогих монтажных работ. Стеклянные дымоходы также дороги, и сфера их применения ограничена узким интервалом температур (используются только с конденсационными котлами).

Единственный вид дымоходов, который может эксплуатироваться с любыми типами теплогенераторов в широком диапазоне температур, – модульные дымоходы из нержавеющей стали. Их универ-

сальные свойства дополняются такими преимуществами как:

- легкий и быстрый монтаж в заданной конфигурации;
- удобство обслуживания;
- независимость от конструктивных элементов зданий и возможность полной или частичной замены без крупных финансовых затрат;
- возможность эксплуатироваться в режимах разряжения и избыточного давления;
- низкое аэродинамическое сопротивление и быстрое преодоление порога конденсатообразования;
- газо- и паронепроницаемость;
- пожаробезопасность и долгий срок службы.

Дымоходы Rosinox® из нержавеющей стали представлены на рынке линейкой из трех серий. Это двухслойные модули ТЕРМО с теплоизолирующим слоем из базальтового волокна высокой плотности (диаметр внутренней трубы 130–700 мм), неутепленные модули МОНО (диаметр внутренней трубы 130–800 мм) и КОЛЛЕКТИВНЫЕ (диаметром 250–400 мм) для систем поквартирного отопления. Модули серии КОЛЛЕКТИВНЫЕ характе-

ризуются особой конструкцией соединительных тройников.

Элементы системы Rosinox® МОНО и внутренние элементы Rosinox® ТЕРМО, вступающие в контакт с дымовыми газами, в стандартном исполнении изготавливаются из нержавеющей кислотостойкой стали. По заказу, для работы с высокотемпературными теплогенераторами, могут изготавливаться из нержавеющей жаропрочной стали.

Внешние элементы системы Rosinox® ТЕРМО, не вступающие в контакт с дымовыми газами, трубные хомуты диаметром 130–150 мм, опорные консоли, огнезащитные пластины изготавливаются из нержавеющей пищевой стали.

Гарантийный срок службы дымоходов Rosinox® составляет 10 лет.

С 17 по 19 апреля в Москве в ЦВК «Экспоцентр» будет проходить 16-я Международная выставка SHK-2012. Rosinox приглашает вас посетить стенд C01 и C02 (II-ой павильон), где вы можете познакомиться с оборудованием, получить технические консультации, задать интересующие вас вопросы.

Рекламный материал сертифицирован



**Rosinox**

Промышленные дымоходы из нержавеющей стали

(495) 363 38 54  
(49624) 5 56 58  
info@rosinox-flue.ru  
www.rosinox-flue.ru

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ БЫСТРОГО МОНТАЖА КОТЕЛЬНЫХ**

**LOVATO**

коллекторы  
насосные группы  
гидравлические стрелки



Регулировка

+7 495 363-38-54  
www.vivatex.ru

**ВИВАТЕКС**

# Горелки F.B.R. – эффективное горение

Важнейшим фактором, обеспечивающим высокую эффективность работы горелочных устройств компании F.B.R. Bruciatori S.r.l., является использование многофункциональных систем управления горением.

Выставочный стенд компании ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» на прошлой в феврале текущего года в МВЦ «Крокус-экспо» выставке «AQUA-THERM MOSCOW 2012» с представленным на нем горелочным оборудованием итальянской компании F.B.R. Bruciatori S.r.l., постоянно привлекал внимание посетителей и участников выставки. Их интересовали как ассортимент продукции 2012 года, так и вопросы сервисного обслуживания и поставок запасных частей.

При участии Andrea Ambrosini (комерческого директора F.B.R. Bruciatori S.r.l.) проводились консультации со специалистами из разных регионов России и стран ближайшего зарубежья. Активность обсуждения технических вопросов свидетельствует об увеличении спроса на продукцию компании F.B.R. Bruciatori S.r.l.

Высокое качество, эффективность и надежность горелок F.B.R., подтвержденные многолетним опытом эксплуатации, привлекают все большее внимание теплоэнергетических компаний.

Углубленное изучение процессов горения при изменении исходных параметров позволило компании F.B.R. Bruciatori S.r.l. в сотрудничестве с компанией LAMTEC GmbH & Co. KG создать горелочные устройства, обеспечивающие оптимальный режим работы с использованием системы для управления процессом горения ETAMATIC OEM / ETAMATIC S OEM.

Система ETAMATIC OEM / ETAMATIC S OEM осуществляет запуск горелки в соответствии с заданным алгоритмом опроса

защитных систем котельного оборудования и подачи топлива учитывающим индивидуальные настройки.

После запуска система производит автоматическую настройку режимов работы горелки при увеличении или уменьшении потребляемой мощности в

основных рабочих органов горелочного устройства (заслонка дутьевого воздуха, дутьевой вентилятор, топливный клапан, рециркуляционная заслонка).

Система для управления процессом горения ETAMATIC OEM позволяют запрограммировать на каждом из каналов регулирования до 20 точек, при этом регистрация параметров осуществляется в условном диапазоне от 0 до 999.

Широкий диапазон настройки обеспечивает возможность установки оптимального режима горения во всем диапазоне мощности горелки для эффективной работы котельных установок с максимальным КПД.

Все действия системы могут регистрироваться и отображаться на сенсорной панели или PLC (возможна передача данных на расстоянии при помощи систем связи и интернет), что открывает новые возможности при эксплуатации.

Вся продукция, представленная на российском рынке компанией ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», как авторизированным сервисно-дилерским центром и официальным партнером компании F.B.R. Bruciatori S.r.l., сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории Российской Федерации. Запасные части и материалы для гарантийного и сервисного обслуживания имеются в наличии на складе компании в Москве.

Ознакомиться с полным ассортиментом продукции компании F.B.R. Bruciatori S.r.l., получить полную техническую информацию и необходимые сведения о предоставляемых услугах можно на сайте компании ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» [www.energogaz.su](http://www.energogaz.su).



зависимости от количества несгоревшего кислорода, уровня CO и H<sub>2</sub> в отработанных газах.

Управление процессом горения осуществляется системой электронного регулирования представляющей собой многофункциональную операционную систему, которая позволяет создать оптимальные условия для сжигания топлива в котельных установках с учетом заданных параметров.

Изменение параметров горения производится посредством регулирования

# Блочно-модульные котельные Professional в условиях мегаполиса

*Последние несколько лет активизировалось строительство в городах. Появляются интересные по архитектуре новые здания в плотной городской застройке центра города вместо ветхих устаревших сооружений, а в отдалении от центра вырастают современные жилые микрорайоны. И вот тогда возникает большое поле деятельности для решения вопросов теплоснабжения на основе автономных блочно-модульных котельных.*

Для больших и малых городов мы, Корпорация «Профессионал» (г. Саратов), за 20 лет работы построили много автономных котельных, различных по месту установки: на крышах высоток, пристроенные в торце здания, отдельно стоящие котельные и их встроенные варианты в готовом помещении. В производстве на нашем заводе, как правило, всегда находится более 10 различных котельных, поэтому мы всегда приглашаем и гостеприимно встречаем всех потенциальных Заказчиков, как говорится, лучше увидеть все своими глазами!

Среди наших работающих котельных «Professional», больших по мощности, есть котельные, снабжающие теплом жилые микрорайоны или большие предприятия (мощность выпускаемых котельных от 100 кВт до 100 МВт). Котельные работают на любом виде топлива, но,

как правило, это природный газ, а в качестве аварийного топлива – дизельное топливо.

Несколько аргументов в пользу использования наших крышных котельных «Professional»:

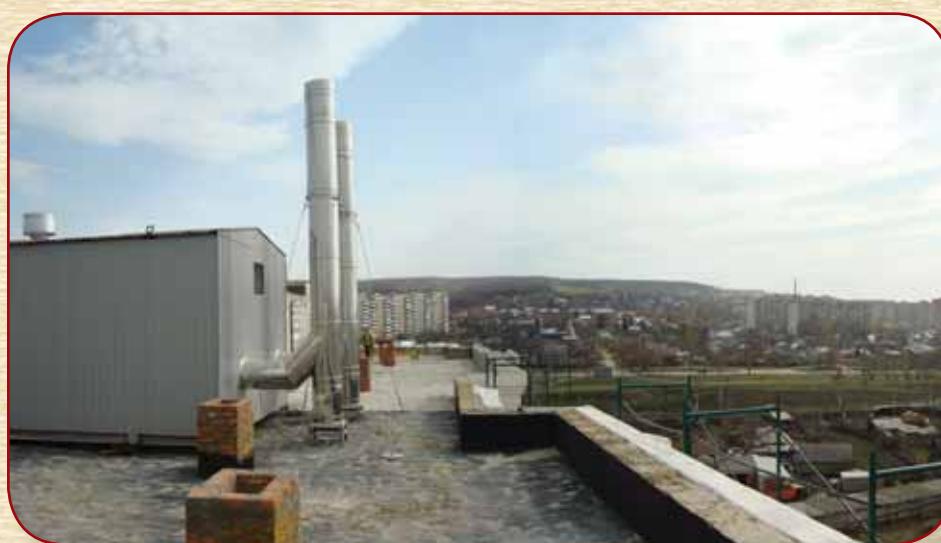
1) каждая котельная проектируется и изготавливается с учетом всех требований заказчика и нюансов конкретного объекта; 2) заводская сборка котельных «Professional» – заводское качество от ПРОФЕССИОНАЛОВ; 3) сертифицированные АБМКУ-П «Professional» быстро и просто сдаются нами надзорным органам; 4) для эксплуатирующей организации крышной котельной (в отличие от встроенной) легко зарегистрировать право собственности, получить кредит и т.д.; 5) долговечность крышных котельных основана на комплектации основного оборудования у лучших мировых лидеров инженерии и строгом соблюдении

высоких требований Системы качества Корпорации «Профессионал»; 6) гарантия на крышные котельные «Professional» составляет от двух до десяти лет.

Крышные котельные «Professional», располагающиеся на крыше объекта теплоснабжения, максимально приближены к потребителям тепла, что сокращает до нуля тепловые потери. Обязательно на этапе проектирования блока котельной наши проектировщики стремятся к изящному дизайну, учитывающему архитектурный облик здания и его цветовое решение, чтобы не нарушать единой целостности сооружения.

Котельная «Professional» устанавливается готовым блоком непосредственно на кровлю здания. По желанию Заказчика, может быть размещена в помещении, возведенном при строительстве объекта. В этом случае Заказчик экономит на стоимости модуля, а крышная блочно-модульная котельная становится крышной встроенной котельной. А котельная, собранная в заводских условиях и прошедшая заводские испытания, остается полностью сертифицированным объектом, т. к. изготавливается у нас на производстве, проходит все испытания, после чего разбирается и собирается далее в помещении котельной на объекте! Сроки монтажа сокращаются до пяти дней, после испытаний и финишной покраски котельная готова к пусконаладке и сдаче!

Для крышной котельной не требуется дымоотводящие трубы большой высоты и существуют благоприятные условия для развеивания дымовых газов котельной, расположенной на крыше высотного здания. Мы изготавливаем фирмен-



ные нержавеющие дымовые трубы типа «сэндвич», достигая цели эстетичности, надежности и долговечности использования.

И еще один важный аргумент в пользу экологичности: наши котельные «Professional» соответствуют российским и европейским требованиям по охране окружающей среды. Использование современного экологически безопасного оборудования и передовых технологий позволяет свести к минимуму выбросы вредных веществ. В большинстве случаев установлены котлы с трехходовой системой прохождения дымовых газов, снижающей выбросы CO, и горелки с пониженной эмиссией NO<sub>x</sub>.

Диспетчеризацию выполняем по условиям Технического Задания Заказчика: от вывода основных аварийных параметров в диспетчерский пункт до вывода сигналов на ПК и телефон с возможностью управления параметрами котельной на любом расстоянии от нее и возможностью контролировать работу котельного оборудования дистанционно.

Запрет Госгортехнадзора РФ на использование крышных котельных снят, но построенных котельных с установкой на крыше в РФ все еще в десятки раз меньше, чем в Западной Европе, США или Канаде. Опыт мировых стран убеждает, что у автономных котельных в российском строительстве большое будущее.

Не секрет, что особенностью состояния теплопроводов многих крупных городов России является их большая изношенность. В зимнее время аварии на теплосетях и невозможность ликвидировать их быстро могут привести к полной

как источник теплоснабжения для вахтовых поселков, бригад геологической разведки и изысканий, часто меняющих свое местоположение.

Очень часто наши котельные «Professional» комплектуются дополнительным оборудованием: автономным дизель-генератором для резервного электроснабжения, системой резервного топливоснабжения, шумоглушителями, системой для быстрого подключения к сетям.

Партия таких аварийных котельных «Professional» на шасси нами отгружена в адрес организаций МЧС и Министерства обороны.

Мы, Корпорация «Профессионал», не конкурируем с предприятиями-поставщиками централизованного теплоснабжения, мы с ними сотрудничаем, так как решаем общую задачу – сделать каждый дом россиянина теплым и уютным, а в масштабах страны и ведущегося в ней строительства, реконструкции предприятий, – работы в сфере теплоснабжения «выше крыши» (т.е. выше стоящей на ней котельной «Professional») – всем хватит!

**ЗАО «Корпорация «Профессионал»**  
410047, г. Саратов, ул. Сибирская,  
д. 2 «а».

Тел./факс: (8452) 66-11-66, 66-06-25,  
66-06-24, 66-06-27 +7 904-706-88-33  
e-mail: profi-sar@mail.ru  
www.profi-sar.ru



разморозке отопительной системы домов, а главное – это люди, оставшиеся без тепла в морозы, страдающие морально и физически.

Для организаций сферы ЖКХ и МЧС Корпорация «Профессионал» выпускает аварийные котельные, для которых блочно-модульная котельная устанавливается на шасси автомобиля или на автоприцеп. Мощность такой котельной может быть от 100–250 кВт до 1,5–3 МВт.

Эти котельные на шасси могут использоваться: строительными организациями для отапливания строящихся объектов,



## Пополнение в ряду Weishaupt

На выставке Aqua-Therm 2012 на стенде компании Weishaupt (Германия) были представлены новинки 2011 г.: новый типоряд горелок WM-G 30/3 (мощностью 600–5700 кВт), который постепенно сменит типоряд горелок Monarch 8-11, а также типоряд комбинированных горелок горелок WM GL 10/3 A, у которых диапазон мощности при работе на газе составляет 100–1000 кВт, при работе на жидким топливом 240–1000 кВт (исп. ZM-T). Горелочные устройства оснащены новыми цифровыми менеджерами горения.

# Нагреватели термальных жидкостей BONO ENERGIA серии OMV

На протяжении многих лет компания BONO ENERGIA S.p.A. является одним из ведущих мировых производителей нагревателей термальных жидкостей. Данное оборудование в производственной программе компании представлено в широком интервале теплопроизводительностей от 0,2 до 40 МВт и делится на нагреватели змеевикового типа и нагреватели с принудительной циркуляцией теплоносителя.

Нагреватели термальных жидкостей BONO ENERGIA змеевикового типа серии OMV (рис. 1) были разработаны для работы как с минеральными, так и с синтетическими теплоносителями. Модельный ряд покрывает интервал теплопроизводительностей от 0,2 до 7 МВт с возможностью модулирования температуры термальной жидкости до 280–300 °C.

Нагреватели термальных жидкостей змеевикового типа серии OMV представлены на рынке многие десятилетия. Благодаря своей компактности данный тип установок нашел широкое применение в различных производственных процессах. Высокие требования, предъявляемые к процессу передачи тепловой энергии теплоносителю, могут быть удовлетворены только при помощи комбинации ряда «ноу-хау» в конструкции нагревателей, а также оптимизацией гидродинамики течения термальной жидкости и теплообменных процессов, тщательной проработкой при проектировании и контролем качества сборки на производстве.

На первый взгляд, нагреватели змеевикового типа различных производителей кажутся одинаковыми. Но при более подробном техническом анализе выясняется, что существует множество «ноу-хау», которые делают оборудование более инновационным и успешным на рынке.

В нагревателях термальных жидкостей серии OMV используются бесшовные спиралевидные нагревательные трубные элементы — «змеевики» (рис. 2), располагающиеся внутри друг друга. Данная конструкция спроектирована таким образом, чтобы уменьшить разницу температур между термальной жидкостью и стенкой змеевика.

Благодаря специальной конструкции змеевика обеспечиваются турбулентный режим циркуляции термальной жидкости, высокая интенсивность теплообмена и стабильная температура термальной жидкости. Турублентный режим гарантирует плоский температурный профиль термальной жидкости и минимальную разницу температур между пристеночным слоем и потоком.

Компания BONO ENERGIA уделяет значительное внимание научным изысканиям и поиску оптимальных решений по оптимизации конструкции и снижению затрат, связанных с эксплуатацией нагревателей.

Так, после ряда исследований гидродинамики течения термальной жидкости и теплообменных процессов, проходящих в нагревателях серии OMV, было показано, что при переходном гидродинамическом режиме течения термальной жидкости (рис. 3, правая часть), характеризующимся низкими скоростями потока, увеличенной толщиной пристеночного слоя, наблюдается постоянное превышение температуры пристеночного слоя над температурой потока на 30–35 °C. Надо заметить, что наибольшие тепловые нагрузки нагревательные элементы и термальная жидкость испытывают в радиационной зоне. Ввиду того, что удельные тепловые нагрузки максимальны, а термальная жидкость находится в переходном режиме в пристеночном слое, возникают локальные перегревы, что приводит к ее разложению. Было также показано, что жизненный цикл термальной жидкости зависит не только от



Рис. 1. Нагреватель термальной жидкости змеевикового типа серии OMV



Рис. 2. Безшовные спиралевидные нагревательные трубные элементы

локальных перегревов, но и строго описывается зависимостью от увеличения ее общей температуры, например, за счет снижения скорости циркуляции и увеличения времени пребывания во всем нагревательном контуре. При этом количество разложившейся термальной жидкости

удваивается при среднем увеличении температуры на 10 °C. При термической деградации термальной жидкости увеличивается ее вязкость и снижается степень турбулентности потока, что приводит к плохому перемешиванию и увеличению толщины пристеночного слоя, большему времени контакта с перегретой поверхностью и дальнейшему разложению термальной жидкости. Надо также отметить, что даже при незначительном увеличении температуры потока происходит быстрое и значительное увеличение температуры пристеночного слоя.

Высокая скорость потока термальной жидкости (рис. 3, левая часть) характеризуется плоским профилем скоростей турбулентного режима течения термальной жидкости внутри трубы змеевика. При данном режиме течения толщина пристеночного слоя и разница температур между ним и потоком остаются минимальными.

Компанией BONO ENERGIA практически были определены оптимальные параметры потока, при которых достигается необходимая степень турбулентности и максимальные технико-экономические показатели, а образование углеродного слоя и термическое разложение термальной жидкости остаются минимальными.

Нагреватели термальной жидкости серии OMV имеют развитые поверхности теплообмена радиационной и конвективной зон. Для достижения максимальной эффективности процесса теплообмена и увеличения срока службы оборудования и термальной жидкости была проведена оптимизация соотношения площадей поверхностей радиационной и конвективной зон. Разработка конструкции нагревателей серии OMV проводилась согласно строго регламентированным нормам проектирования данного типа установок при контроле следующих параметров: максимальная удельная тепловая нагрузка, максимальные температуры потока и пристеночного слоя термальной жидкости.

В зависимости от мощности, нагреватели серии OMV имеют до четырех концентрических змеевиков, а наличие конвективной секции гарантирует дополнительный постепенный нагрев термальной

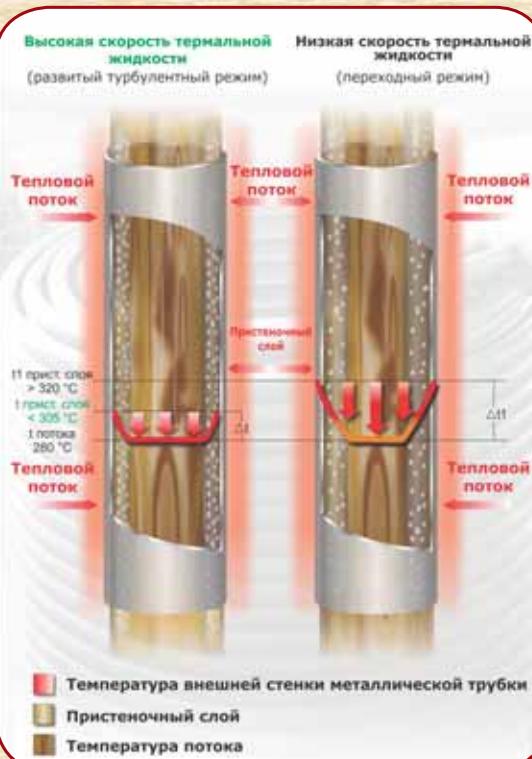


Рис. 3. Профили температур термальной жидкости в зависимости от гидродинамических условий ее течения

жидкости и более высокий коэффициент использования теплоты дымовых газов и снижение термических напряжений.

Напротив, противоточные нагреватели термальных жидкостей имеют только один или два змеевика, что не обеспечивает должную компенсацию термических деформаций между внутренним и внешним змеевиками. В особенности недостатки данной конструкции проявляются при разнице температур между пристеночным слоем и потоком термальной жидкости более 35 °C, что приводит к усталости металла и значительному снижению срока службы оборудования.

При оптимизации работы нагревателей для минимизации степени разложения термальных жидкостей при рабочих температурах более 316 °C, компанией BONO ENERGIA было уделено особое внимание конструкции камеры сгорания и геометрии змеевиков, так как до 60 % от общей тепловой энергии переносится к термальной жидкости в радиационной зоне. Надо отметить, что большой объем камеры сгорания позволяет обеспечить значительное пространство вокруг горел-

ки, но снижает количество теплоты, передаваемое радиационным переносом, а наличие открытого пространства между витками змеевика также снижает количество теплоты, передаваемое радиационным переносом.

Так как нагревательные элементы радиационной зоны напрямую соприкасаются с пламенем, то удельные тепловые нагрузки в радиационной зоне примерно в три раза больше, чем в других частях нагревателя, а разница температур между потоком и пристеночным слоем составляет более 83 °C. В некоторых нагревателях максимально рекомендованная температура пристеночного слоя может быть превышена, в то время как средняя температура будет оставаться на допустимом уровне.

Тщательно проработанная конструкция змеевиковых нагревателей серии OMV позволяет поддерживать высокую скорость циркуляции термальной жидкости, плоский температурный профиль, отсутствие зон локального перегрева и закипания теплоносителя при минимальном гидравлическом сопротивлении. Конструкция нагревателей OMV позволяет также работать в режимах с низкой скоростью циркуляции термальной жидкости, что в установках других типов достаточно проблематично и может привести к быстрой ее деградации, особенно при использовании минеральных диатермических масел.

BONO ENERGIA гарантирует:

- Длительный срок эксплуатации нагревателей и термальных жидкостей.
- Высокий уровень безопасности при максимальных температурах термальных жидкостей.
- Высокий тепловой КПД.

**Доверьтесь профиSSIONАЛАМ!**

**cannon**  
**Eurasia**

Представительство BONO ENERGIA S.p.A. в РФ и СНГ – ООО «Канон Евразия». 119049, Россия, г. Москва, ул. Мытная, д. 1, стр. 1, подъезд 2, этаж 8. Тел/факс: +7 (495) 937-37-90, E-mail: bono@cannon.ru [www.kotly-bono.ru](http://www.kotly-bono.ru), [www.cannon.ru](http://www.cannon.ru)

Издательский центр

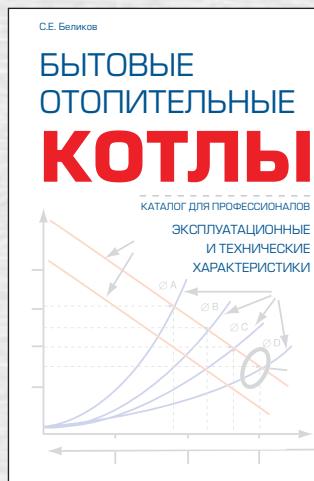
# АКВА-ТЕРМ

[www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru)

## ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

### Каталог «Бытовые отопительные котлы»

В издании собрана информация о представленных на российском рынке котлах мощностью до 100 кВт российского и зарубежного производства. Первая, теоретическая, часть книги содержит сведения о видах, конструкциях, принципах и характеристиках работы современных газовых, жидкотопливных, а также электрических отопительных аппаратов; рекомендации по их выбору, установке, обслуживанию и эксплуатации. Собственно каталог включает краткие сведения об изготовителях, описание серий котлов и технические характеристики продаваемых в России моделей, а также контактную информацию: почтовые адреса, номера телефонов, адреса электронной почты и интернет-сайтов производителей, их представительств, официальных дистрибуторов продукции и дилеров.



### Воздушные тепловые насосы

Появившиеся в Европе в конце прошлого века низкотемпературные воздушные тепловые насосы (НВТН) принципиально изменили существовавшие ранее представления о технических возможностях такого оборудования. В России же дефицит внятной информации о технических особенностях и возможностях НВТН успел породить в отношении них массу всевозможных версий преимущественно скептического толка. В книге убедительно доказывается возможность использования низкотемпературных воздушных тепловых насосов для комфорtnого отопления в российских условиях. Издание ориентировано на широкий круг читателей, интересующихся темой тепловых насосов.



### Отопительные приборы и поверхности

В издании подробно рассматриваются виды теплоотдающих устройств современных систем водяного отопления – радиаторов, конвекторов, нагревательных панелей. Автор ставил своей задачей помочь читателям разобраться в их многообразии, особенностях и условиях применения.



### Электронный архив журнала «Аква-Терм» (2009-2010)

Юбилейный компакт-диск, приуроченный к десятилетию издательства. На диск вошли все статьи из 12 выпусков журнала для профессионалов «Аква-Терм» за 2009-2010 гг., посвященного вопросам тепло- и водоснабжения, водоподготовки и водоотведения бытовых, коммерческих и промышленных объектов.



### **ТВЕРДОТОПЛИВНЫЙ КОТЕЛ В ВАШЕМ ДОМЕ**

Издание посвящено решению задачи отопления и ГВС дачи или коттеджа с помощью теплогенератора на твердом топливе.

Рассматриваются вопросы выбора твердотопливного котла и элементов его обвязки, а также монтажа и эксплуатации котельной.

Книга ориентирована на пользователей, но будет полезной и читателям, профессионально занимающимся отопительной техникой.



### **ГИДРОАККУМУЛЯТОРЫ И РАСШИРИТЕЛЬНЫЕ БАКИ**

Книга интересна, прежде всего, инженерам и проектировщикам, монтажникам, работа которых связана с созданием систем отопления и водоснабжения. Много нового найдут в ней также другие интересующиеся данным вопросом.

В книге помещены методики подбора расширительных баков и гидроаккумуляторов, даны адреса основных производителей оборудования.



### **РУССКАЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ ТЕХНИКА**

Современный человек привык к комфорту. За последние десятилетия в наш быт прочно вошло множество технических решений, обеспечивающих его везде, где бы мы ни находились: дома, в офисе, магазине или театре. На фоне «умных» приборов и сложных климатических систем XXI века многие устройства предшествующих столетий кажутся примитивными. Но не следует забывать, что в основе сегодняшнего прогресса лежат сооружения и приспособления, которыми пользовались наши предки и которым посвящено это издание.

Эта книга давно разошлась на цитаты и используется многими весьма уважаемыми авторами в монографиях и учебниках.



### **КАК ОТОПИТЬ ЗАГОРОДНЫЙ ДОМ**

Издание предназначено всем интересующимся индивидуальным коттеджным строительством, включая специалистов по автономным отопительным системам. В легкой и доступной форме рассказывается о важнейших компонентах отопительной системы и их взаимодействии. Брошюра поможет сориентироваться при подборе составляющих системы. Приведены некоторые рекомендации по монтажу отопительного контура, освещены основные вопросы обустройства теплого комфортного жилища.



### **«Что нужно знать при выборе котла»**

Газовый котел, находящийся в вашем доме, служит источником тепла и комфорта. Однако при определенных обстоятельствах он же может стать причиной неприятностей и даже бед.

ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ  
ПРИ ВЫБОРЕ КОТЛА



### **Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы**

Рекомендовано в качестве учебного пособия для студентов вузов и колледжей по специальности «Тепловые электростанции».

В книге систематизированы и обобщены сведения о первой части технологического цикла тепловой электростанции: подготовке различных видов топлива к сжиганию, организации топочного процесса, получении перегретого пара в котельных установках различных конструкций. Приведены особенности эксплуатации паровых котлов на разных видах органического топлива.



### **Малые котлы и защита атмосферы. Снижение вредных выбросов при эксплуатации промышленных и отопительных котельных**

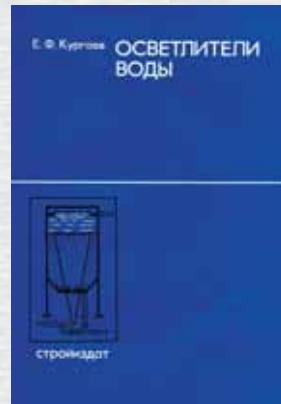
В книге рассмотрены основные загрязнители атмосферного воздуха, образующиеся при сжигании органического топлива в промышленных и отопительных котлах. Приведены рекомендации по измерению и расчету массы токсичных газообразных выбросов в атмосферу, а также некоторые результаты отечественных и зарубежных работ по снижению этих выбросов. Уделено внимание технологическим методам подавления оксидов азота.

Для инженерно-технических работников, занимающихся эксплуатацией и наладкой котлов в малой энергетике.



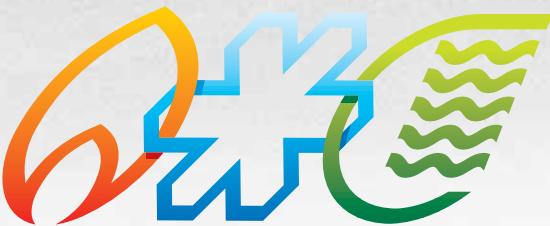
### **Осветлители воды**

В книге рассмотрены технология работы осветлителей воды, закономерности происходящих в них процессов, методики расчета, проектирования и эксплуатации этих аппаратов. Приведены конструктивные решения и освещены методы повышения эффективности работы осветлителей.



# ISK-SODEX

СТАМБУЛ 2012



Крупнейшая Торговая Ярмарка в Сфере  
Отопления, Вентиляции, Кондиционирования и  
Охлаждения в Регионе Евразии

2-5 мая 2012

Стамбул Экспо Центр (Cnr Экспо)  
ТУРЦИЯ

Организатор: **POOL EXPO**



## ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ВЫСТАВКИ

- ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, КОМПОНЕНТЫ
- КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ
- ОТОПЛЕНИЕ, СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ
- НАСОСЫ, КЛАПАНЫ, САНТЕХНИКА, ВОДООЧИСТКА, ФИТИНГИ, ТРУБЫ, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
- ИЗОЛЯЦИЯ

В сотрудничестве с:



Медиа спонсор **Publishing Centre**

**AQUA-THERM**

Официальное тур-агентство



Tel: +90 212 465 00 80  
info@casalitour.com  
www.casalitour.com



Deutsche Messe  
Worldwide

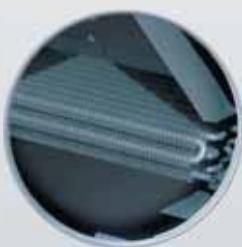
Hannover-Messe

Sodeks Fuarcılık A.Ş.

Tel : +90 212 290 33 33

Fax : +90 212 290 33 32

e-mail : info@sodex.com.tr



**Двухходовые  
паровые котлы  
высокого давления**

BAHR'12/15  
BAHR'12/15 HP  
BAHR'12/15 HPEC

14 моделей

Паропроизводительностью  
от 300 до 5 000 кг/ч  
КПД от 90,0 до 98,0 %

**Трехходовые  
паровые котлы  
высокого давления**

TRYPASS'12/15 STD  
TRYPASS'12/15 Low NOx  
TRYPASS'12/15 Low NOx E

27 моделей

Паропроизводительностью  
от 2 000 до 21 600 кг/ч  
КПД от 89,0 до 94,0 %

**Двухходовые  
паровые котлы  
низкого давления**

BAHR'UNO  
BAHR'UNO HP  
BAHR'UNO HPEC

15 моделей

Паропроизводительностью  
от 140 до 3 000 кг/ч  
КПД от 90,0 до 96,0 %

**Атмосферные  
деаэраторы**

**DEAR**  
10 моделей  
Производительностью  
от 500 до 10 000 кг/ч

**ЭнергоГаз**

Авторизованный сервисно-дилерский центр,  
официальный партнер компании UNICAL AG S.p.A. в России:  
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

143400, Московская область, г. Красногорск, ул. Успенская, дом 3, офис 304  
Тел./факс: (495) 980-61-77, [energogaz@energogaz.su](mailto:energogaz@energogaz.su), [www.energogaz.su](http://www.energogaz.su)