

# КОТЕЛЬНЫЕ и мини-ТЭЦ

[Когенерация](#)[Обзор рынка](#)[Водоподготовка](#)[Тригенерация  
на мини-ТЭЦ](#)

22

[Водогрейные  
жаротрубные котлы  
на российском рынке](#)  
32[Реагенты для  
водоподготовки  
водогрейных котлов](#)  
44

# TopTechnik

Когенерационные установки **VITOBLOC** –  
комбинированная выработка тепловой  
и электрической энергии



Когенерационные установки Vitobloc 200 предназначены для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.

Вы получаете бесперебойное снабжение электроэнергией со стабильными параметрами по частоте и напряжению, а тепловой энергией со стабильными параметрами температуры теплоносителя.

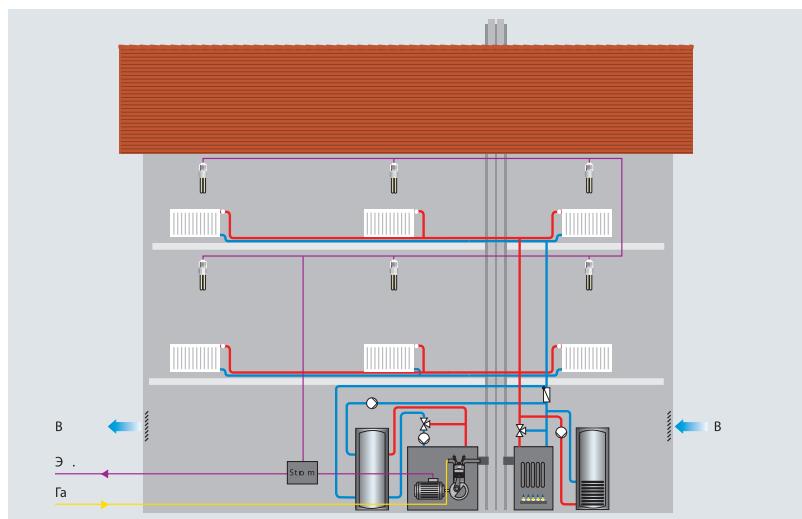
При необходимости Вы имеете возможность поэтапного модульного наращивания мощности источника энергоснабжения.

Экономически наиболее эффективными являются когенерационные установки с газопоршневыми двигателями в диапазоне средних единичных мощностей, которые имеют низкие эксплуатационные затраты, больший моторесурс до капитального ремонта по сравнению с газовыми турбинами и дизельными двигателями, а по уровню эмиссии вредных веществ газопоршневые двигатели удовлетворяют самым жестким европейским нормам.

Когенерационные установки Vitobloc 200

## VITO BLOC – когенерационные установки

Рис. 1. Применение модуля когенерационной установки



Комплексная генерация тепловой и электрической энергии

Неоспоримое преимущество децентрализованного энергоснабжения заключается в том, что в отличие от крупных теплоэлектроцентралей, тепловая и электрическая энергия производится в непосредственной близости к потребителю, тем самым существенно снижая тепловые и электрические потери на ее транспортировку.

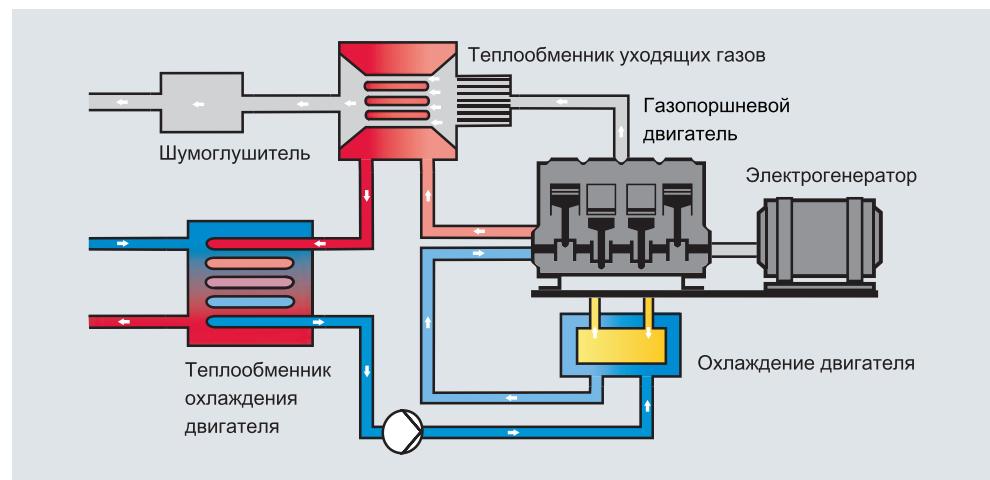
Коэффициент использования энергоресурсов возрастает до 60%, а стоимость электрической и тепловой энергии, производимой когенерационными установками, существенно ниже, чем в «большой» энергетике.

Совместно с когенерационной установкой для покрытия пиковых нагрузок тепловой энергии, как правило, используют дополнительный водогрейный котел.

Тип модуля Vitobloc	Количество цилиндров	Размеры и ход поршня, мм/мм	Число оборотов, мин <sup>-1</sup>	Механическая мощность, кВт	Электрическая мощность $\cos \varphi = 1,0$ , кВт	Тепловая мощность $\pm 5\%$ , кВт	Потребляемая мощность <sup>1)</sup> $\pm 5\%$ , кВт
EM-18/36 DN-20eco	4	82,5 / 92,8	1500	19	18	36	56
EM-50/81 DN-50	4	108 / 125	1500	53	50	81	145
EM-70/115 DN-70	6	108 / 125	1500	75	70	115	204
EM-140/207 DN-140	6	128 / 166	1500	150	140	207	392
EM-199/263 LE-190 <sup>50</sup>	6	128 / 166	1500	210	199	263	538
EM-199/293 LE-190 <sup>80</sup>	6	128 / 166	1500	210	199	293	553
EM-238/363 DN-200	12	128 / 142	1500	250	238	363	667
EM-363/498	12	128 / 142	1500	380	363	498	960
EM-401/549	12	128 / 142	1500	420	401	549+26	1053

<sup>1)</sup> В зависимости от теплотворной способности газа

Рис. 2. Функциональная схема когенерационной установки



Модуль когенерационной установки состоит из газопоршневого двигателя, электрогенератора, контурных теплообменников и насосов, устройств безопасности и системы управления и контроля.

16+

# Содержание

## НОВОСТИ

4

## КОТЕЛЬНЫЕ

### 8 Водогрейные котлы жаротрубного типа

- 12 Повышение энергоэффективности технологических и теплоэнергетических установок  
14 Новые конденсационные котлы Viessmann  
16 Котельные в красках

## ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

- 22 Тригенерация на мини-ТЭЦ: обзор технологий и оборудования  
28 Солнечные паромоторные мини-ТЭС: зарубежный опыт  
31 Когенерация от Hoval

## ОБЗОР РЫНКА

### 32 Водогрейные жаротрубные котлы на российском рынке

## ВОДОПОДГОТОВКА

- 40 Системы для водоподготовки водогрейных жаротрубных котлов

- 44 Реагенты для водоподготовки водогрейных котлов

## ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ

- 46 Котлы Unical: высокое качество, высокая эффективность, высокие оценки

## ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

- 48 Паровые котлы Unical – высокая эффективность и надежность  
50 Водоподготовка для водогрейных жаротрубных котлов  
52 Котлы наружного размещения КСУВ: теперь и конденсационные

## ИНТЕРНЕТ

- 54 Производители водогрейных жаротрубных котлов в Интернете

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

- 58 Промышленный сегмент на ISH Frankfurt 2013

## ЭКОЛОГИЯ

- 62 Экологический аудит в промышленной энергетике



Директор  
Лариса Шкарабо  
[magazine@aqua-therm.ru](mailto:magazine@aqua-therm.ru)  
Главный редактор  
Алексей Прудников  
[prom@aqua-therm.ru](mailto:prom@aqua-therm.ru)  
Служба рекламы и маркетинга:  
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66  
Елена Фетищева  
[sales@aqua-therm.ru](mailto:sales@aqua-therm.ru)  
Элина Мун  
[market@aqua-therm.ru](mailto:market@aqua-therm.ru)  
Елена Демидова  
[ekb@aqua-therm.ru](mailto:ekb@aqua-therm.ru)

Служба подписки  
[podpiska@aqua-therm.ru](mailto:podpiska@aqua-therm.ru)  
Члены редакционного совета:  
Р. Я. Ширяев, генеральный директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,  
президент клуба теплоЭнергетиков  
«Флогистон»  
Н.Н. Турбанов, технический  
специалист ГК «Импульс»  
В.Р. Котлер, к. т. н.,  
заслуженный энергетик РФ,  
ведущий научный  
сотрудник ВТИ

В.В. Чернышев, зам.начальника  
Управления государственного  
строительного надзора  
Федеральной службы  
по экологическому,  
технологическому  
и атомному надзору  
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: 7000 экз.  
Отпечатано в типографии  
ООО «Дизарт Тим»

Полное или частичное воспроизве-  
дение или размножение каким бы  
то ни было способом материалов,  
опубликованных в настоящем

издании, допускается только с пись-  
менного 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:**  
**паровой котел BAHR'12/15**  
**НРЕС компании Unical**  
**(Италия).**

**Уважаемые читатели!**

Я искренне рад возможности обратиться к Вам со страниц журнала «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ».

Как Вы уже знаете, последний год для компании «WILO РУС» был полным позитивных изменений и реализованных проектов. Искренне надеемся, что тенденция развиваться и меняться только в лучшую сторону останется с WILO навсегда, чтобы мы могли радовать Вас, дорогие читатели, нашими самыми свежими и хорошими новостями.

Компании WILO уже более 140 лет, из них 16 лет на российском рынке успешно функционирует ее дочернее предприятие «WILO РУС». За это время мы смогли реализовать большое количество проектов, поставив оборудование WILO как на новые объекты строительства, так на огромное число реконструируемых промышленных и коммунальных объектов по всей России от Владивостока до Калининграда. Наше оборудование присутствует там, где необходимо решать сложнейшие задачи отопления, водоснабжения, водоотведения, канализации, вентиляции и кондиционирования с применением долговечных и энергоэффективных немецких насосов и насосных станций, а также оборудования для бассейнов, аквапарков и подготовки технической (котловой) и питьевой воды.

Надежность техники WILO обусловлена высоким качеством конструкции и изготовления, удобством в монтаже и эксплуатации.

*Девиз компании «Pioneering for you» олицетворяет новаторский подход, инновационные конструкторские решения и стремление сделать жизнь всего общества и каждого человека в отдельности максимально комфортной.*

Многие из Вас уже знают, что компания «WILO» стала членом РАВВ (Российской Ассоциации водоснабжения и водоотведения). Для «WILO РУС» это шаг навстречу новым проектам, перспективам и росту. Это важный показатель степени доверия к нашей компании, что не может не радовать нас, как производителей. Мы уверены, что сотрудничество с РАВВ будет не только долгим, но и продуктивным.

Спасибо Вам, дорогие читатели-эксперты, за то, что следите за судьбой нашей компании, читаете новости и активно участвуете в ее развитии.

*С уважением,  
Генеральный директор компании ООО «WILO РУС» Йенс Осмо Даллендоэрфер*



## Производство SGT5 в Ленинградской области

ООО «Сименс Технологии газовых турбин» и ЗАО «ЮИТ Лентек» подписали договор купли-продажи земельного участка на территории индустриального парка в Ленинградской области для строительства завода по производству газовых турбин Siemens. На участке 3,8 га с коммуникациями и необходимой инфраструктурой «Сименс» построит комплекс по производству и обслуживанию газовых турбин SGT5-2000E и SGT5-4000F мощностью 166 МВт и 292 МВт. На заводе общей площадью около 25 000 м<sup>2</sup> будет создано до 500 рабочих мест. Здесь будет производиться механическая обработка роторных деталей и статорных узлов турбин, выполняться полный цикл сборочных работ и заводские испытания, консервация продукции и ее отгрузка заказчику. В дальнейшем планируется увеличивать долю локализации изготавливаемых компонентов. Объект планируется ввести до конца 2014 г.



## Биогазовая станция в Пермском крае

Корпорация «БиоГазЭнергоСтрой», входящая в Группу компаний «ГазЭнергоСтрой», будет строить биогазовые станции в Пермском крае по заказу АНО «Пермский центр социального инжиниринга», с которым подписано соглашение о развитии биоэнергетики на территории Пермского края. Пилотным проектом станет БГЭС в пос. Шадейка Кунгурского района, работающая на отходах крупного рогатого скота. Также в составе комплекса планируется запустить линию по грануляции перебродившего субстрата и наладить производство высококачественных органических удобрений. Работы по проектированию биостанции будут завершены в ноябре 2013 г., строительство биогазовой станции начнется в 2014 г. В дальнейшем планируется реализовать несколько совместных проектов по строительству биогазовых станций на базе птицефабрик региона.

## Мини-ТЭЦ на птичьем помете

Во второй половине 2013 г. в Днепропетровской области (Украина) компания «Днепроэнерго-ресурс» построит первый в СНГ энергетический комплекс по производству тепловой и электрической энергии, работающий на птичьем помете. ТERRITORIALLY предпринятие будет расположено на въезде в г. Никополь рядом с птицекомбинатом «Днепровский», с тем чтобы максимально увеличить приближенность источника топлива и потребителя. Отходы птицекомбината будут использоваться на предприятии в качестве альтернативного топлива с целью экономии газа. Работа нового энергетического комплекса будет основана на технологии «кипящего слоя» (сжигание в среде кипящего топлива), позволяющей проводить полное сжигание без образования вредных примесей. Также на предприятии будет применена технология рециркуляции – возврата части образовавшегося газа в зону горения. Целью проекта является не только экономия газа, но и максимально экологичное производство электрической и тепловой энергии.

## Микротурбинная ТЭС для космической телеинформатики

В Щелковском районе Московской обл. запущена в эксплуатацию микротурбинная электростанция телекоммуникационного центра ОАО «Газпром космические системы». Проект осуществлен компанией «БПЦ Инжиниринг», которая поставила основное технологическое оборудование, выполнила шефмонтажные и пусконаладочные работы. Новый энергогенератор обеспечит электричеством, теплом и горячей водой инфраструктуру телекоммуникационного центра. Первая очередь энергогенератора включает одну микротурбинную систему Capstone серии C1000, теплоутилизатор УТ-65 мощностью 1,15 МВт и пиковый водогрейный котел «Термотехник» ТТ 50 мощностью 700 кВт. Мини-ТЭС располагается в отдельном, специально спроектированном одноэтажном здании. В качестве топлива используется природный газ высокого давления. Проектом предусмотрена эксплуатация микротурбин в островном режиме. ГТЭС автоматизирована и не предполагает постоянного присутствия персонала. Контроль рабочих параметров осуществляется удаленно из диспетчерского пункта, расположенного на территории телекоммуникационного центра. В дальнейшем запланировано расширение мини-ТЭС до 1,6 МВт электрической мощности. Запуск второй очереди оборудования, включающей микротурбину Capstone C600 мощностью 600 кВт и теплоутилизатор УТ-65 (0,74 МВт), должен состояться в конце текущего года. Новое оборудование обеспечит энергией наземный комплекс управления.



## Новые насосы Wilo для промышленности и строительства

Концерн Wilo (Германия) разработал и представил на выставке ISH 2013 во Франкфурте-на-Майне новое поколение насосов, которое позволяет реализовать огромный потенциал энергосбережения. Насос Wilo-Stratos GIGA, первый высокоэффективный насос с сухим ротором, предназначен для оптимизации расходов на отопление, кондиционирование и охлаждение как в промышленности, так и в строительстве современных зданий. Сочетание энергоэффективного мотора с высоким КПД, электронного регулирования частоты вращения и новой гидравлики позволяет сэкономить до 70% электроэнергии в год по сравнению с использованием стандартного нерегулируемого насоса. Энергоэффективность мотора базируется на новой концепции привода HED (High Efficiency Drive) и уже сегодня превышает класс эффективности IE4\*\* в соответствии с европейской классификацией энергоэффективности моторов. Сам мотор с технологией электронной коммутации (ECM) обеспечивает диапазон регулирования в три раза шире, чем у обычных насосов с электронным регулированием способен развить частоту вращения до 4850 об/мин. К тому же, он в 3 раза меньше чем стандартный асинхронный двигатель, имеющий подобную мощность.

Насос Wilo-Stratos GIGA имеет графический дисплей и запатентованную технологию управления всеми функциями одной «красной кнопкой», а также дистанционное регулирование. Встроенный прибор управления сохраняет все необходимые данные, позволяет осуществлять регулирование по различным параметрам (перепад температур, расход ит.п.) и легко адаптируется к потребностям системы в целом, поэтому полностью отпадает необходимость устанавливать внешний прибор управления для отображения параметров работы агрегата. Помимо этого, предусмотрена возможность удаленного управления, так как насос поддерживает все основные стандарты для интеграции в системы автоматизации зданий: BACnet, Modbus, CAN, LON и PLR. Электроника и управление частотой вращения разрабатывались специально для Wilo-Stratos GIGA. Рабочее поле насоса в 3 раза шире, чем у любого другого регулируемого насоса, например, он поддерживает напор до 51 м.

Гидравлика Wilo-Stratos GIGA разработана так, чтобы обеспечить максимально возможный КПД системы. Как корпус, так и 3D рабочие колеса выполнены с высочайшей геометрической точностью, что повышает напор и уменьшает сопротивление. Благодаря этому одноступенчатый центробежный насос Wilo-Stratos GIGA имеет значительное превосходство над традиционным насосом с асинхронным двигателем. Увеличение скорости вращения позволяет уменьшить размеры гидравлической части и диаметр рабочего колеса, сохранив производительность на том же уровне, что и у стандартного

агрегата больших размеров. Соответственно корпус насоса имеет более компактный размер. Например, в сравнении с другим циркуляционным насосом с сухим ротором серии Wilo IL-E, масса Wilo-Stratos GIGA на 55%, а размер на 39% меньше, что облегчает транспортировку, монтаж и обслуживание. Допустимый диапазон температур перекачиваемой жидкости от -20 °C до +140 °C, что означает широкий спектр применения. Специальное катафорезное покрытие защищает оборудование от коррозии.

Wilo-Stratos GIGA потребляет на 31% меньше электричества, чем любой другой электронно-регулируемый насос и на 70% меньше чем нерегулируемый, вследствие этого его относительно высокая стоимость окупится достаточно быстро. Например, в Европе при 6000 ч работы в год он окупает себя ровно через год эксплуатации.

Для оптимизации энергопотребления насосами и станциями повышения давления компания Wilo разработала другую новинку – серию энергоэффективных высоконапорных многоступенчатых центробежных насосов Wilo-Helix EXCEL, которые могут применяться в системах водоснабжения и повышения давления, промышленных циркуляционных системах, технологическом водоснабжении, контурах охлаждающей воды, моечных установках и установках орошения. Также как и Wilo-Stratos GIGA, насос Wilo-Helix EXCEL оснащен HED-приводом (HED – High Efficiency Drive), в его конструкции предусмотрено новое электронное управление, которое обеспечивает широкий диапазон регулирования. Есть возможность дистанционного управления через опциональные IF-модули,



что позволяет поддерживать все основные существующие стандарты рынка для интеграции в системы автоматизации зданий. Насосы Wilo-Helix EXCEL оснащены эффективной 3D гидравлической системой, которая обеспечивает идеальный профиль течения жидкости за счет оптимальной формы лопасти рабочего колеса. Конструкция гидравлических частей насоса исключает появление мертвых зон, в которых может застаиваться жидкость, гладкие поверхности материалов помогают избегать накопления микробов. В сочетании с электронно-коммутируемыми двигателями насосы этой серии позволяют достичь высоких показателей энергоэффективности и обеспечивают напор до 240 м и расход от 4 до 80 м³/ч. Одно из удачных инженерных решений, примененных в Wilo-Helix EXCEL – комплектная картридджная система уплотнения X-Seal, которую в случае необходимости можно легко заменить менее чем за 15 минут без необходимости снимать мотор или демонтировать насос. Подсоединение к трубопроводам при помощи врачающегося вокруг своей оси круглого стандартного фланца также упрощает установку оборудования.

## Новые конденсационные котлы Vaillant для блочно-модульных котельных

На выставке ISH Frankfurt 2013 компания Vaillant Group продемонстрировала на своем стенде ряд новинок, в их числе – напольные конденсационные котлы средней мощности ecoCRAFT, работающие на природном или сжиженном газе. Серия включает 6 типоразмеров максимальной полезной мощностью от 78,2 до 275,5 кВт при температурном режиме 40/30 °С и от 84,1 до 294,3 кВт при температурном режиме 80/60 °С. При номинальной мощности и температурной кривой 80/60 °С КПД котла может достигать 98,4 %, а при мощности 30 % – до 108,4 %. Максимальное рабочее давление котлов ecoCRAFT составляет 6 бар, максимальная  $\dot{t}$  подающей линии – 85 °С.

Основной особенностью котлов данного типа является теплообменник из кремний-алюминиевого сплава, применение которого значительно уменьшило вес котла по сравнению с чугунным или стальным теплообменниками аналогичной мощности при практически той же цене. Это преимущество вкупе с очень компактными размерами котлов ecoCRAFT (ширина – всего 690 мм) позволяет их использовать как единично в помещениях малой площади, так и каскадом в блочно-модульных котельных (в частности, для крышного размещения). Еще одно важное достоинство ecoCRAFT – наличие установленной в газовой горелки с предварительным смешением, которая осуществляет плавную модуляцию в диапазоне от 17 до 100 %. Для горения может быть использован воздух как из помещения, так и извне. Благодаря принудительному отводу дымовых газов для дымоотведения можно использовать полипропиленовые или керамические дымовые каналы, существенно снижая капитальные затраты на обустройство дымоходов.



## Новые твердотопливные котлы HDG



Компания HDG (Великобритания) представила новые твердотопливные котлы серии HDG M300–400, предназначенные для работы на щепе, стружке и пеллетах. Их отличительной особенностью является возможность автоматической загрузки топлива в топку, не требующей обслуживания персонала. Типоряд включает 3 модели номинальной тепловой мощностью 300, 350 и 400 кВт, выдающие воду с максимальной  $\dot{t}$  на выходе 95 °С. Максимальное рабочее давление составляет 3 бара, заявленный производителем коэффициент эффективности сжигания топлива – до 94 %. Котлы могут устанавливаться в каскаде, имеют автоматизированную систему управления и безопасности, позволяющую осуществлять контроль за работой в удаленном режиме.

## Биогазовые когенерационные установки Bosch

Компания Bosch Thermotechnology (Германия) разработала когенерационные установки CHP CE, которые помимо работы на натуральном природном газе могут использовать в качестве топлива биогаз сточных вод и отходов агропромышленного комплекса. В линейке Bosch эти модули обозначаются как CHP CE B (индекс «B» обозначает биогаз) и CHP CE S (индекс «S» означает «sewage gas», то есть газ сточных вод). Типоряд биогазовых энергоблоков CHP CE B включает 21 модель номинальной электрической мощностью от 75 кВт\*ч (модель CHP CE 75 B) до 2000 кВт\*ч (модель CHP CE 2000 B) и тепловой мощностью от 104 до 1910 кВт. В зависимости от модели электрическая эффективность составляет от 35 до 42 %, тепловая, в зависимости от нагрузки, варьируется в пределах от 40 до 48,6 %. Линейка энергоблоков CHP CE S, работающих на газе сточных вод, включает 11 моделей номинальной электрической мощностью от 50 кВт\*ч (модель CHP CE 50 S) до 1200 кВт\*ч (модель CHP CE 1200 S) и тепловой мощностью от 84 до 1315 кВт. В зависимости от модели электрическая эффективность составляет от 31,8 до 42 %, тепловая, в зависимости от нагрузки, варьируется в пределах от 46 до 53,5 %.



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

“...Испытайте с нами на высшем уровне, что может достигнуть технология горелки.



Реклама



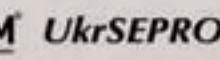
## Моноблоковые и двухблочные горелки

Широкий ассортимент продукции от 24 кВт до 47 000 кВт для жилых домов и промышленности.

- ❖ Высокая производительность, низкий расход топлива
- ❖ Современная технология и высочайшее качество
- ❖ Газовые, мазутные, дизельные и комбинированные горелки

**+7 (861) 234-02-88**

Стамбул Головной офис телефон : +90 216 442 93 00 (рбх)





Водогрейные котлы в промышленных котельных и на ТЭЦ – это крупные агрегаты отечественного производства: КВГМ, ПТВМ (газомазутные), КВТС, КВТК (для твердого топлива при слоевом и факельном сжигании), КЕВ, ТВГ и др. Но в последние 10–20 лет все чаще устанавливаются водогрейные котлы жаротрубного типа, предлагаемые зарубежными и некоторыми российскими производителями.

## Водогрейные котлы жаротрубного типа

В. Котлер, к.т.н.

Наблюдалось изменение в казалось бы сугубо техническом вопросе в значительной степени связано с глобальной сменой политических и экономических ориентиров в России, начавшейся еще в 1991 г. Отечественным котлостроительным предприятиям в 90-х гг. было тяжело встраиваться в новые рыночные условия. Особенно трудно пришлось тем, кто был занят изготовлением крупных котельных установок. Конечно, потребность в водогрейных котлах оставалась достаточно высокой: износ устаревшего оборудования, а также расширение жилищного и промышленного строительства в конце XX и в начале XXI века требовали новых отопительных мощностей.

Расширение контактов с зарубежными коллегами показало, что в Европе и Северной Америке котлостроитель-

ные предприятия в огромном количестве выпускают не только водотрубные, но и жаротрубные котлы. Между тем, в России в XX веке многие стали уже забывать о таких котлах. Только Белгородский завод оставался единственным предприятием, на котором не прекращалось производство жаротрубно-дымогарных котлов АП и АПВ тепловой мощностью до 8 МВт (в основном они использовались для тепличных хозяйств).

Зарубежные производители еще в середине XX века сумели избавиться от основных недостатков жаротрубных котлов. Для жаровых труб перестали применять недостаточно надежный металл (ст. 3). Была усовершенствована технология приварки дымогарных труб (наиболее «продвинутые» фирмы снимают напряжение в металле, выдерживая котлы в термокамере). Пришлось увеличить

расстояние от дымогарных труб до стени котла. Научились подбирать модулируемые газомазутные горелки, которые позволяют при переменных нагрузках регулировать форму факела и не допускают касания стен жаровой трубы. И главное – усилили внимание к химводоочистке: в процессе эксплуатации стали использовать новые методы обработки воды (комплексонами, магнитной обработкой и др.).

Эти и другие мероприятия значительно повысили надежность и безопасность эксплуатации жаротрубных котлов, то есть исправили те недостатки, из-за которых они потеряли лидерство в соревновании с водотрубными котлами еще в конце XIX века.

В то же время еще большее значение приобрели такие достоинства жаротрубных котлов, как компактность, газоплот-

ность, доступность поверхностей нагрева для очистки. Камеры сгорания жаротрубных котлов работают обычно при избыточном давлении, поэтому установка дымососов на них не требуется.

Умеренные габариты и масса жаротрубных котлов обеспечивают их главное достоинство: такие котлы собираются полностью в заводских условиях и поставляются заказчикам в виде одного блока, что значительно упрощает транспортировку и монтаж котла на месте его эксплуатации. Конструкция жаротрубно-дымогарного котла – это, как правило, заполненный водой цилиндр, внутри которого установлена одна или две жаровые трубы. В переднем торце каждой жаровой трубы установлена надувная (вентиляторная) горелка, рассчитанная на сжигание газообразного или жидкого топлива. Для улучшения рециркуляции в водяном объеме жаровую трубу обычно располагают в нижней части котла (рис. 1).



Рисунок 1. Жаровая труба и трубный пучок водогрейного котла

Для повышения эффективности использования топлива жаротрубные котлы выпускают двух- или трехходовыми. Это значит, что продукты сгорания у задней торцевой стенки делают поворот и возвращаются к фронтовой стенке. Здесь они попадают в кольцевую камеру, из которой по дымогарным трубкам снова направляются к задней стенке, отдавая тепло котловой воде.

В дымогарные трубы устанавливают спиралеобразные завихрители из жаропрочной стали, чтобы повысить теплопередачу и снизить температуру уходящих газов (рис. 2).



Рисунок 2. Спиралеобразные завихрители из жаропрочной стали в дымогарных трубках водогрейного жаротрубного котла

Поступающую нишу водогрейных котлов жаротрубного типа в 90-х гг. прошлого века начали активно заполнять ведущие западноевропейские производители. Компания Viessmann (Германия) наряду с другим оборудованием предложила водогрейные котлы как низкого, так и высокого давления. Серия VITOMAX 200-LW тип M241 (рис. 3) включала полупромышленные котлы тепловой мощностью от 2,3 МВт на давление 6 бар и промышленные – мощностью от 6 МВт на давление 10 и 16 бар. Даже крупные котлы этой серии имели вполне удобные для транспорта габариты и массу. Трехходовая конструкция газоходов котла при умеренном тепловом напряжении камеры сгорания обеспечивает низкую эмиссию токсичных оксидов азота NO<sub>x</sub> при сжигании газа.



Рисунок 3. Водогрейный котел Viessmann VITOMAX 200-LW

В котле можно сжигать и тяжелые нефтяные фракции, но для этого потребуется установить специальные ротационные форсунки. Высокоэффективная теплоизоляция толщиной 100 мм и низкая температура уходящих газов обеспечивают экономичную работу котла: КПД при номинальной нагрузке составляет 92 %. В настоящее время на смену серии VITOMAX 200-LW тип M241 пришла серия водогрейных жаротрубных котлов Viessmann Vitamax 200-LW полупромышленной (тип M62A, от 2,3 до 6 МВт) и промышленной (тип M64A, от 8 до 20 МВт) мощности. КПД этих котлов при 100 % нагрузке составляет не ниже 92 %, а при половинной нагрузке достигает 94,5 %.

Итальянская фирма Ferroli вышла на российский рынок с промышленными водогрейными котлами жаротрубного типа средней и высокой мощности. Серия водогрейных котлов Prextherm T3G включает стальные трехходовые жаротрубные котлы тепловой мощностью от 1200 до 19 500 кВт. (рис. 4). Эти котлы выпускаются на давление от 6, 8 и 10 бар и при сжигании газа имеют КПД не менее 92 %.



Рисунок 4. Промышленный котел серии Prextherm фирмы Ferroli

Очень скоро на российском рынке водогрейных котлов появились отечественные котлы жаротрубного типа, предлагаемые такими крупными производителями, как «Дорогобужкотломаш», «Рэмэкс», «Энтророс» и др. Смоленский производитель «Дорогобужкотломаш», известный в России водогрейными водотрубными котлами КВГМ и «Смоленск», стал выпускать жаротрубные водогрейные котлы «Дорогобуж» (КВ-ГМ) номи-

## КОТЕЛЬНЫЕ

нальной мощностью от 500 до 2320 кВт. У моделей этой серии мощность от 1 МВт при работе на газе КПД составляет не менее 93 %.

Группа компаний «Рэмэкс-Энерго» развивается на протяжении без малого двадцати лет. В 1994 г., осознав насущную потребность страны в промышленных водогрейных котлах малой мощности, предприятие ООО «Рэмэкс» совместно с партнерами из Германии приступило к разработке и последующему производству на своей производственной базе стальных жаротрубных водогрейных котлов. При этом была поставлена конкретная задача – создать водогрейный котел, пригодный для сжигания как газа, так и всех видов жидкого топлива, в том числе низкосортного мазута. В течение двух с лишним лет эта задача была успешно выполнена: на рынке появился котел «Турботерм», серийное производство которого было открыто в г. Малоярославец Калужской области (ЗАО «Рэмэкс-Тепломаш»). Также производителем была решена задача проектирования и собственного производства комплектной автоматики безопасности и управления для котлов «Турботерм». В настоящий момент линейка водогрейных котлов производства «Рэмэкс» включает автоматические стальные котлы жаротрубного типа «Турботерм» (мощностью от 110 до 3150 кВт), «Турботерм-Стандарт» (мощностью от 250 до 1000 кВт) и «Турботерм-Гарант» (от 1500 до 7000 кВт, рис. 5), которые характеризуются высоким КПД (не менее 92 %). Поскольку современный

рынок характеризуется увеличением спроса на блочно-модульные котельные с одновременным ростом их единичной мощности, Группа компаний «Рэмэкс» перешла к серийному производству автономных автоматизированных БМК с учетом опыта, накопленного в процессе строительства, монтажа эксплуатации котлов «Турботерм».

Компания «Энтророс», созданная в 2006 г., обобщила опыт проектирования, строительства, сервисного обслуживания и эксплуатации систем отопления, накопленный с 1992 г., предложив на рынке промышленные водогрейные котлы мощностью от 250 кВт до 15 000 кВт. Основой компании является вновь построенный современный завод, расположенный под Санкт-Петербургом, на котором выпускаются водогрейные жаротрубные котлы с двухходовым движением газов «Термотехник» ТТ50 (мощностью от 250 до 1600 кВт) и промышленные котлы с трехходовым движе-

нием спроса на водогрейные жаротрубные котлы вызвало необходимость в создании завода, выпускающего современное котельное оборудование, который бы в кратчайшие сроки обеспечивал качественными автономными источниками тепла регионы Южного федерального округа. Таким производителем стал Завод энергетического машиностроения «ЗИОСАБ-ДОН», основанный в г. Волгодонске в 2003 г. Его производственная деятельность началась со сборки котлов марки «ЗИОСАБ» мощностью от 125 до 500 кВт (4 типоразмера) из комплектующих, поставляемых сторонними организациями (рис. 7).



Рисунок 7. Водогрейные котлы ЗИОСАБ-500 в многокотловой установке



Рисунок 6. Многокотловая установка с водогрейными котлами «Энтророс»



Рисунок 5. Котел «Турботерм-Гарант» производства «Рэмэкс»

нием газов «Термотехник» ТТ100 (мощностью от 1 до 15 МВт). Котлы производства «Энтророс» работают на жидком и газообразном топливе; в зависимости от нагрузки их КПД может достигать 94 %. Для обеспечения автоматического управления компания предлагает систему «Энтоматик», которая обеспечивает каскадное (последовательное) управление работой котлов в многокотловой установке (рис. 6), а также осуществляет мониторинг работы с визуализацией технологических параметров на ЖК-дисплее.

Уже в 2004 г. предприятие было дооснащено для полностью самостоятельного производства и начал самостоятельный выпуск котлов, в частности, был выпущен первый котел «ЗИОСАБ-1000». В последующие годы происходило расширение производства и увеличение объемов и номенклатуры выпускаемой продукции путем приобретения нового современного оборудования и строительства новых производственных площадей. Так, в 2007 г. на территории завода был построен производственный корпус для выпуска стальных водогрейных котлов серии FR-10 мощностью от 5 до 15 МВт. Он оснащен самым современным оборудованием для раскроя металла, импортным сварочным оборудованием – полуавтоматами для сварки в среде защитных газов, и автоматом по сварке кольцевых и продольных швов



Рисунок 8. Отгрузка промышленного водогрейного котла ЗИОСАБ-5000

обещаек. Расширился и типоряд первоначальной серии: на сегодняшний день «ЗИОСАБ-ДОН» выпускает 13 типоразмеров водогрейных жаротрубных котлов «ЗИОСАБ» номинальной мощностью от 0,125 до 5,0 МВт, предназначенных для нужд ЖКХ и промышленности. На рис. 8 показан жаротрубный котел «ЗИОСАБ-5000» тепловой мощностью 5 МВт, который может обеспечить теплом целый комплекс зданий: несколько многоквартирных домов или производственных цехов. КПД котла – не менее 92 %. Газоплотность котла позволяет эксплуатировать его под наддувом. Важным его достоинством является высокая ремонтопригодность – сварные швы легко доступны, для их осмотра или ремонта достаточно открыть переднюю или заднюю крышку, причем, передняя крышка открывается как вправо, так и влево.

Известный в России Монастырищенский завод котельного оборудования (входит в Промышленную Группу «Генерация») начал выпускать водогрейные котлы серии КСВа (заводская модель «ЭКО») мощностью от 1 до 3,15 МВт. Эти котлы комплектуются блочными автоматизированными горелками итальянской фирмы CIB Unigas, арматурой в пределах котла польских фирм Zetkama и Armak, а также микропроцессорной системой управления «Альфа-М», обеспечивающей регулирование нагрузки котла в зависимости от температуры наружного воздуха и защиту при нарушении заданного режима работы. Даже самые крупные котлы

этой серии имеют умеренные габариты и массу: водогрейный котел «ЭКО» – 3,15 (температурный график 60–115 °C) при давлении 6,0 бар и расходе воды 60 м<sup>3</sup>/ч имеет массу 6,3 т, ширину 2,3 м, высоту 2,59 м и длину 5,1 м. На базе водогрейных котлов модели «ЭКО» Монастырищенский завод производит

блочно-модульные котельные теплопроизводительностью от 0,25 до 12,6 МВт. Самая крупная блочно-модульная установка теплопроизводительностью 12,6 МВт, включающая 4 котла КСВа-3,15 на природном газе, имеет вполне пригодные для транспортировки размеры: 9,2 × 19,2 × 3,45 м (Д × Ш × В) (рис. 9).

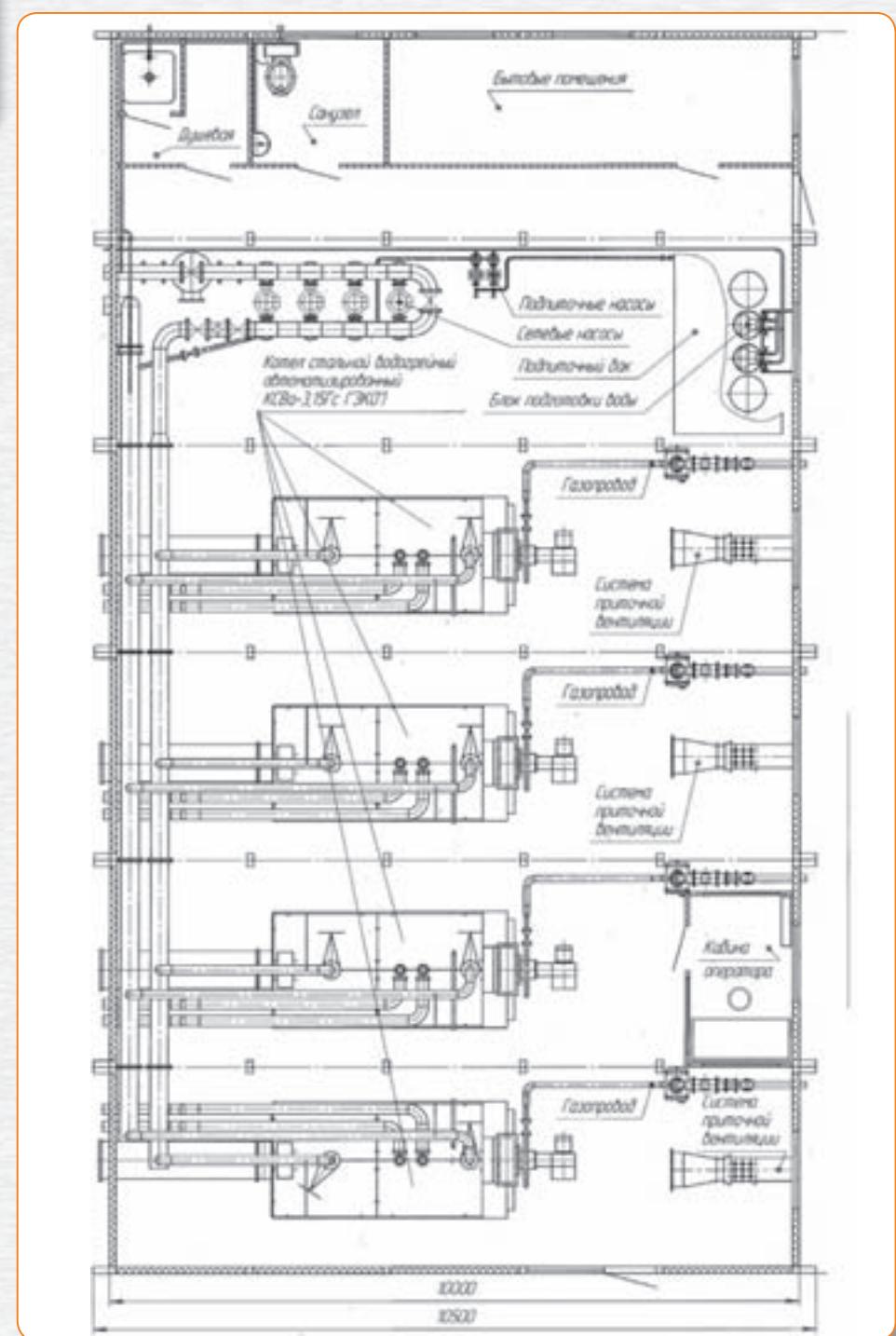
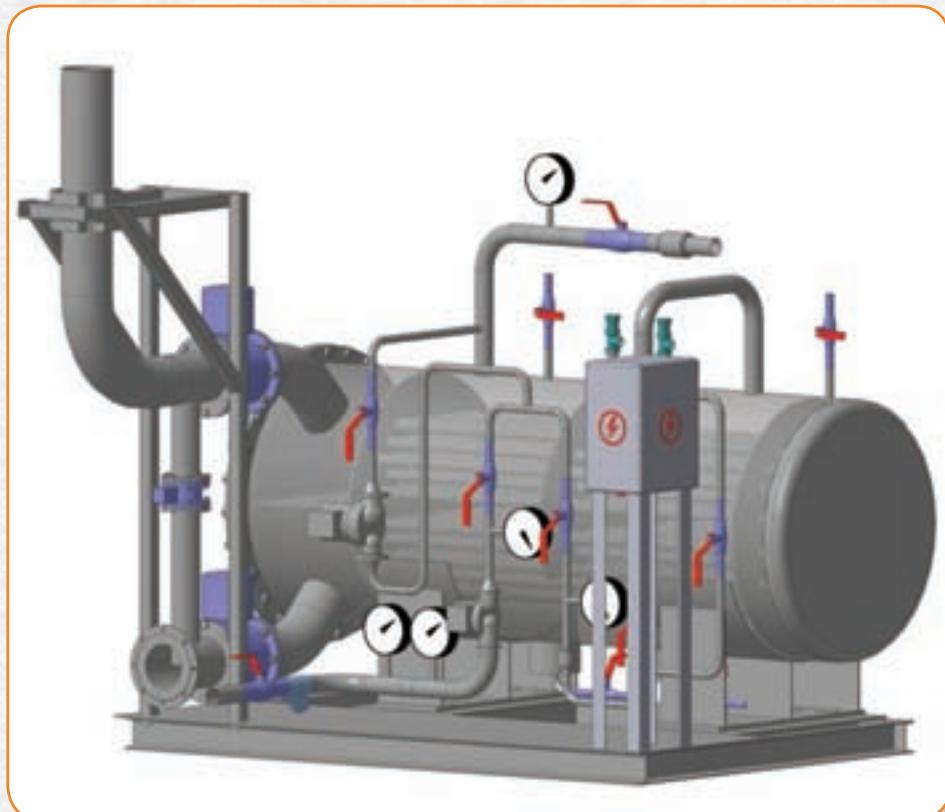


Рисунок 9. Блочно-модульная котельная с водогрейными котлами мощностью 12,6 МВт



Дымовые газы, выбрасываемые промышленными предприятиями в атмосферу, являются причиной больших потерь тепла, что приводит к тепловому загрязнению окружающей среды.

Рис. 1. Газотрубный теплоутилизатор ЭмТГ

## Повышение энергоэффективности технологических и теплоэнергетических установок

В. Большаков

**В**ыбросы в атмосферу высокотемпературных газов отрицательно сказываются на экологической обстановке в целом. Поэтому практическое использование тепла при утилизации дымовых газов является одной из важнейших задач энергосбережения.

Анализ данных о тепловых потерях различных технологических и энергетических установок свидетельствует, что от 10 до 50 % тепловых потерь установок приходится на газы, выбрасываемые в атмосферу. В таблице дается обобщенная характеристика выбросов промышленных предприятий.

Таблица. Характеристика выбросов промышленных предприятий

Вид производства	Объем газов, тыс. нм <sup>3</sup> /ч на 1 агрегат	t, °C
Черная металлургия:		
доменные печи	260	250–300
мартеновские печи	290	600–700
конвертеры	360	900–1000
Теплоэнергетика ТЭС: выхлопы дизельгенераторов, газотурбин и пр.	100–1200	120–200
Печи глиноземного производства	100–400	280–340
Печи цементного производства	300	350–400
Стекловаренные печи	200–250	500–600

Проблема утилизации тепла дымовых газов котлов, промышленных печей, сушилок и другого оборудования может быть успешно решена с помощью модульных контактных теплоутилизаторов, разработанных компанией «Энергетические машины» (Санкт-Петербург). Данные устройства рассчитаны на применение с энергоагрегатами мощностью от 0,5 до 10 МВт, для которых индивидуально проектировать теплоутилизационную установку с нуля экономически нецелесообразно.

В качестве теплоносителя используется жидкость – вода, тосол, высокотемпературные органические теплоносители (для сохранения качества теплоносителя в теплофикационных схемах рекомендуется схема с промежуточным теплообменником). Благодаря модульной конструкции контактные утилизаторы имеют такие преимущества, как простота подбора, легкость монтажа, высокая эргономичность при осуществлении профилактических мероприятий, что позволяет эксплуатировать оборудование по принципу «включил и забыл».

Применение таких теплообменников-утилизаторов экономически оправдано при наличии сбросных газов с  $t$  от 300 до 1000 °C. При  $t$  до 600 °C наиболее выгодной является схема водотрубного теплоутилизатора ЭмТВ. При  $t$  выхлопных газов выше 600 °C наиболее целесообразной является схема газотрубного теплоутилизатора ЭмТГ (рис. 1) с футерованной входной камерой.

Чтобы принять решение об использовании теплоутилизаторов, надо просчитать и учесть следующие факторы:

- количество теплоты, которое можно утилизировать;
- вид сжигаемого топлива (газ, мазут, дизтопливо, др.);
- наличие загрязняющих веществ;
- потребность в дополнительном тепле;
- стоимость энергоресурсов;
- капитальные и эксплуатационные затраты.

Устройства могут быть востребованы в разных системах теплоснабжения. Так, в системах воздушного отопления (рис. 2) калориферы предназначены для быстро го нагрева воздуха с помощью водяного

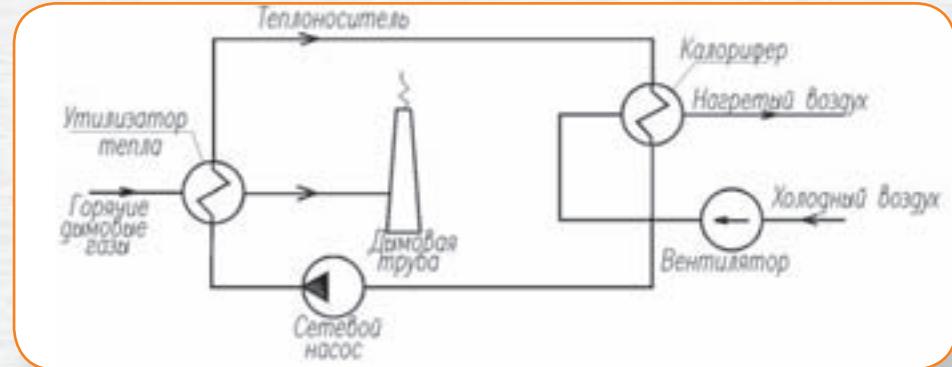


Рис. 2. Подогрев воздуха в системах воздушного отопления

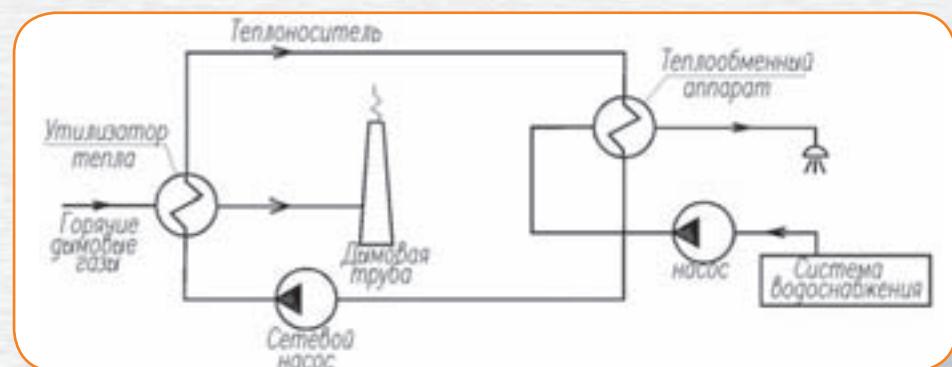


Рис. 3. Нагрев воды в системе горячего водоснабжения

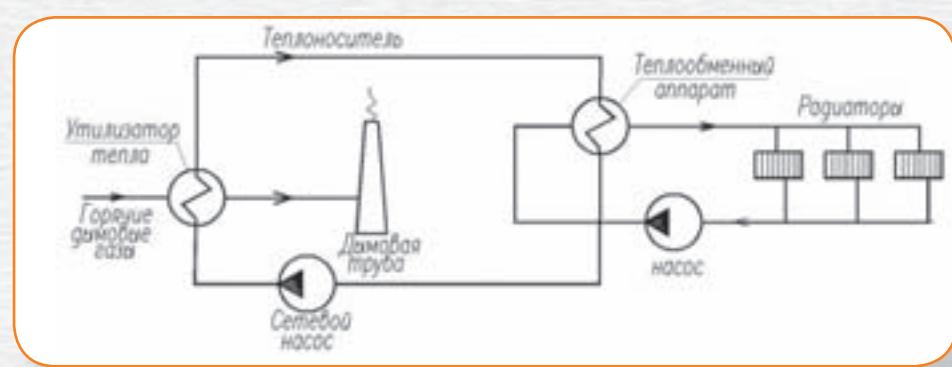


Рис. 4. Подогрев воды в системе отопления (закрытая система)

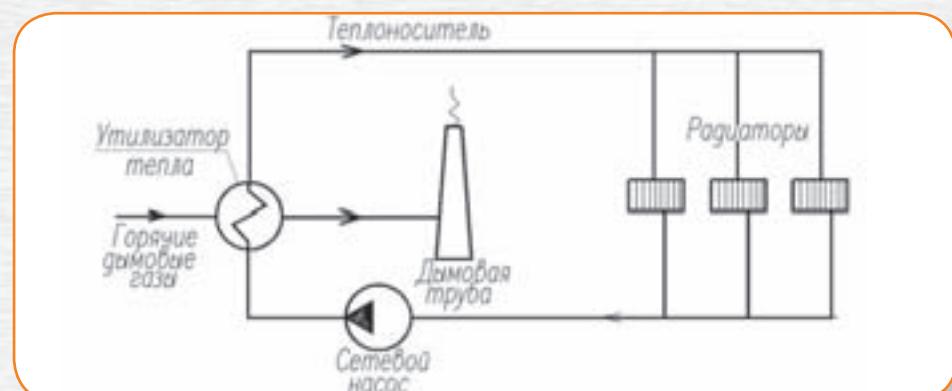


Рис. 5. Подогрев воды в системе отопления (открытая система)

теплоносителя и равномерного его распределения с помощью вентилятора и направляющих жалюзи.

Это хорошее решение для объектов строительства и производственных цехов, где требуется быстрый нагрев и поддержание комфортной температуры только в рабочее время (в это же время, как правило, работают и печи).

Применение теплоутилизаторов при нагреве воды в системе ГВС (рис. 3) позволяет сгладить пики потребления энергии, так как максимальное потребление воды приходится на начало и конец смены.

Широкие возможности для использования контактных теплоутилизаторов открываются в традиционных системах отопления, в частности, при подогреве воды, циркулирующей по замкнутому контуру (рис. 4, 5). Теплоноситель нагревается горячим газом, а затем отдает тепло потребителю.

Подсчитано, что основным резервом экономии топлива при работе котлов со слоевым сжиганием, печей и сушилок является утилизация теплоты отходящих газов путем нагрева воздухом сжигаемого топлива. Рекуперация тепла отходящих дымовых газов имеет большое значение в технологических процессах, поскольку тепло, возвращенное в печь или котел в виде подогретого дутьевого воздуха (рис. 6), позволяет сократить потребление топливного природного газа до 30 %.

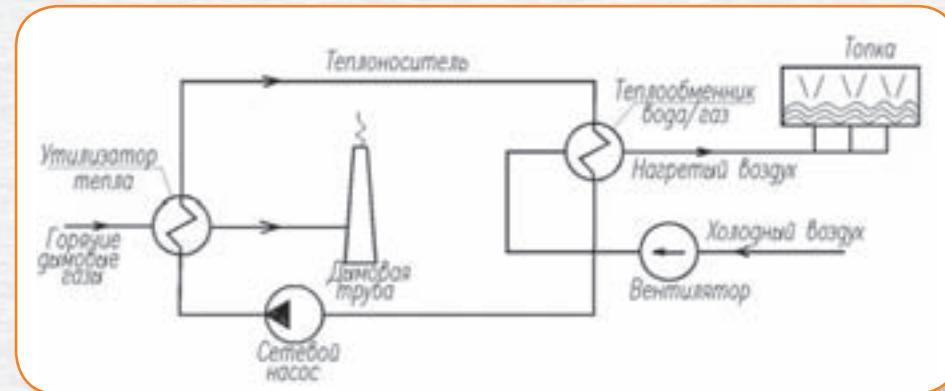


Рис. 6. Подогрев дутьевого воздуха, идущего на горение

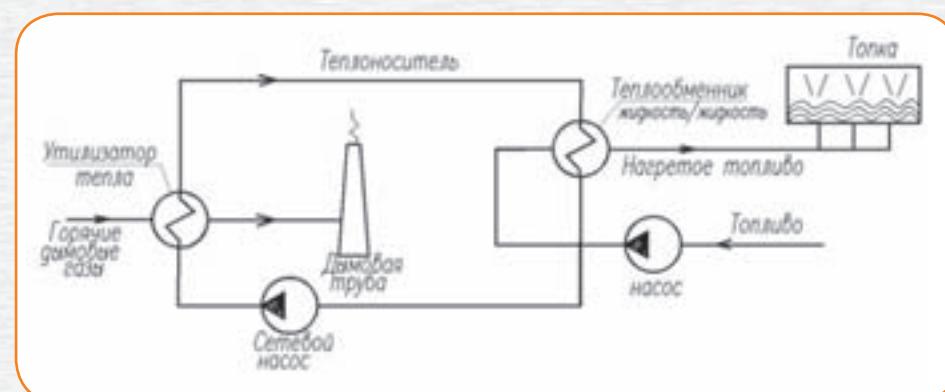


Рис. 7. Подогрев топлива, идущего на горение с использованием теплообменников «жидкость–жидкость»

Еще один вариант использования тепла уходящих газов – это подогрев топлива, идущего на горение с использованием теплообменников «жидкость – жидкость». На рис. 7 показана схема подо-

грева мазута до  $t = 100\text{--}120$  °C. Возможен также подогрев технологической жидкости с использованием теплообменников «жидкость – жидкость».

## Новые конденсационные котлы Viessmann

На выставке ISH Frankfurt 2013 компания Viessmann (Германия) представила новый настенный газовый конденсационный котел Vitodens 200-W мощностью 125 и 150 кВт, который предназначен для коммерческих объектов – торговых и деловых центров, станций автозаправки и авторемонтных мастерских, небольших промышленных предприятий и пр. Эти котлы можно объединять в гибкие каскадные системы из 6 агрегатов и таким образом получать котельные мощностью до 900 кВт. Такие системы оптимальны для установки в помещениях небольшого размера. Допустимое рабочее давление 6 бар позволяет использовать котлы Vitodens 200-W в высотных зданиях (например, в составе крышных котельных).





*Мы приносим тепло!*

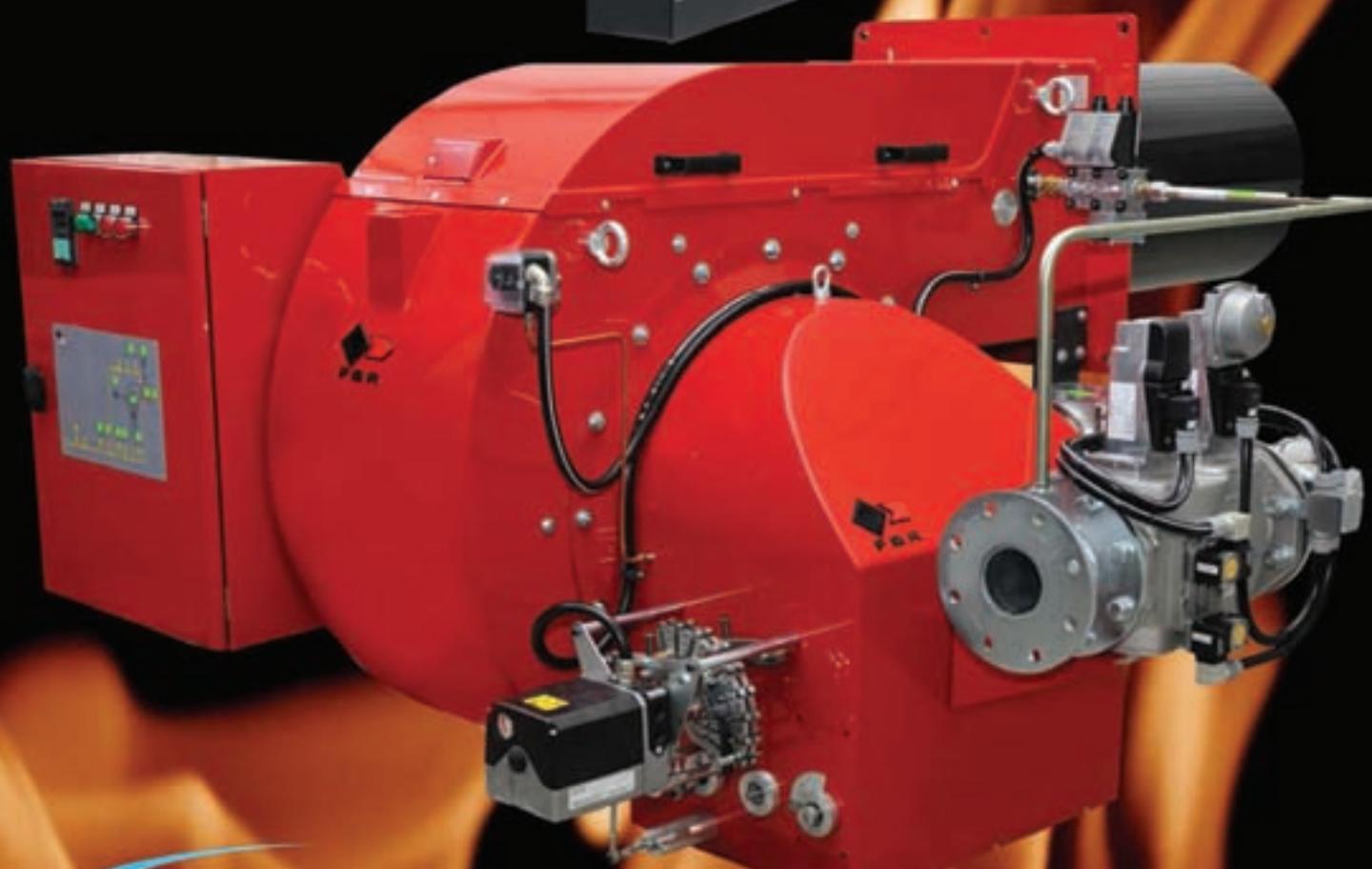
## Горелки моноблочные и двухблочные до 50 МВт:

Дизельные от 23,7 кВт  
45 моделей

Газовые от 11,6 кВт  
39 моделей

Мазутные от 57,0 кВт  
29 моделей

Комбинированные от 22,6 кВт  
Газо-дизельные  
Газо-мазутные  
29 моделей



Реклама

**ЭнергоГаз**  
инжиниринг

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

143400, Московская область, г. Красногорск, ул. Успенская, дом 3, офис 304  
тел./факс: +7 (495) 980-61-77 e-mail: energogaz@energogaz.su, www.energogaz.su

# Котельные в красках

М. Иванов, к.х.н.

**Понятие «термокраска» имеет ряд омонимов: так называются вещества, которыми пропитывают бумагу для получения цвета при нагревании, а также покрытия, имеющие жидкокристаллическую структуру и способные изменять окраску в зависимости от внешней температуры. В настоящей статье речь пойдет о термокраске как о термостойком покрытии труб и других нагреваемых поверхностей.**

Как известно, многие лакокрасочные покрытия предназначены для предотвращения внешнего воздействия на поверхность различных материалов с целью их сохранения. Не являются исключением и объекты теплоэнергетики. В котельных и мини-ТЭЦ используют различные виды красок. Для окраски трубопроводов и других металлических частей оборудования используются краски, позволяющие противостоять коррозии или осуществлять требуемую маркировку. При покраске внутренних стен котельных используются влагостойкие покрытия в соответствии с требованиями СН и П П-35-76. Значительная часть котельного оборудования эксплуатируется при повышенных температурах; поэтому используемые краски должны обладать определенной устойчивостью к тепловому воздействию.

По составу краски представляют собой механическую смесь, в которую входят пигмент, связующие, нейтральные наполнители и различные добавки. Одним из главных компонентов краски, который определяет цвет лакокрасочного покрытия, является пигмент. Пигменты могут быть различного происхождения: неорганическими, органическими искусственными и синтетическими. К неорганическим пигментам относятся глины, умбра, железистые соединения. К органическим пигментам относятся продукты переработки растений и животных. Искусственные пигменты получают путем специальной химической переработки различных природных продуктов, а синтетические пигменты – путем многостадийного синтеза. Растворимость в воде и устойчивость пигментов при воздействии света являются основными показателями их качества. При окрашивании нагретых деталей и частей

оборудования, а также трубопроводов с горячими средами должна также учитываться теплостойкость пигментов. Это связано с тем, что некоторые пигменты при нагревании изменяют интенсивность своей окраски, а в отдельных случаях даже меняют цвет.

Поскольку многие металлические части котельного оборудования эксплуатируются при повышенных температурах, при которых повышается интенсивность протекания электрохимической коррозии, то при выборе пигmenta необходимо учитывать его влияние на этот процесс. Так, свинцовые и цинковые пигменты (белила, крон, сурик и пудра) замедляют коррозию стальных поверхностей. В то же время титановые белила, охра и хромовые пигменты нейтральны к этим же поверхностям оборудования. К сожалению, графит и железный сурик из пиритных огарков способствуют коррозии стальных поверхностей.

Еще одним важным компонентом красок являются связующие. Так называют вещества, которые хорошо обволакивают пигменты, наполнители и любые другие добавки, совместимые с растворителями. После нанесения на окрашиваемую поверхность связующие должны быстро сохнуть и образовывать прочную пленку лакокрасочного покрытия. Кроме этого, связующие должны иметь высокую адгезию по отношению к окрашиваемым материалам. В ряде случаев связующими являются натуральные масла и искусственные смолы. Однако в своем большинстве они не обладают достаточной термической устойчивостью. Поэтому для термокрасок используют преимущественно связующие синтетического происхождения. В качестве таких компонентов могут применяться термопластичные и термореактивные



полимеры, обладающие пленкообразующими свойствами. Часто такие свойства проявляются у полимеров, имеющих возможность к межмолекулярной ориентации за счет, например, возникновения водородных связей между полимерными цепями. В качестве синтетических связующих широкого профиля наиболее часто используют смолы на основе олигомерного синтетического каучука, продуктов поликонденсации многоатомных спиртов и фталевой кислоты, нитроцеллюлозы и многие другие. В то же время для лакокрасочных покрытий, использующихся при повышенном тепловом воздействии, необходимо, чтобы связующие были устойчивы при высоких температурах: не теряли



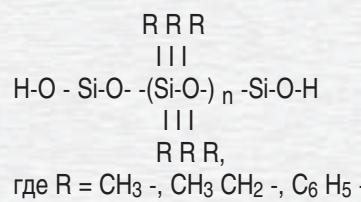
адгезии к окрашиваемым материалам, не разрушались и не выделяли газообразные продукты деструкции. В этом случае наиболее часто используют акриловые и эпоксидные смолы, фенолформальдегидные и кремнийорганические полимеры. Так, для создания термостойких эмалей с рабочей  $t$  до 120 °C применяют связующие на основе эпоксидных смол. Для обработки металлических труб стальных радиаторов и батарей отопления с рабочей  $t$  до 210 °C используют связующие на основе смеси акриловых, эпоксидных и формальдегидных смол.

Кроме перечисленных компонентов, в краски вводят еще наполнители – вещества, инертные ко всем остальным компонентам. Введение наполнителей обычно увеличивает влагостойкость, устойчивость к атмосферному воздействию и повышает надежность антикоррозийного действия покрытия. В некоторых случаях введение в композицию наполнителей приводит к повышению термостойкости лакокрасочного покрытия.

Свойства, на которые влияют наполнители, часто обусловлены тонкостью помола. Так, при максимальном размере не превышающем 10 мкм образуется однородный слой краски, препятствующий проникновению влаги и воздуха. В то же время при использовании наполнителя более грубого помола в слое лакокрасочного покрытия образуются пустоты, которые повышают его теплоизолирующие свойства. Кроме этого в некоторых случаях в краски вводят вещества, которые можно рассматривать не как наполнитель, а как армирующий материал. Часто в качестве наполнителей для термокрасок применяют двуокись титана, слюду и силикат натрия. Эти наполнители с некоторыми связующими повышают термостойкость красок до 225–350 °C.

В настоящее время при создании красок для термоустойчивых покрытий наиболее часто используются кремнийорганические соединения. Эти продукты образуют не только лакокрасочные покрытия, устойчивые к действию высоких температур, но и образуют пленки с эффективной антикоррозионной защитой. В качестве кремнийсодержащих компонентов обычно используют силиконовые жидкости, силаны и силоксаны. Наибольшее рас-

пространение получили кремнийорганические смолы, главная полимерная цепь которых состоит из силоксанов:



Использование силиконовых смол в качестве основного компонента связующих при создании высокотемпературных лакокрасочных покрытий началось в конце 40-х гг. XX в. В последующие годы на их основе были созданы различные композиции, которые позволяют окрашивать паровые линии трубопроводов, теплообменники, элементы печей и другие детали, работающие при высоких температурах. Конечно, такие покрытия тоже не вечно, и кремнийорганические покрытия со временем разрушаются. Для оценки их термической устойчивости используется так называемый период полураспада. Этот показатель указывает время, в течения которого при данной температуре лакокрасочное покрытие разрушается только на половину.

Как показали научные исследования, термическая устойчивость полимерного связующего для лакокрасочного покрытия определяется не только строением его главной полимерной цепи. Его устойчивость к действию высоких температур будет также зависеть и от вида боковых заместителей. Так, было установлено, что при 250 °C для кремнийорганического полимера с  $R = \text{CH}_3\text{CH}_2$  – период полураспада составляет несколько часов. Замена же этильного радикала на метильный приводит к возрастанию термоустойчивости при той же температуре. В то же время защитные слои из кремнийорганического связующего с  $R = \text{C}_6\text{H}_5$  – будут иметь более значительный период полураспада. Однако этот полимер при  $t$  выше 400 °C быстрее разрушается по сравнению с продуктами, у которых боковыми заме-

стителями являются метильные радикалы. Кроме этого, присутствие у концевых групп таких полимеров двух фенильных заместителей будет, по всей вероятности, приводить к стерическим затруднениям в процессе отверждения смол. И хотя наличие объемных заместителей в главной цепи часто сопровождается лучшей совместимостью с другими продуктами, например, акриловыми смолами или растворителями, все же общепризнанным считается, что самым лучшим кремнийорганическим связующим является полимер, у которого боковыми заместителями являются именно метильные радикалы.

Для повышения термической устойчивости кремнийорганических красок в



связующие вводят специальные наполнители, в качестве которых используют диоксид титана, слюду и оксид железа. Однако более заметного повышения температурной устойчивости удалось достичь при введении в кремнийорганическое связующее порошков мелкоизмельченных металлов, таких как алюминий, цинк и нержавеющая сталь. Повышение термической устойчивости таких лакокрасочных покрытий вызвано тем, что при  $t$  350–650 °C происходит сплавление этого вида наполнителя со смолой, в результате которого образуется прочная связь металл-кремний.

Кроме использования гомополимеров на основе кремнийорганических мономеров, в ряде случаев для создания термоустойчивых связующих применяется их сополимеризация с алкидными и эпоксидными смолами. Так, введение в эпоксидные связующие от 30 до 50 % кремнийорганических олигомеров приводит к повы-

шению термостойкости лакокрасочного покрытия.

Эпоксидные связующие представляют собой двухкомпонентную систему, состоящую из смолы с концевыми активными группами и отвердителя, которым является соединение, вызывающее свиивание полимерных цепей смолы. Эти два компонента смешиваются перед использованием. После нанесения такой краски на окрашиваемую поверхность происходит образование лакокрасочного покрытия, состоящего из отверженного полимера. При использовании термокрасок на основе эпоксидных смол с функциональными концевыми группами и силиконов с активными группами, кремнийорганические продукты выполняют роль отвердителя.

Двухкомпонентные лакокрасочные композиции на основе кремнийорганических связующих выпускаются отечественной промышленностью под маркой «ОС». Они применяются для защиты от коррозийного разрушения металлоконструкций и сооружений из железобетона, эксплуатируемые при  $t$  до  $500^{\circ}\text{C}$ . Кроме этого выпускаются эмали серии «КО», которые предназначены для анткоррозийной защиты поверхностей оборудования из различных марок сталей и алюминия, подвергающихся температурному воздействию при  $t$  до  $400^{\circ}\text{C}$ . Защитные покрытия этой серии предназначены для отопительных приборов, труб отопления и бойлеров.

### Краски-теплоотражатели

Одной из разновидностей термокрасок являются материалы, которые применяют для создания теплоотражающего слоя. Иногда такой вид лакокрасочного покрытия называют «жидкой фольгой»: разработчики этого вида материалов утверждают, что слой термокраски обладает такими же теплоотражающими свойствами, как и лист металлической фольги. Теплоотражающее действие происходит достаточно эффективно, если  $t$  поверхности слоя термокраски не превышает  $150^{\circ}\text{C}$ . Такими термокрасками окрашивают внутренние стены помещений, чтобы сократить теплопотери; в южных регионах во избежание чрезмерного разогрева зданий в летний период года может быть целесообразно окрашивание и наружных

фасадов (в первую очередь, это касается каркасно-панельных сооружений – блочно-модульных котельных, контейнерных конструкций мобильных энергоблоков и пр.).

Механизм действия теплоотражающих покрытий подобен отражению теплового излучения пленками, которые наклеиваются на стекла окон, чтобы солнечный свет не нагревал внутренность помещений.

Как известно, тепловые лучи относятся к ИК-излучению и поэтому обладают всеми особенностями этого вида электромагнитного излучения. При попадании на поверхность пленки лакокрасочного покрытия тепловые лучи расщепляются на отраженные и поглощенные потоки энергии. При этом поглощенные тепловые лучи могут проникать сквозь покрытие и поглощаться уже другими материалами. Часть же поглощенных тепловых лучей трансформируется в тепло, нагревая пленку покрытия.

Соотношение величин потоков отраженных и поглощенных лучей определяется величиной коэффициента поглощения. Очевидно, для того чтобы лакокрасочное покрытие наиболее эффективно отражало тепловое излучение, оно должно иметь минимальное значение коэффициента поглощения. Чтобы это условие выполнялось, слой лакокрасочного покрытия должен быть схож со строением теплоотражающей пленки, представляющей собой многослойный композит,

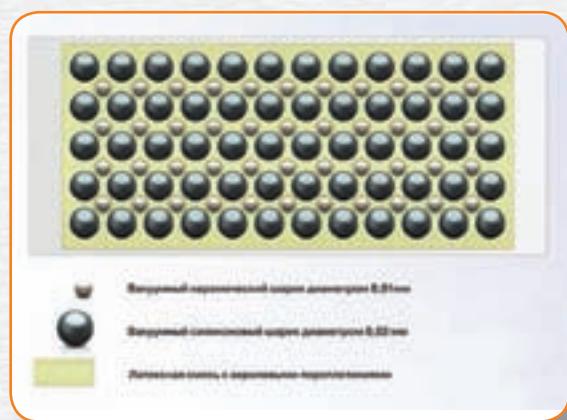
в каждом слое которого имеется напыление из различных металлов. Кроме этого, для эффективного отражения необходимо, чтобы размеры шероховатости этой поверхности не превышали двукратную длину волны падающего излучения. А поскольку, например, тепловое излучение солнечного света находится в ближней области ИК-спектра с длиной волн от 750 нм до 2500 нм, то поверхность пленки теплоотражающей краски должна быть высокой степени чистоты. Поэтому полнота отражения такой термокраски определяется в большей степени не ее составом, а технологией

нанесения и оборудованием, которое для этой цели используется.

### Термокраски как теплоизоляция

Еще одним видом термокрасок являются покрытия, которые при относительно небольшой толщине слоя обладают достаточно высокими теплоизолирующими свойствами, которые обусловлены составом композиции. В этих термокрасках в качестве наполнителя используют микросферы с диаметром 10–100 мкм, имеющие правильную форму и гладкую непористую поверхность. Микросферы могут быть изготовлены из алюмосиликата или стекла. В ряде случаев такие микросферы внутри могут иметь пустоты, которые заполнены либо разряженным воздухом, либо инертным газом. По утверждению разработчиков теплоизолирующих термокрасок, из-за низкой величины теплопроводности таких микросфер при их введении в полимерное связующее в количестве от 25 до 50 % лакокрасочный слой характеризуется низкой теплопроводностью, поэтому такое покрытие может использоваться для теплоизоляции трубопроводов и других частей котельного оборудования, а также фасадов домов, например, зданий котельных.

На российском рынке такие теплоизолирующие термокраски представлены продукцией ряда отечественных и зару-



бежных производителей. Различие их термокрасок заключается в виде используемого связующего, а также материала и размера микросфер.



## Гарантия Вашего комфорта

Компания GEA Mashimpeks производит и поставляет теплообменное оборудование для систем теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования:

- Разборные и паяные пластинчатые теплообменники
- Сварные теплообменники
- Модульные тепловые пункты

Многолетний опыт работы GEA Mashimpeks гарантирует Вам оптимальное энергоеффективное решение задач теплообмена.

GEA Heat Exchangers  
GEA Mashimpeks

### ГЕА Машимпэкс

Россия, 105082, г. Москва, ул. Малая Почтовая, 12  
Тел: +7 (495) 234-95-03 • Факс: +7 (495) 234-95-04  
[moo\\_info@gea.com](mailto:moo_info@gea.com) • [www.gea-mashimpeks.ru](http://www.gea-mashimpeks.ru)

Реклама





ЭНТРОРОС

ТЕПЛО  
В НАШИХ РУКАХ!

**8 800 200 8805**

Звонки по России бесплатно

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

## КОТЛЫ СТАЛЬНЫЕ ВОДОГРЕЙНЫЕ ТЕРМОТЕХНИК тип TT50

Номинальная тепло- производительность, кВт	Максимальная температура воды, °C	Минимальная температура воды, °C	Рабочее давление, МПа	Цена, руб
210-250	115	60	0,6	122 807
310 - 400				151 462
420 - 560				209 590
561 - 660				231 578
661 - 870				290 000
871 - 980				348 157
1100 - 1360				432 030
1361 - 1530				519 266
1531 - 1740				623 609

Цены указаны в рублях без учета НДС.

Котлы водогрейные 250-1 740 кВт	Котлы водогрейные 40 000-120 000 кВт	Системы автоматизации котельных	Резервуары для нефтехимии
   	     		
Котлы водогрейные 1 000-15 000 кВт	Котлы паровые 1 000-25 000 кг/пара час	Дымовые трубы и шумоглушители	Комплексные решения
     	     	 	     

**ВРЕМЯ ПОКУПАТЬ!**



Оборудование мини-ТЭЦ позволяет в когенерационном режиме наиболее полно использовать теплоту сгорания первичного топлива. Если же потребителю требуется электрическая, тепловая и холодильная энергия, то с применением дополнительного оборудования возможен перевод мини-ТЭЦ в энергоэффективный режим тригенерации.

## Тригенерация на мини-ТЭЦ: обзор технологий и оборудования

И. Трохин

**В** настоящее время техническую базу любой мини-ТЭЦ составляют основное и вспомогательное оборудование для реализации процесса когенерации, под которым обычно понимают комбинированную выработку электрической и тепловой энергии. Однако возможна когенерация, например, электрической и холодильной энергии (с применением абсорбционных холодильных установок). Тригенерация известна сегодня, как правило, в варианте комбинированного производства трех видов энергии: электрической, тепловой и холодильной. Хотя по аналогии с когенерацией принципиально можно реализовать и другие варианты

тригенерации: например, механической энергии для цели непосредственного привода производственного механизма, электрической и тепловой или холодильной энергии.

За последние годы в научно-технической литературе высказываются идеи так называемой квадрогенерации – комбинированной выработки сразу четырех видов энергии. В условиях мини-ТЭЦ возможны различные технологические решения для реализации процесса тригенерации с использованием соответствующей техники. Некоторые современные практические технико-технологические варианты тригенерации рассмотрены ниже.

### Технологии

Наибольшее распространение в России сегодня имеют мини-ТЭЦ, работающие на углеводородном топливе, получаемом из невозобновляемых энергетических ресурсов, особенно если говорить об установках на базе поршневых двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин. Паросиловые мини-ТЭЦ с лопаточными или винтовыми турбинами либо современными паровыми машинами (паровыми моторами) вырабатывают энергию, используя для своей работы в том числе биотопливо (например, отходы древесины, древесные пеллеты). Паромоторные мини-ТЭЦ и тригенерационные установки работают пока только за рубежом.

Таким образом, перевод мини-ТЭЦ в тригенерационный режим работы наиболее просто осуществлять по технологиям утилизации теплоты отработавших выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания (поршневого или турбинного), приводящего электромашинный генератор, либо – использования теплоты отработавшего водяного пара из парового двигателя (турбины или поршневого мотора) привода электрогенератора. В обоих случаях теплота направляется в соответствующее оборудование для нагрева и охлаждения воды, необходимой потребителю. Если рассматривать тригенерацию в наиболее простом варианте – на мини-ТЭЦ паросилового цикла (рис. 1), то становится очевидным, что этот процесс принципиально реализуем и в условиях паровых котельных. Последние в России особенно распространены на предприятиях, где для производственных нужд необходим водяной пар (например, в деревообрабатывающей промышленности – для сушки древесины).

Конденсат из ПВТО через систему очистки и деаэрации направляется обратно в ПК. Водяные и конденсатный электрические насосы на рис. 1 условно не показаны. Процесс тригенерации на практике может вырождаться, как видно из рис. 1, в когенерационный процесс, когда ПВТО или паровые АбХМ не работают. Пиковые тепловые и холодильные нагрузки можно при необходимости покрывать с помощью соответственно дополнительных водогрейных и (или) паровых котлов (на рис. 1 условно не показаны) и АбХМ, работающих на топливе, причем, для АбХМ обычно в качестве топлива используется природный газ.

Принципиальное отличие технологии тригенерации на мини-ТЭЦ с двигателями внутреннего сгорания от рассмотренной выше состоит в использовании для генерации электроэнергии газопоршневых или лопаточных газотурбинных электроагрегатов совместно с использующим теплоту выхлопных газов оборудованием в различных вариантовых сочетаниях: для нагрева и охлаждения воды или получения водяного пара. Водогрейный и (или) паровой котлы-utiлизаторы устанавливают за выхлопным коллектором газового

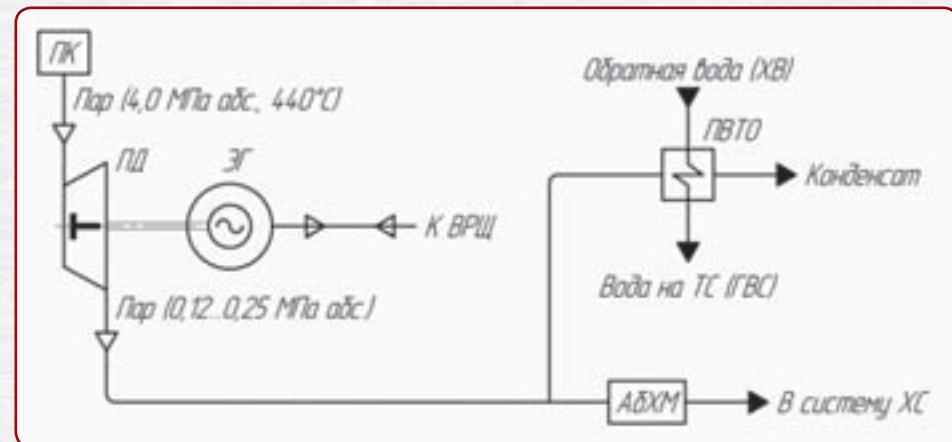


Рис. 1. Фрагмент тепловой принципиальной схемы тригенерационной установки на базе паросиловой мини-ТЭЦ или паровой котельной:

ПК – паровой котел; ПД – паровой двигатель: поршневого типа (предпочтительно), лопаточная или винтовая турбина; ЭГ – электромашинный генератор трехфазного переменного тока; ВРЩ – вводный распределительный щит; ХВ – холодная вода; ПВТО – пароводяной теплообменник (кожухотрубный или пластинчатый водоподогреватель); ТС – теплоснабжение; ГВС – горячее водоснабжение; АбХМ – абсорбционная холодильная машина (в данной схеме – паровая); ХС – холодоснабжение.

или дизельного двигателя, а АбХМ, в принципе, могут потреблять получаемую в водогрейном котле-utiлизаторе горячую воду, которая от последнего поступает и в систему отопления или ГВС. Охлажденная в АбХМ вода может использоваться и в системе кондиционирования воздуха помещений потребителя совместно с кондиционерами.

Не исключаются варианты многоагрегатных схем тригенерации. Например, один котел-utiлизатор или ПВТО – для системы ГВС, другой – для системы теплоснабжения потребителей. За каждым котлом-utiлизатором или ПВТО можно устанавливать по отдельной газопоршневой (газотурбинной) установке либо модуль «паровой котел – паровой двигатель – электрогенераторный агрегат».

Кроме изложенных выше, интерес представляет технико-технологическое решение по тригенерации на промышленных предприятиях, где в производственных процессах используется водяной пар (см. выше), когда выхлопные газы от электроагрегатов с поршневыми или турбинными двигателями внутреннего сгорания направляются в паровой котел-utiлизатор, к которому подключа-

ются паровая АбХМ и технологические потребители пара. Но АбХМ может работать и прямо потребляя теплоту выхлопных газов.

### Основное оборудование

Остановимся на рассмотрении основного теплотехнического и электрогенераторного оборудования для тригенерации. В табл. 1 приведен его перечень по отдельным категориям, а далее – краткий обзор с указанием компаний-разработчиков и производителей.

**Паровые и водогрейные котлы.** На энергетическом рынке сегодня предлагаются как водотрубные, так и жаротрубные котлы для промышленных и отопительных котельных, пригодных для переоборудования в мини-ТЭЦ и тригенерационные установки. Необходимо заметить, что термин «энергетические котлы» традиционно ассоциируется с «большой» энергетикой и крупными электростанциями, поэтому речь идет именно о котлах для котельных, если они будут использоваться для построения малых электростанций. Кроме этого, отдельные разработчики и производители позиционируют в линейке своей продукции и паровые котлы специально для

## ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

**Таблица 1. Спектр основного оборудования для тригенерации**

Категория	Перечень
Котельное: работающее на топливе теплоутилизационное	Паровые и водогрейные котлы Трубчатые и пластиначатые теплообменники-водоподогреватели, паровые и водогрейные котлы-утилизаторы
Приводное для электроагрегатов: внутреннего сгорания  работающее на водяном паре	Газопоршневые и дизельные двигатели, лопаточные газовые турбины (в том числе микротурбины)  Паровые моторы (современные паровые машины), лопаточные и винтовые паровые турбины
Электрогенераторное	Синхронные и асинхронные генераторы
Холодильное теплоутилизационное и работающее на топливе	Абсорбционные холодильные машины

мини-ТЭЦ. Так, ОАО «Бийский котельный завод» – старейшее отечественное предприятие с многолетней историей, большим научно-техническим и технологическим опытом в области котельного оборудования – предлагает, среди прочих, именно такие водотрубные котлы типов ДЕ и КЕ для работы соответственно на твердом (уголь, древесные отходы), газообразном или жидким топливе. В газовых котлах как резервное топливо может использоваться мазут, так как они оснащаются газомазутными горелками. Паровые котлы Бийского котельного завода для мини-ТЭЦ рассчитаны на следующие номинальные параметры пара – избыточное давление 3,9 МПа и  $t = 440^{\circ}\text{C}$ . Котлы низкого давления (1,4 МПа abs.) могут поставляться с пароперегревателем, полезно утилизирующими теплоту уходящих от котлоагрегата газов, для получения перегретого до  $250^{\circ}\text{C}$  пара или без пароперегревателя – для выработки насыщенного пара. Для покрытия пиковых тепловых нагрузок по теплоснабжению потребителей могут успешно использоваться водогрейные котлы, широкая номенклатура которых для котельных тоже выпускается Бийским котельным заводом.

Специалисты ООО «Петрокотел-ВЦКС» (г. Санкт-Петербург) разработали и освоили методики реконструкции многих отечественных котлов для сжигания нетрадиционных топлив – низкосортного угля, отходов углеобогащения, шлама, древесных и растительных

отходов – по технологии в высокотемпературном циркулирующем кипящем слое (ВЦКС). При этом в существующих котельных практически полностью сохраняются конструктивные решения по котлам, системе шлакозолоудаления и автоматике, что значительно снижает капитальные затраты. Котел остается на своем месте и не затрагивается вспомогательное оборудование. Экологические показатели работы таких котлов с топками для сжигания топлива в ВЦКС удовлетворяют жестким требованиям Ростехнадзора. Все это создает хорошие перспективы для тригенерации на базе котельных, работающих на более дешевом, чем газ и мазут, твердом топливе. ООО «Петрокотел-ВЦКС» получен ряд патентных документов на данную технологию сжигания твердого топлива в ВЦКС (Российское свидетельство на полезную модель RU 15772, Евразийский патент на изобретение EA 016482).

Паровые котлы, использование которых возможно на мини-ТЭЦ и для тригенерационных установок, разрабатывает и производит чешская компания PolyComp a.s., известная также своими современными паровыми машинами – поршневыми моторами под маркой PM-VS в составе электроагрегатов для когенерации и, в принципе, тригенерации. Все котлы, оборудованные горелками, предназначены для работы на природном газе или легком жидким топливе, а оборудованные топками – на

древесных отходах. Как пиковые водогрейные котлы в составе тригенерационных установок возможно применять и пользующуюся спросом в России технику таких известных марок, как Buderus, Viessmann и др. Если же учитывать перспективные тенденции к использованию возобновляемых энергетических ресурсов, то разработчикам проектов современных мини-ТЭЦ и тригенерационных установок имеет смысл рассматривать возможности работы этих котлов на биогазе, хотя штатным топливом служит природный газ.

**Котлы-утилизаторы.** Для полезного использования теплоты выхлопных газов от газопоршневых, дизельных и газотурбинных двигателей, устанавливаемых на мини-электростанциях, ООО «Гидротермаль» (г. Нижний Новгород) выпускает водогрейные интенсифицированные котлы-утилизаторы собственной разработки серий КУВИ (водотрубные) и КУВИ (газотрубные). Отработавшие газы из двигателей поступают в котел и движутся там в пространстве между теплообменными трубами в два хода поперек последних, по которым проходит вода, совершающая до четырех ходов. Данные инженерные решения придают котлам-утилизаторам значительное тепловое совершенство при небольших габаритных размерах. Котлы меньших типоразмеров подходят для работы с двигателями мощностью от 20 до 130 кВт, а самые крупные модели могут устанавливаться за двигателями мощностью 1,5–2 МВт. Возможна разработка и изготовление типоразмеров котлов-утилизаторов под конкретный заказ. Максимальные значения рабочих параметров котлов: температурный график воды –  $115/70^{\circ}\text{C}$ , температура выхлопных газов от двигателя –  $600^{\circ}\text{C}$ .

Газотрубные котлы-утилизаторы ООО «Гидротермаль» могут работать совместно с указанными выше двигателями внутреннего сгорания мощностью от 100 кВт до 1 МВт при  $t$  отработавших газов, поступающих на вход котла, не более  $600^{\circ}\text{C}$ . За котлом-утилизатором эти газы имеют  $t$  уже  $120\text{--}150^{\circ}\text{C}$ . Котлы серии КУВИ выполнены по схеме перекрестно-теплообменного аппарата с общим противотоком. По газу предусмо-

трен один ход, по воде – от 3 до 8 ходов.

Специально для использования в комплексе с газопоршневыми установками или другими, схожими, в частности, по температуре выхлопных газов (350–550 °C), предназначаются паровые (давление пара – до 20 бар) и водогрейные котлы-утилизаторы производства VAPOR FINLAND OY (Финляндия) серий PKS и PKV. Российское представительство этой компании – ЗАО «ВАПОР» (г. Санкт-Петербург) – является еще официальным дистрибутором GE Jenbacher по поставке и сервисному обслуживанию газопоршневых установок Jenbacher. Котлы могут оснащаться одной или двумя одноходовыми дымогарными секциями, пароперегревателем и экономайзером. Возможно проектирование и изготовление котлов-утилизаторов с дополнительной жаротрубной секцией и газовой горелкой: паровых – PPKS, водогрейных – PPKV. Такая комбинированная конструкция позволяет покрывать нехватку тепловой мощности в случаях, например, сильно зависящих от внешних условий нагрузок по электрической мощности, необходимости повышения тепловой мощности в отопительный сезон, эксплуатационных остановов газопоршневой установки.

ОАО «Сибэнергомаш» (г. Барнаул, Алтайский край) среди прочего котельного оборудования производит котлы-утилизаторы для газотурбинных установок мощностью до 60 МВт, обеспечивающие, в том числе, снижение уровня шума от этих установок. Например, водогрейные котлы типа КУВ могут работать по температурному графику воды – 150/70 °C. Температура же газов от газовой турбины на выходе этих котлов составляет порядка 100–110 °C. Паровые котлы выпускают как открытой

компоновки, так и для установки в помещении. В табл. 2 приведены некоторые технические характеристики паровых котлов-утилизаторов модели БКЗ-КУ-18-1,3 выпускаемые по проектам ОАО «Сибэнергомаш» для работы совместно с газотурбинными установками мощностью 4 и 6 МВт.

Для использования теплоты выхлопных газов от мощных газотурбинных установок разработаны и выпускаются котлы-утилизаторы ЗАО «Энергомаш (Белгород) – БЗЭМ» группы предприятий «Энергомаш». Например, котлы типа КГТ могут служить для подогрева сетевой воды или выработки перегретого и (или) насыщенного пара. Максимальные параметры перегретого пара высокого давления: 4 МПа, 430 °C. Насыщенный пар низкого давления может иметь давление, например, 0,7 МПа.

**Теплообменники-водоподогреватели.** Среди традиционных теплообменных аппаратов отечественного производства, используемых в паровых котельных и мини-ТЭЦ для подогрева воды широко используются, например, сетевые вертикальные пароводяные подогреватели типа ПСВ Саратовского завода тяжелого машиностроения. Они относятся к кожухотрубным теплообменникам. Наиболее же современными и компактными являются пластинчатые теплообменники (рис. 2), которые, к примеру, производят и поставляют на российский рынок такие компании как GEA Mashimpeks, Funke GmbH и др. Теплообменники-водоподогреватели могут работать в составе паросиловых тригенерационных установок и мини-ТЭЦ, в том числе, на базе паровых котельных (см. ПВТО на рис. 1).

**Электроагрегаты.** Приводные тепловые двигатели и соответствующее элек-



Рис. 2. Пластинчатый теплообменник компании GEA Mashimpeks.

трогенераторное оборудование составляют основу электроагрегатов для мини-ТЭЦ и тригенерационных установок. Агрегаты с турбинами, обычно, содержат еще в своем составе редуктор, так как энергетически эффективно турбины как тепловые двигатели должны работать при высоких частотах вращения вала. Правда, некоторые современные маломощные лопаточные паровые турбины могут обеспечивать прямой привод обычных электрогенераторов при номинальных частотах вращения ротора 3000 или 1500 об/мин (разработчики-изготовители: ООО «Юtron – Паровые турбины» (г. Смоленск), ООО «ЭЛТА» (г. Екатеринбург), ООО «Техснаб» (г. Иваново) совместно с ОАО «Ивановский завод»).

«ОАО «Калужский турбинный завод» энергомашиностроительного концерна «ОАО «Силовые машины» как крупнейший производитель лопаточных паровых турбин для малой и промышленной энергетики выпускает, в частности, блочные паровые турбогенераторы малой мощности (от 0,5 до 4 МВт). Турбины в их составе – конденсационные (с отбором пара и без него) и рассчитанные на работу с противодавлением. Абсолютное входное давление пара составляет: от 1,1 до 4 МПа – для конденсационных турбин с отбором пара; 0,4–0,8 МПа – в отборе; от 0,5 до 4 МПа – для конденсационных турбин без отбора пара; 0,4–2,5 МПа – для противодавленческих турбин.

Таблица 2. Параметры паровых котлов-утилизаторов БКЗ-КУ-18-1,3 ОАО «Сибэнергомаш»

Наименование, единица измерения	Значение при мощности газотурбинной установки	
	4 МВт	6 МВт
Параметры перегретого пара:		
абсолютное давление, МПа	1,4 (2,4)	
температура, °C	240 (240)	
Паропроизводительность, т/ч	12,2 (11,7)	18,6 (18,3)
Температура газов на выходе, °C		100



Рис. 3. Электроагрегат с поршневым двигателем внутреннего сгорания и синхронным генератором

Паротурбинные установки комплектуются также редуктором и синхронным генератором отечественного или зарубежного производства. Напряжение генератора (очевидно 0,4; 6 или 10 кВ) оговаривается с заказчиком.

Паровинтовые турбогенераторные установки (Российские патенты на изобретения RU 2144984, 2319840, 2464427 и др.) отечественной разработки (существуют и зарубежные – прим. автора) выпускают, в частности, ЗАО «Малая независимая энергетика» (Москва) и ЗАО «Эко-Энергетика» (Санкт-Петербург), чьи электроагрегаты могут комплектоваться синхронным или асинхронным генератором. В варианте с асинхронным генератором турбогенераторная установка предназначена для работы параллельно с сетью напряжением 0,4; 6 или 10 кВ (подробнее об асинхронных генераторах см. в книге: Торопцев Н.Д. Асинхронные генераторы автономных систем. М.: Знак, 1997). В конструкцию паровинтовой турбины ЗАО «Малая независимая энергетика» (мощность электроагрегата – 250 кВт) встраивается редуктор. У турбин ЗАО «Эко-Энергетика» мощностью 1 МВт частота вращения ротора составляет 6000 об/мин, редуктор понижает ее до 3000 об/мин.

Паровые поршневые моторы (паромоторы), имеющие при работе меньший удельный расход пара, чем паровые турбины лопаточного и винтового типов при мощностях, по крайней мере, до 1,2 МВт, выпускают и совершенствуют несколько зарубежных фирм, среди кото-

рых: германская – Spilling Energie Systeme GmbH (известна в Европе своими двигателями Шпиллинга единичной мощностью в составе электроагрегата до 1,2 МВт), производящая еще и лопаточные паровые турбины Шпиллинга единичной мощностью от 200 кВт до 5 МВт, и чешская – PolyComp a.s. (паровые моторы PM-VS, модернизируемые в настоящее время при поддержке Чешского энергетического агентства). По информации шведской компании Energiprojekt AB, в линейке выпускаемой ею продукции значатся паромоторы мощностью 500 кВт и 1 МВт со звездообразным расположением цилиндров, имеющие при работе КПД на уровне 30–35 %. Эти двигатели тоже предназначены для паросиловых мини-ТЭЦ. В принципе, их можно использовать в тригенерационных установках.

Среди разработчиков и производителей дизельных и (или) газопоршневых электрогенераторных установок (рис. 3) мировое лидерство принадлежит таким зарубежным компаниям, как: GE Jenbacher (Австрия), Caterpillar Inc. (США), MWM GmbH (Германия), Wärtsilä (Финляндия), MTU Onsite Energy GmbH (Германия), Cummins (США), Perkins (Великобритания). Это оборудование используется и в России.

Отечественными разработчиками и изготовителями газопоршневых и дизельных электроагрегатов и мини-электростанций являются, в частности, ОАО «Коломенский завод», ОАО «Барнаултрансмаш» и ОАО «Волжский дизель им. Маминых». Агрегаты комплектуются отечественными или зарубежными синхронными генераторами.

Разработкой и выпуском конверсионных из авиационных лопаточных газотурбинных установок занимаются такие отечественные предприятия, как ОАО «Авиадвигатель» – ОАО «Пермский моторный завод» (например, ГТУ-4П

электрической мощностью 4,13 МВт, с электрическим КПД – 24 % при работе на природном газе и ресурсом до капитального ремонта – 30 тыс. ч; показана на рис. 4), ОАО «ММПП «Салют», ЗАО «Искра-Энергетика». Из зарубежных фирм-разработчиков и производителей газотурбинных установок для наземной энергетики на этом рынке работают: германский концерн Siemens, американская корпорация Capstone Turbine Corporation и др. Последняя специализируется на



Рис. 4. Газотурбинная установка ГТУ-4П ОАО «Авиадвигатель» – ОАО «Пермский моторный завод»

так называемых микротурбинах. Этот термин сегодня вошел в технический и даже научный оборот в России и за рубежом. Он употребляется для обозначения именно газовых лопаточных турбин малой мощности. Так, микротурбинные установки Capstone выпускают



Рис. 5. Абсорбционная холодильная машина фирмы YORK (Johnson Controls, США)



ся в диапазоне мощностей от 30 кВт до 1 МВт. Микротурбины Capstone могут работать не только на природном газе, но и на биогазе.

**Абсорбционные холодильные машины.** Ключевым элементом (при условии, что все остальные уже имеются и удовлетворяют требованиям заказчика) для надстройки существующей мини-ТЭЦ (например, паросиловой – см. рис. 1) до тригенерационной установки являются АбХМ (рис. 5). В зависимости от источника теплоты, необходимой для работы, АбХМ классифицируются как: прямого горения (нагрева), обычно с газовой горелкой; на горячей воде, паровые (используют водяной пар низкого давления) и на выхлопных газах. Кроме этого, существуют комбинированные (смешанного типа) АбХМ, конструкция которых адаптирована под два или более перечисленных выше источников тепловой энергии. Например, такие АбХМ выпускает фирма Thermax (Индия). Кроме теплоты, АбХМ потребляют при своей работе электроэнергию, но в весьма небольшом количестве, если сравнивать с обычными компрессионными холодильными машинами.

Среди зарубежных разработчиков и изготовителей АбХМ можно перечислить такие компании как YORK (Johnson Controls Company, США), SANYO (Япония), Broad Air Conditioning Co. Ltd. (Китай), CHP Solution Inc. (Cention Corp., США). Все АбХМ – бромистолитиевые. Используемый в них водный раствор LiBr не является ядовитым, горючим и взрывоопасным. Эти АбХМ более компактны, чем промышленные водоаммиачные. Пример с некоторыми основными техническими параметрами двухступенчатой АбХМ Broad на выхлопных газах приведен в виде табл. 3.

Таблица 3. Параметры абсорбционных холодильных машин Broad на выхлопных газах

Наименование, единица измерения	Значение для модели	
	BE15	BE65
Концентрация водного раствора бромистого лития, %	50	
Температура выхлопных газов, °С:		
на входе	500	
на выходе	170	
Параметры воздуха в машинном зале:		
температура, °С	5–43	
допустимая влажность, %	85	
Холодопроизводительность, кВт	174	756
Диапазон регулирования нагрузки, %	5–115	
Расход охлажденной воды при графике 7/12 °С (7/14 °С), м <sup>3</sup> /ч	30 (21,4)	130 (92,9)

Бромистолитиевые АбХМ можно использовать не только для охлаждения воды, но и включать в систему кондиционирования воздуха. К примеру, фирма YORK выпускает специальные кондиционеры, в которых для охлаждения воздуха используется охлажденная с помощью АбХМ вода. Естественно, что такие электрические кондиционеры необходимо устанавливать непосредственно у потребителей.

## Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

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

- Автоматическое расширение измерительного диапазона и защита сенсора
- Измерение концентрации O<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>
- Расчет массовых выбросов в режиме реального времени
- Удобство применения при проведении всех видов сервисного обслуживания



Развитие современных технологий построения «интеллектуальных» электроэнергетических систем затрагивает и малую энергетику. В ее генерирующем сегменте весьма интересен европейский опыт создания и эксплуатации солнечных тепловых многорежимных мини-электростанций с паровыми поршневыми моторами Spilling, аккумуляторами тепловой энергии и паровыми абсорбционными хладильными установками.

## Солнечные паромоторные мини-ТЭС: зарубежный опыт

И. Трохин

### Области применения

Солнечные паропоршневые моторные мини-ТЭС используются для электрогенерации в автономном режиме или параллельно с централизованной сетью и как мини-ТЭЦ, вырабатывающие помимо электроэнергии, водяной пар на технологические нужды или горячую воду. Они относятся к категории рациональных решений в области современной малой энергетики. Границы целесообразного их применения главным образом определяются:

- минимальной и максимальной мощностями используемых паровых моторов;
- доступными размерами территории для размещения мини-ТЭС;

- интенсивностью солнечного излучения и его временной стабильностью.

Кроме этого, диапазоны электрических мощностей (табл. 1), в которых рационально использовать именно солнечные паромоторные мини-ТЭС, определяются их преимуществами в сравнении с солнечными фотоэлектрическими станциями и солнечными паротурбинными мини-ТЭС. Паромоторные мини-ТЭС прямо конкурируют с солнечными фотоэлектрическими станциями при мощностях свыше 100–200 кВт и отличаются от последних двумя существенными положительными качествами:

- способностью одновременно с электроэнергией производить и тепловую как побочный продукт;

- возможностью интеграции с недорогими и простыми по конструкции паровыми аккумуляторами теплоты для обеспечения покрытия соответствующей нагрузки в часы минимума интенсивности солнечного излучения.

Минимальный порог электрической мощности солнечной мини-ТЭС ограничен соответствующей единичной мощностью выпускаемых паровых поршневых моторов германской фирмы Spilling Energie Systeme GmbH, то есть величиной около 100 кВт. Выбор в пользу солнечных мини-ТЭС по отношению к фотоэлектрическим станциям особенно оправдан, когда отработавшую теплоту предполагается полезно использовать, а сама электростанция будет возводиться

**Таблица 1. Рациональные диапазоны мощностей для солнечных электростанций**

Наименование солнечной электростанции	Электрическая мощность, кВт
Фотоэлектрическая станция	1–100
Паромоторная мини-ТЭС*	100–6000
Паротурбинная мини-ТЭС (ТЭС)	6000–450 000
Мини-ТЭС (ТЭС) как надстройка к ТЭС на углеводородном топливе	3750–300 000

Примечания: \* термин «мини-ТЭС» относится к ТЭС мощностью до 10 МВт, а «ТЭС» – свыше 10 МВт; таблица составлена по данным Solar Heat & Power Europe GmbH (2005 г.).

в районе с высокой долей прямого солнечного излучения на единицу площади земной поверхности. Эти две рекомендации дают специалисты Европейской компании по солнечной когенерации Solar Heat & Power Europe GmbH, центральное представительство которой находится в Германии.

Максимальный порог электрической мощности для солнечной ТЭС, указанный в табл. 1, определен по соответствующей мощности выпускаемых и выгодных с точки зрения стоимости паровых турбин лопаточного типа, которые подходят по своим характеристикам для применения в составе таких электростанций. Использование паровых моторов, в частности, при работе на насыщенном паре, более выгодно, чем паровых турбин, при электрических мощностях до ориентировочно 5 МВт по причине их большей устойчивости,

то есть надежности и долговечности, а также – из-за их более низкого удельного расхода пара. Кроме этого, традиционные паровые лопаточные турбины не могут устойчиво и энергетически эффективно работать при нагрузках, менее чем 40 % номинальной, а паровые моторы Spilling, по данным компании Solar Heat & Power Europe GmbH, способны без каких-либо проблем работать даже с процентной нагрузкой от номинальной и на паре высокой влажности. Для лопаточных турбин работа на влажном паре осложняется эрозионным износом рабочих поверхностей, а введение упрочняющих покрытий и применение специальных качественных сплавов повышает стоимость турбоагрегата.

### Принцип действия

Для выработки электроэнергии в солнечных мини-ТЭС используется система оборудования «гелиостат – паровой котел-теплоприемник – паровой двигатель (поршневой мотор или турбина) – электромашинный генератор». Гелиостаты (рис. 1) в виде линейных (протяженных) коллекторов-рефлекторов Френеля «улавливают», концентрируют и отражают поток солнечной энергии на теплоприемник-поглотитель, сообщающий эту энергию питательной воде для получения насыщенного пара температурой около 260 °C. Гелиостат и поглотитель солнечной энергии образуют, вместе со вспомогательной арматурой, конструкцию солнечного коллектора или концентратора солнечного излучения. Тепловая энергия пара преобразуется в механическую работу посредством парового мотора Spilling, а затем – через электромашинный генератор в электрическую трехфазную переменную энергию.

В энергетике Европы помимо традиционных паротурбинных солнечных

мини-ТЭС находят применение солнечные мини-электростанции, разработанные компанией Solar Heat & Power Europe GmbH, именно с паровыми моторами Spilling. Базовая структура такой солнечной мини-ТЭС (рис. 2) сочетает в себе следующие элементы: гелиостат (выделен красным цветом) для приема, концентрации и последующего отражения теплового потока Q солнечного излучения, паровой котел-теплоприемник, образующий вместе с гелиостатом солнечный коллектор СК, электрогенераторную

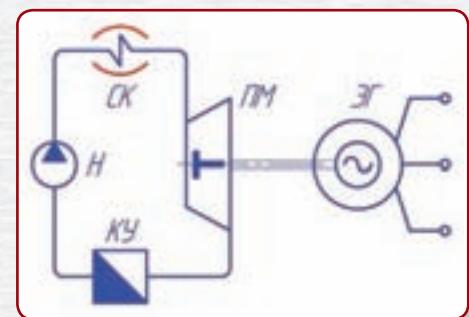


Рис. 2. Термовая схема базовой структуры солнечной паромоторной мини-ТЭС

установку с паровым мотором ПМ и электромашинным генератором ЭГ, конденсационное устройство КУ для обеспечения целевого повышения КПД цикла Ренкина при работе ПМ, насос Н для перекачки конденсата отработавшего пара обратно в паровой котел, соответствующую арматуру и инфраструктуру (на рис. 2 условно не показаны). Система подачи подпиточной воды в котел-теплоприемник на рис. 2 условно не приведена.

Расширенные конфигурации солнечных мини-ТЭС могут быть получены из базовой структуры путем дополнения в различных сочетаниях паровым котлом, работающим на биомассе или биогазе, и (или) высокотемпературным паровым аккумулятором теплоты, и (или) устанавливаемым взамен КУ (см. рис. 2) различным теплоиспользующим оборудованием: пароводяными бойлерами для систем тепло- и горячего водоснабжения, обогреваемой паром абсорбционной холодильной установкой (в англоязычной литературе: *steam absorption chiller* – чиллер, или охладитель, в котором пар низкого давления нагревает хладагент), технологической установкой для



Рис. 1. Солнечный линейный коллектор Френеля

опреснения воды за счет выпаривания солей. Аккумулятор теплоты обеспечивает ее накопление в виде пара в часы максимума солнечного излучения, когда паровой мотор не может полезно использовать избыточную тепловую энергию от котла, и отдачу в сеть питания мотора, дроссельный контур обеспечения работы бойлера и (или) паровой абсорбционной холодильной установке – в часы минимума солнечного излучения, выступая в качестве буферного теплового элемента солнечной мини-ТЭС.

Использование в тепловой схеме солнечной мини-ТЭС второго (буферного) парового котлоагрегата на биотопливе, который может работать независимо от основного «солнечного», повышает надежность и устойчивость ее работы, особенно для достижения цели покрытия базовых электрической и тепловой нагрузок. Принципиально реализуются режимы когенерации, тригенерации, конденсационный и раздельной выработки электрической и (или) тепловой энергии. Такие конфигурации солнечных мини-ТЭС являются весьма маневренными или активно-адаптивными к изменениям во времени интенсивности солнечного излучения, характера нагрузки (электрическая, тепловая, холодильная, комбинированная) и ее величины, то есть могут быть использованы при построении современных «интеллектуальных» или «умных» энергетических систем.

Теплота, получаемая на солнечных мини-ТЭС, разработанных компанией Solar Heat & Power Europe GmbH, может полезно использоваться в виде:

- насыщенного водяного пара с  $t$  до  $260^{\circ}\text{C}$  непосредственно от котлов – для питания паровых моторов и (или) пароснабжения промышленных потребителей в высокотемпературных процессах (например, в пищевой или химической технологиях), реализуемых в непосредственной близости от мини-ТЭС;
- отработавшего в моторах или редуцированного в соответствующих устройствах водяного пара с  $t$  около  $95^{\circ}\text{C}$  – для работы парового теплоиспользующего оборудования (см. выше);
- воды с  $t$  около  $60^{\circ}\text{C}$  из системы охлаждения паровых моторов Spilling – на технологические нужды.

### Особенности оборудования

В солнечном линейном коллекторе Френеля (см. рис. 1) гелиостаты сделаны из стекла в виде плоских зеркал для концентрации солнечных лучей в узкие пучки, чтобы происходило дальнейшее эффективное преобразование энергии теплового излучения Солнца в насыщенный пар.

Конструкция поглотителя или воспринимающая часть «солнечного» парового котла представляет собой набор протяженных стальных трубок. Параболические коллекторы по своей форме имеют очень малые зазоры между зеркалами, благодаря чему доля поглощенного солнечного излучения (потери) минимальна, а пространство под такими коллекторами хорошо затенено и может использоваться, например, для парковки автомобилей. Все элементы солнечного коллектора закреплены на металлоконструкциях. Применение в рассматриваемых коллекторах однотипных элементов небольшой номенклатуры позволяет снизить сложность конструкции, затраты на строительство, и техническое обслуживание.

Сегодня солнечные линейные коллекторы Френеля представляются наиболее экономически выгодными для цели получения насыщенного пара с использованием энергии Солнца. Принципы их создания и эксплуатации представляют уже отработанные, то есть проверенные технологии. Один из таких коллекторных блоков тепловой мощностью 1 МВт сдан в эксплуатацию частной компанией Solar Heat and Power Pty. Ltd. и работает в составе крупной угольной паротурбинной ТЭС Лидделл компании General Electric Company. Электростанция Лидделл расположена в Долине Хантер на территории штата Новый Южный Уэльс в Австралии и имеет установленную мощность 2 ГВт. При этом, в 2005 г. уже велись работы по дальнейшему расширению коллекторов для получения с их помощью тепловой мощности вплоть до 15 МВт, располагаемых на территории площадью более 135 тыс. м<sup>2</sup>.

Паровой мотор Spilling (рис. 3) представляет собой развитую конструкцию классической паровой машины. В нем сочетаются традиционные преимущества

последних перед паровыми лопаточными турбинами (меньшая зависимость расхода пара от нагрузки, высокая надежность, простота в обслуживании, нетребовательность к качеству пара и др.) и конструктивные черты современных поршневых двигателей внутреннего сгорания. Электрическая мощность единичного мотора Spilling-электрогенератора может изменяться в диапазоне от 100 кВт до 1,2 МВт при числе цилиндров рядного мотора с вертикальным их расположением – от одного до шести. Трехфазный генератор переменного тока соединен с валом мотора непосредственно через соединительную муфту. В состав электроагрегата также входит необходимое вспомогательное оборудование, распределительный шкаф, специальный паромасляный фильтр в виде высокопроизводительного маслоотделителя отработавшего пара.



Рис. 3. Паровой поршневой мотор Spilling (Германия)

Несколько слов об аккумуляторах пара. В конечном итоге, они помогают оптимизировать работу солнечной мини-ТЭС при нестабильной во времени концентрации солнечного излучения. Электростанции с такими аккумуляторами имеют более низкие сроки окупаемости, чем без них. Энергогенерирующие системы такого класса успешно прошли испытания в испанском городе Альмерия и эксплуатируются на территории Южной Европы. Их экономическая эффективность напрямую связана с использованием аккумуляторов тепловой энергии.

Таблица 2. Укрупненные показатели солнечной паромоторной мини-ТЭС в Южной Испании

Наименование, единица измерения	Значение
Установленная электрическая мощность, кВт	1200
Количество получаемой энергии, МВт·ч/год: электрической тепловой (при когенерации) для опреснения 200 000 м <sup>3</sup> воды в год	1600 Более 10 000
Занимаемая площадь территории, м <sup>2</sup>	33 000
Капитальные затраты, евро	4 600 000
Эксплуатационные расходы, евро/год	90 000
Стоимость производимой электроэнергии, евроцентов/(кВт·ч)	30

Примечание: по данным компании Solar Heat & Power Europe GmbH (2005 г.).

### Опыт Южной Испании

Один из проектов солнечной паромоторной мини-ТЭС реализован в Южной Испании региональным подразделением Solar Heat & Power Spain S.L. головной компании Solar Heat & Power Europe GmbH. Укрупненные рабочие показатели (табл. 2) этой энергетической установки были представлены на Всемирном конгрессе по возобновляемой энергетике в городе Абердин (Шотландия, Великобритания) 22–27 мая 2005 г. (World Renewable Energy Congress 2005, Aberdeen, Scotland, Great Britain).

### Выводы и комментарии

Зарубежный опыт эксплуатации солнечных мини-ТЭС с паровыми моторами Spilling весьма показателен и отражает многогранность малой энергетики европейских стран, когда наряду с традиционным паротурбинным оборудованием используются обновленные конструкции паропоршневой техники. В России же для строительства таких мини-ТЭС хорошо подходит, в частности, территория Краснодарского края. И отечественные разработки подобных энергетических установок ведутся. Специалистами

и учеными Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ Россельхозакадемии) во главе с академиком Россельхозакадемии Д.С. Стребковым уже, среди прочих, получен патент на изобретение (RU 2 350 847) новой структуры мини-ТЭС. По своей сущности – это комбинированная биосолнечная энергетическая установка, которая может работать как за счет использования энергии солнечного излучения, так и на биотопливе. Принципиально возможно создать на ее базе мини-ТЭС с использованием опыта и идей изобретателей из ВИЭСХ в области солнечной энергетики, а также – паропоршневых двигателей, разрабатываемых под руководством В.С. Дубинина сотрудниками объединенной научной группы «Промтеплоэнергетика» Московского авиационного института, ВИЭСХ и ряда других ведущих научных и учебных организаций России. Об этих двигателях было рассказано в последнем номере нашего журнала за прошлый год (ПКМ 5/15 2012).

## Когенерационные установки Hoval

Компания Hoval (Великобритания) представила на выставке ISH Frankfurt 2013 когенерационные модули PowerBloc CHP для одновременной выработки тепловой и электрической энергии, предназначенные для энергоснабжения крупных зданий и даже небольших городских районов. Энергоблоки разработаны на основе газопоршневых двигателей производства MAN и работают на природном газе. Типоряд включает 10 моделей номинальной электрической мощностью от 43 кВт·ч (модель EG43) до 365 и 404 кВт·ч (модели EG365 и EG404). Диапазон тепловой мощности составляет от 40–65 кВт (модель EG43) до 297–520 кВт (модель EG404). В ряде моделей электрическая эффективность составляет до 36 %, тепловая, в зависимости от рабочих нагрузок, – до 54 %, суммарная – 90 %. Когенерационные установки Hoval характеризуются низким уровнем звукового давления: для модели PowerBloc EG43 оно составляет 60 дБ (A) ±3 дБ, для моделей PowerBloc EG365 и EG404 – порядка 70 дБ (A) ±3 дБ.





На российском рынке теплоэнергетического оборудования стальные водогрейные жаротрубные котлы пользуются достаточно большой популярностью. Интерес к ним объясняется малыми габаритными размерами сравнительно с водотрубными котлами аналогичной теплопроизводительности, высоким значением КПД, достигающим 92–94 %, относительно простой конструкцией и невысокой стоимостью.

## Водогрейные жаротрубные котлы на российском рынке

**В**одогрейные жаротрубные котлы применяются для решения самого широкого спектра задач в коммунальной и промышленной энергетике: с их помощью осуществляется теплоснабжение жилых домов, офисных и общественных зданий, промышленных предприятий, торговых комплексов, спортивных сооружений и пр. Их устанавливают как в небольших котельных,

так и на районных ТЭЦ, где они используются в качестве резервного источника энергии в период пиковых максимальных нагрузок.

На рынке представлены водогрейные жаротрубные котлы как ведущих зарубежных, так и традиционных отечественных производителей. Большинство предлагаемых котлов работает на газообразном и жидкокомплексном топливе; некото-

рые производители предлагают также твердотопливные версии водогрейных жаротрубных котлов. В настоящий обзор не включены водогрейные жаротрубные котлы на перегретой воде, поскольку количество предложений такого оборудования на рынке может составить отдельное рассмотрение, сопоставимое по объему с предлагаемым ниже.

### Alphatherm (EC)

Водогрейные жаротрубные котлы европейской марки Alphatherm (производство в Италии, Чехии, Словакии) представлены сериями ALPHA M и ALPHA E, ориентированными на сегмент отопления жилых и производственных поме-

щений. Серия стальных жаротрубных котлов ALPHA M с двухходовым движением продуктов сгорания включает 10 моделей диапазоном мощности от 64 до 291 кВт, работающих на природном газе или жидкокомплексном топливе. Максимальная температура воды на выходе составляет 95 °С (по

запросу 105 °С), максимальное рабочее давление – 5 бар. Газовые котлы ALPHA M имеют КПД до 93 % и ресурс работы до 20 лет. Промышленная серия стальных жаротрубных водогрейных котлов ALPHA E с двухходовым движением продуктов сгорания представле-

на 19 моделями мощностью от 130 до 4000 кВт, работающими на природном газе и дизельном топливе. Конструкция котла и соблюдение условий эксплуатации обеспечивают ресурс работы котла до 20 лет и КПД от 91,5 до 93 %. Максимальная  $t$  воды для котлов ALPHAE также составляет 95 °C (по запросу 105 °C), максимальное рабочее давление – 6 бар. Водогрейные жаротрубные котлы Alphatherm рекомендуется использовать с горелочными устройствами этой же марки.

#### Babcock Wanson (Франция)

Предприятие входит в состав международной группы компаний CNIM Group. На российский рынок компания поставляет жаротрубные водогрейные котлы двух серий – EPC-AC и НЕВ. Линейка EPC-AC включает 15 моделей мощностью от 3488 кВт до 17 МВт, предназначенных для работы с двухступенчатой или модулируемой горелкой на газе или мазуте. Предлагаются котлы трехходовой (версия EPC-AC) или двухпроходной (исполнение EPC-AC HD) конструкции. Максимальная  $t$  воды составляет 110 °C, максимальное рабочее давление – 10 бар.

Линейка жаротрубных двухходовых водогрейных котлов НЕВ предназначена для комплектации блочно-модульных котельных, включает 21 модель мощностью от 90 кВт до 4,4 МВт, которые предназначены для использования с надувными двухступенчатыми или модулирующими горелками, работающими на жидким или газообразном топливе. Котлы выдают горячую воду с максимальной  $t$  100 °C, работают при максимальном давлении 5 бар. КПД жаротрубных водогрейных котлов производства Babcock Wanson достигает 92 %.

#### Buderus (Германия)

В ассортименте компании «Бош Термотехника» напольные стальные водогрейные жаротрубные котлы представлены сериями Buderus Logano SK645/SK745 и Buderus Logano S825/S825LN, работающими на газе и дизельном топливе (низкоэмиссионная газовая или дизельная вентиляторная горелка). Котлы Buderus Logano SK645



с двухходовым движением газов имеют 8 типоразмеров номинальной теплопроизводительностью 120–600 кВт, котлы Buderus Logano SK745 – 6 типоразмеров номинальной теплопроизводительностью 730–1850 кВт. Максимальная  $t$  воды у серии SK645/SK745 составляет 115 °C, максимальное рабочее давление – 6 бар. Коэффициент эффективности использования топлива в зависимости от температуры теплоносителя и котловой нагрузки достигает 93 %.

Серия низкотемпературных водогрейных котлов Buderus Logano S825/S825LN с трехходовым движением газов включает 17 типоразмеров: это 9 моделей Logano S825 L номинальной теплопроизводительностью от 750 до 5200 кВт и 8 моделей Logano S825 L LN номинальной теплопроизводительностью от 6500 до 19 200 кВт. Промышленные водогрейные котлы Buderus Logano S825/S825LN могут работать на дизельном топливе, природном газе и рапсовом масле, выдают воду

с  $t$  110 °C при рабочем давлении 6 и 10 бар (по запросу могут быть изготовлены версии для давления 16 бар). Коэффициент использования топлива в зависимости от нагрузки может превышать 94 %, кроме того, в комбинации со встроенным конденсационным теплообменником модели серии Buderus Logano S825/S825LN могут использоваться как газовые конденсационные котлы, достигая значений КПД до 109 %.

На прошедшей в феврале выставке Aqua Therm Moscow 2013 компания «Бош Термотехника» представила также серии стальных жаротрубных водогрейных котлов Buderus Logano SK 655 и Buderus Logano SK 755. Это низкотемпературные отопительные котлы с реверсивной топкой и трехходовым прохождением продуктов сгорания, предназначенные для модернизации систем отопления промышленных и административных зданий. Котлы работают на дизельном топливе или газе (природный/сжиженный газ, дизель/рапсовое масло) при  $t$  воды в подающей линии 115 °C и максимальном рабочем давлении 6 бар. Серия Logano SK 655 включает 5 типоразмеров котлов номинальной теплопроизводительностью от 120 до 360 кВт, серия Logano SK 755 – 9 типоразмеров котлов номинальной теплопроизводительностью от 420 до 1850 кВт. КПД котлов Logano SK 655 и Logano SK 755 может достигать 93 %.

#### Erensan (Турция)

Двухходовые водогрейные жаротрубные котлы производства Erensan представлены сериями NA.R и NA.K. Серия стальных водогрейных котлов с реверсивным пламенем NA R включает 17 моделей мощностью от 60 до 2500 кВт, предназначенных для работы на природном газе, сжиженном газе и жидким топливом. Максимальная рабочая  $t$  воды составляет 110 °C, максимальное рабочее давление – 8 бар. Серия NA.K – это твердотопливные водогрейные жаротрубные котлы с возможностью быстрого переоснащения для работы на газообразном и жидким топливом. Совместно с компанией



ей Ygnis (Швейцария) фирмой Erensan была разработана водоохлаждающая колосниковая решетка DRW-Düsenrost и специальный уголь не образующий пыли, характеризующийся высокой т переплавки шлаков (свыше 1200 °C). Серия NA.K включает 12 моделей номинальной тепловой мощностью от 93 до 1163 кВт. Рабочая t воды на выходе составляет 100 °C, максимальное рабочее давление – 8 бар.

Низкотемпературные водогрейные жаротрубные котлы Erensan с трехходовым движением газов представлены сериями Triplette, TR и TR MAX, предназначенными для работы на газе и жидким топливом. Серия Triplette включает 7 моделей номинальной тепловой мощностью от 80 до 350 кВт, серия TR – 5 моделей номинальной мощностью от 465 до 1250 кВт, серия TR MAX – 6 моделей номинальной мощностью от 1600 до 5000 кВт. Максимальная рабочая t воды составляет 100 °C, максимальное рабочее давление – 8 бар.

#### Ferroli (Италия)



Водогрейные жаротрубные котлы производства Ferroli S.p.A. представлены сериями Prextherm RSW, Prextherm RSH и Prextherm T3G. Котлоагрегаты серии Prextherm RSW – это стальные водогрейные котлы с реверсивной топкой, предназначенные для дутьевых горелок. Производитель подразделяет серию на Quadra Series, включающую 15 моделей номинальной тепловой мощностью от 92 до 1060 кВт, и Tonda Series, включающую 6 моделей номинальной мощно-

стью от 1250 до 3600 кВт. Максимальная проектная t воды может быть 110 или 120 °C, максимальное рабочее давление в базовом исполнении составляет 6 бар (при специальном запросе возможно выше). Для обеспечения максимально удобства в установке и обслуживании котла предусмотрена возможность смены направления открывания дверцы: она может быть навешена справа или слева. Футеровка дверцы моделей Quadra выполнена из керамического волокна, а в котлах серии Tonda предусмотрен двойной слой цемента с дополнительным слоем теплоизоляционного материала. КПД котлов Prextherm RSW в зависимости от нагрузки может достигать 94 %. Трехходовые водогрейные котлы Prextherm RSH также подразделяются на Quadra Series (12 моделей номинальной тепловой мощностью от 92 до 800 кВт) и Tonda Series (6 моделей номинальной мощностью от 800 до 3000 кВт). Рабочее давление в базовом исполнении составляет 6 бар (по запросу – выше), КПД в зависимости от температурного режима может достигать 96 %.

Серия промышленных водогрейных жаротрубных котлов Prextherm T3G с трехходовым движением газов предназначена для работы на жидком или газообразном топливе, которое сжигается в топке с наддувом. Типоряд включает 19 моделей номинальной тепловой мощностью от 1200 до 19 500 кВт. Максимальная рабочая t составляет 110 или 120 °C, максимальное рабочее давление – 6, 8 и 10 бар. Котлы Prextherm T3G характеризуются высоким КПД (не менее 92 %) и низким уровнем выброса NOx.

#### Garioni Naval (Италия)

В ассортименте котельного оборудования Garioni Naval водогрейные жаротрубные котлы представлены сериями NPR и GPT/AC. Серия двухходовых низкотемпературных котлов NPR включает 27 моделей номинальной теплопроизводительностью от 50 до 4100 кВт, предназначенных для сжигания жидкого и газо-

образного топлива. Максимальная рабочая t составляет 110 °C, максимальное рабочее давление – 5 бар, коэффициент использования топлива – не ниже 91 %. Для повышения эффективности производитель рекомендует доукомплектовывать котлы Garioni Naval экономайзерами, повышающими КПД еще на 4 %. Серия трехходовых водогрейных жаротрубных котлов промышленной мощности GPT/AC включает 12 моделей номинальной теплопроизводительностью от 1744 до 10465 кВт, предназначенных для сжигания жидкого и газообразного топлива. Максимальная рабочая t у них также составляет 110 °C, максимальное рабочее давление – 5 бар, заявленный КПД – не ниже 91 %.

#### ICI Caldaie (Италия)



Водогрейные жаротрубные котлы производства ICI Caldaie S.p.A. представлены сериями REX, REX DUAL, TNX и TNOX. Серия низкотемпературных котлов с реверсивным пламенем REX включает 19 моделей коммерческого сегмента номинальной тепловой мощностью от 70 до 1300 кВт и 11 моделей промышленного сегмента номинальной мощностью от 1400 до 6 000 кВт. Эти котлы предназначены для работы с наддувными горелками на жидком или газообразном топливе. Их максимальная рабочая t у них составляет 110 °C, максимальное рабочее давление – 5 бар, КПД – не ниже 92 %. Серия жаротрубных водогрейных котлов REX DUAL предполагает сдвоенное вертикальное исполнение (два котла REX с реверсивным пламенем), включает 15 моделей номиналь-

ной тепловой мощностью от 140 до 1700 кВт. Максимальная рабочая  $t$  также составляет 110 °C, максимальное рабочее давление – 5 бар, КПД – 92 %.

Водогрейные жаротрубные котлы с трехходовым движением газов в ассортименте ICI Caldaie представлены промышленными сериями TNX (16 моделей номинальной мощностью от 3 до 12 МВт) и TNOX (22 модели тепловой мощностью от 2,5 до 12 МВт). Максимальная рабочая  $t$  составляет 110 °C, максимальное рабочее давление – 6 бар, КПД в зависимости от нагрузки достигает 93 %. Промышленные водогрейные котлы ICI Caldaie предназначены для работы на природном газе, биогазе, дизельном топливе, мазуте. Все котлы ICI Caldaie поставляются в комплекте с регулирующей и предохранительной арматурой для работы в автоматическом режиме.

### IVAR Industry (Италия)

В ассортименте котельного оборудования компании IVAR Industry представлены серии водогрейных жаротрубных котлов SuperRAC, SuperRAC-AR, SuperRAC 2F и TRINOX. Котлы SuperRAC имеют реверсивную топку и предназначены для использования дутьевых горелок, использующих в качестве топлива газ и легкое жидкое топливо. Типоряд включает 23 модели номинальной мощностью от 93 до 4150 кВт. Максимальная расчетная  $t$  составляет 115 °C, максимальное давление – 6 бар (по запросу могут поставляться котлы с давлением 8 и 10 бар), КПД – не ниже 92 %. Серия SuperRAC-AR с повышенным КПД включает 23 модели номинальной мощностью от 81 до 3610 кВт. Максимальная расчетная  $t$  составляет 115 °C, максимальное давление – 6 бар (по запросу могут поставляться котлы с давлением 8 и 10 бар). КПД благодаря специальной конструкции топки и применению турбулизаторов, разработанных IVAR Industry, достигает значений выше 95 %. Серия водогрейных жаротрубных котлов SuperRAC 2F предполагает сдвоенную вертикальную компоновку (два котла SuperRAC с реверсивным пламенем), включает 8 моделей номинальной мощностью от 186 кВт (модель SuperRAC 2F 93) до

814 кВт (модель SuperRAC 2F 405). Максимальная  $t$  воды составляет 115 °C, максимальное давление – 6 бар (по запросу – 8 и 10 бар), КПД – не ниже 92 %.

Промышленные водогрейные жаротрубные котлы серии TRINOX с трехходовым движением газов предназначены для использования дутьевых горелок, использующих в качестве топлива природный газ, дизтопливо и топочный мазут. Типоряд включает 14 моделей номинальной мощностью от 1165 до 10 560 кВт. Максимальная  $t$  составляет 115 °C, максимальное давление – 5 бар (по запросу – 6 и 8 бар), КПД – не ниже 92 %. Котлы характеризуются низким содержанием NO<sub>x</sub> в выбросах.

### Unical (Италия)



Компания Unical предлагает серии водогрейных жаротрубных котлов MODAL, ELLPREX, TRISTAR, TRIOPREX N и TERNOx. Линейка надувных водогрейных котлов MODAL с реверсивной камерой сгорания представлена 10 моделями мощностью от 64 до 291 кВт, работающими на природном газе и дизельном топливе. Особенностью этих котлов является то, что двери котла можно установить так, чтобы они открывались как с левой, так и с правой стороны. При этом двери укомплектованы специальным покрытием из керамоволокна, что позволяет в отличие от асбосцементного волокна на 50 % увеличить термоизоляцию. Рабочая  $t$  котловой воды составляет 110 °C, рабочее давление – 5 бар. Линейка водогрейных котлов

ELLPREX представлена 19 моделями тепловой мощностью от 170 до 4000 кВт, работающими на природном газе дизтопливе и мазуте. Максимальная рабочая  $t$  составляет 110 °C, рабочее давление – 6 бар. В котлах мощностью от 760 кВт используется уникальная технология цилиндрической деформируемой топки, разработанная специалистами компании Unical для придания дополнительной прочности.

Отличием стальных двухходовых котлов серии TRISTAR с инверсией пластины в топке является применение специальных дымогарных антиконденсационных труб Esalobato (запатентованная разработка компании Unical), имеющих большую теплообменную поверхность, благодаря чему вода нагревается

менее чем за 5 секунд до рабочей температуры. Водогрейные котлы TRISTAR работают с горелками на газовом и легком жидком топливе; имея вертикальную компоновку, они оптимальны для модернизации старых котельных, поскольку не требуют реконструкции существующих помещений. Линейка представлена 21 моделью номинальной мощностью от 80 до 3500 кВт. Максимальная рабочая  $t$  составляет 110 °C, рабочее давление – 6 бар, КПД достигает 95–96 %.

Стальные водогрейные котлы TRIOPREX N с трехходовым движением газов работают с двух- и трехступенчатыми горелками на газообразном и легком жидком топливе, а также мазуте, отличаются низким уровнем выбросов NO<sub>x</sub> (менее 120 мг/кВт·ч). Типоряд включает 16 моделей номинальной мощностью от 65 до 1900 кВт. Максимальная рабочая  $t$  составляет 110 °C, рабочее давление – 6 бар, КПД – до 92 %. Стальные водогрейные жаротрубные котлы промышленной серии TERNOx с реверсивной камерой и трехходовым движением газов также характеризуются низким уровнем выбросов NO<sub>x</sub> (что видно из названия серии) и могут использоваться с горелками на газе, дизтопливе и мазуте. Линейка включает 14 моделей полезной мощностью от 1200 до 10 500 кВт. Максимальная рабочая

$t$  составляет 115 °C, рабочее давление – 5 и 8 бар, КПД составляет более 93 %. При грамотной эксплуатации безаварийный срок службы котлов TERNOx может превысить 25 лет.

### Viessmann (Германия)

Компания Viessmann предлагает широкую гамму низкотемпературных водогрейных котлов – это такие линейки, как Vitomax 100-LW (тип M148), Vitomax 200-WS (тип M250), Vitomax 200-LW (тип M62A и M64A) и Vitomax 300-LT. Кроме того, в ассортименте компании имеются водогрейные жаротрубные котлы коммерческого сегмента – это линейки Vitoplex 100 (тип PV1), Vitoplex 200 (тип SX2A) и Vitoplex 300 (тип TX3A). Серия жаротрубных водогрейных котлов Vitomax 100-LW (тип M148) с реверсивной камерой сгорания включает 11 типоразмеров номинальной мощностью от 0,65 до 6 МВт, работающих на жидкое и газообразное топливо. Максимальная рабочая  $t$  составляет 115 °C, рабочее давление – 6 и 10 бар, КПД при 100 % нагрузке составляет 91,5 %, при работе в половину мощности – 94,5 %. Для тепличных хозяйств предлагаются трехходовые водогрейные котлы серии Vitomax 200-WS (тип M250), работающие на газе и жидкое топливо. Линейка включает 10 типоразмеров номинальной мощностью от 1750 до 11 630 кВт. Максимальная рабочая  $t$  составляет 110 °C, рабочее давление – 3 бара, КПД при 100 % нагрузке составляет 94 %, при работе в половину мощности – 96 %. Котлы Vitomax 200-WS характеризуются высоким водонаполнением и низкой теплонапряженностью камеры сгорания (< 1,0 МВт/м<sup>3</sup>).



Трехходовые жаротрубные водогрейные котлы серии Vitomax 200-LW подразделяются на полупромышленную (тип M62A) и промышленную (тип M64A) линейки, предназначенные для работы на жидкое и газообразном топливе. Первая включает 5 типоразмеров номинальной мощностью от 2,3 до 6 МВт, вторая – 6 типоразмеров номинальной мощностью от 8 до 20 МВт. Максимальная рабочая  $t$  для котлов Vitomax 200-LW составляет 110 и 120 °C (для России производитель указывает предел в 115 °C), максимальное рабочее давление – 6, 10 или 16 бар, КПД при при 100 % нагрузке составляет 92 %, при половинной нагрузке – 94,5 %. Следует отметить, что Vitomax 200-LW тип M64A является последователем популярной линейки котлов Vitomax 200-LW тип M241 мощностью до 20,0 МВт, снятой с производства Viessmann. Серия низкотемпературных котлов Vitomax 300-LT (тип M343) с трехходовой конструкцией газоходов включает 7 типоразмеров номинальной мощностью от 1860 до 5900 кВт. Максимальная рабочая  $t$  составляет 120 °C (для России рекомендуется 115 °C), рабочее давление – 6 бар, КПД при температурном режиме 75/60 °C составляет 96 %, при полной нагрузке – 94 %. Экономичная работа котлов Vitomax 200-LW и Vitomax 300-LT гарантируется системой цифрового программного управления Vitotronic. Стандартная телекоммуникационная шина LON-BUS позволяет осуществить интеграцию во внутренние системы диспетчерского управления. Возможно дистанционное управление котлами через Internet с помощью инструментов Vitocom и Vitodata. Эти системы возможно интегрировать в шкаф управления Vitocontrol.

Серия двухходовых водогрейных жаротрубных котлов Vitoplex 100 (тип PV1), ориентированных на коммерческий сегмент, разделяется на линейку средней мощности (7 моделей номинальной теплопроизводительностью от 150 до 620 кВт) и линейку полупро-

мышленной мощности (6 моделей номинальной теплопроизводительностью от 680 до 2000 кВт). Для первой максимальное рабочее давление составляет 5 бар, для второй линейки – 6 бар, максимальная рабочая  $t$  составляет 110 °C для всей серии. КПД при температурном режиме 75/60 °C достигает соответственно 92 и 94 %. Трехходовые водогрейные котлы Vitoplex 200 тип SX2A также подразделяются на линейку средней мощности (8 моделей номинальной теплопроизводительностью от 90 до 560 кВт) и полупромышленной мощности (7 моделей от 700 до 1950 кВт). Максимальное рабочее давление для первой линейки составляет 4 бара, для второй – 6 бар, максимальная  $t$  – 110 °C для всей серии (по запросу – 120 °C). КПД при работе на жидкое топливо в зависимости от нагрузки достигает 95 %. На линейки средней и полупромышленной мощности подразделена и серия трехходовых низкотемпературных котлов Vitoplex 300 (тип TX3A). Первая линейка включает 8 моделей номинальной тепловой мощностью от 90 до 500 кВт, вторая – 6 моделей номинальной мощностью от 620 до 2000 кВт. Максимальное рабочее давление для первой линейки составляет 4 бара, для второй – 6 бар, максимальная  $t$  – 110 °C для всей серии (по запросу – 120 °C). КПД при работе на жидкое топливо в зависимости от нагрузки достигает 96 %. Многослойные поверхности нагрева Vitoplex 300 обеспечивают высокую надежность и продолжительный срок службы котла. Площадь внутренней обработанной поверхности теплообменных труб в 2,5 раза больше площади гладких труб. Интегрированная система Therm Control упрощает гидравлическую стыковку котла с системой отопления, что позволяет отказаться как от подмешивающего насоса, так и от комплекта подмешивающего устройства. Экономичная и надежная работа котлов Vitoplex обеспечивается системой цифрового программного управления Vitotronic. Выполненная в едином стандарте телекоммуникационная шина LON позволяет осуществить интеграцию в единую систему диспетчерского управления. Возможен контроль за работой котлов через интернет с помощью систе-



мы TeleControl с Vitocom и Vitodata, а также с помощью шкафа управления Vitocontrol.

#### **ОАО «ВОЛЬФ Энерджи Солюшен» (г. Реутов, Московская обл.)**

На российском рынке представлены водогрейные жаротрубные котлы серий Duoterm, GKS Eurotwin и GKS Dynatherm. Серия двухходовых жаротрубно-дымогарных водогрейных котлов Duoterm включает 15 типоразмеров номинальной мощностью от 150 до 6000 кВт для работы под наддувом на газообразном и жидким топливе. Серия GKS Eurotwin – это 5 типоразмеров котлов сдвоенного вертикального исполнения номинальной мощностью от 450 до 1250 кВт с трехходовым движением газов, предназначенные для размещения в блочно-модульных котельных благодаря очень компактным габаритам. Система термодинамического разделения позволяет обеспечить в параллельном режиме две различные температуры в подающих линиях. Стальные трехходовые жаротрубные котлы промышленной серии GKS Dynatherm представлены 6 типоразмерами номинальной мощностью от 1700 до 5800 кВт, которые предназначены для работы под наддувом на природном газе или дизельном топливе. Водогрейные жаротрубные котлы производства ОАО «ВОЛЬФ Энерджи Солюшен» имеют КПД не ниже 92 %. Максимальная рабочая  $t$  на выходе составляет 95/115 °С, максимальное

рабочее давление 6 бар (испытательное – 10 бар).

#### **ЗАО «Белогорье» (Белгородская обл.)**

Двухходовые водогрейные жаротрубные котлы производства ЗАО «Белогорье» представлены двумя сериями – КВа «Дуэт» и КВа «Квант». Первая включает 7 типоразмеров номинальной теплопроизводительностью от 100 до 350 кВт для работы на природном газе и легком жидком топливе. Оригинальная конструкция передней крышки котла предоставляет возможность открытия как влевую, так и вправую сторону. Максимальная рабочая  $t$  на выходе составляет 95/115 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар, КПД – не ниже 91 %. У трехходовых котлов КСВа-1,0 и КСВа-2,5 максимальная  $t$  воды на выходе составляет 115 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар, КПД – не ниже 91 %.

#### **АО «Борисоглебский котельно-механический завод» (г. Борисоглебск, Воронежская обл.)**

Предприятие «БКМЗ» выпускает серию автоматизированных стальных водогрейных жаротрубных котлов КСВа, предназначенных для работы на газообразном и жидком топливе (природный и сжиженный газ, дизельное и печное бытовое топливо). Типоряд включает 8 моделей номинальной теплопроизводительностью от 250 до 2500 кВт, которые комплектуются горелками ГБак с комплексом средств управления и безопасности КСУБ-06, который обеспечивает трехступенчатый (0,40 %, 100 %) режим регулирования мощности в автоматическом режиме (в зависимости от температуры воздуха за пределами котельной и в соответствии с отопительным гра-

фиком). Также котлы могут комплектоваться другими горелками зарубежного и отечественного производства. Двухходовые водогрейные котлы КСВа-0,25, КСВа-0,3, КСВа-0,5, КСВа-0,63, КСВа-0,7 и КСВа-0,75 выдают воду с максимальной  $t$  105 °С, работают при давлении 6 бар, имеют КПД не ниже 91 %. У трехходовых котлов КСВа-1,0 и КСВа-2,5 максимальная  $t$  воды на выходе составляет 115 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар, КПД – не ниже 91 %.

#### **Промышленная группа «Генерация» (г. Березовский, Свердловская обл.)**

В ассортименте котельного оборудования, предлагаемого ПГ «Генерация», имеются жаротрубные водогрейные котлы серий КСВ и КСВа (ВК). Двухходовые стальные водогрейные котлы КСВ имеют 5 типоразмеров номинальной теплопроизводительностью от 100 до 500 кВт, работающие на газе и дизельном топливе. Максимальная рабочая  $t$  на выходе составляет 115 °С, максимальное рабочее давление – 5 бар, КПД – до 93,5 %. Трехходовые водогрейные жаротрубные котлы промышленной серии КСВ могут использоваться как в стационарных, так и в блочно-модульных котельных. Серия включает 6 типоразмеров номинальной теплопроизводительностью от 1 до 12 МВт. Максимальная рабочая  $t$  на выходе составляет 115 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар, КПД – 92 %. Жаротрубные водогрейные котлы с принудительной циркуляцией КСВа (ВК) – это 3 модели: КСВа-1,0 (ВК-22) КСВа-2,0(ВК-21) и КСВа-3,15 соответственно тепловой производительностью 1, 2 и 3,15 МВт, работающие на природном газе и дизельном топливе. Так же, как у промышленных котлов КСВ, у них максимальная рабочая  $t$  составляет 115 °С, рабочее давление – 6 бар, КПД – 92 %.

#### **ОАО «Дорогобужкотломаш» (пос. Верхнеднепровский, Смоленская обл.)**

В номенклатуре котельного оборудования производства «Дорогобужкотломаш» представлена серия жаротрубных водогрейных котлов «Дорогобуж» с



реверсивной топкой в комплектации «Стандарт», «Комфорт» и «Люкс» с открытием поворотной камеры на любую сторону. Линейка включает 11 типоразмеров номинальной тепловой производительностью от 500 кВт (модель КВ-ГМ-0,05-115Н) до 2320 кВт (модель КВ-ГМ-2,32-115Н), работающих на газообразном, дизельном, а также печном бытовом топливе. Модели КВ-ГМ-0,05-115Н, КВ-ГМ-0,08-115Н и КВ-ГМ-0,11-115Н имеют рабочую  $t$  на выходе 95/115 °С, максимальное рабочее давление составляет 6 бар, КПД – 91 % на газе и 90 % на дизтопливе. У моделей КВ-ГМ-0,15-115Н, КВ-ГМ-0,25-115Н, КВ-ГМ-0,35-115Н и КВ-ГМ-0,5-115Н рабочая  $t$  на выходе составляет 95/115 °С, максимальное давление – 4 бара, КПД – не менее 93 % на газе и 91 % на дизтопливе. У моделей КВ-ГМ-0,75-115Н, КВ-ГМ-1,0-115Н, КВ-ГМ-1,5-115Н и КВ-ГМ-2,32-115Н рабочая  $t$  на выходе составляет 95/115 °С, макси-

мальное давление – 6 бар, КПД – не менее 93 % на газе и 91 % на дизтопливе.

Также в ассортименте котельного оборудования «Дорогобужкотломаш» имеется серия трехходовых жаротрубных водогрейных котлов «Днепр», работающих на мазуте, газе и дизельном топливе, допускающих к тому же использование сырой нефти в качестве топлива. Типоряд включает 5 моделей номинальной теплопроизводительностью от 1,2 до 4,5 МВт. Максимальная рабочая  $t$  на выходе составляет 115 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар. КПД водогрейных котлов «Днепр» составляет не менее 92,3 % при сжигании мазута и не менее 92,7 % при сжигании природного газа.

#### **ООО «Завод энергетического машиностроения «ЗИОСАБ-ДОН» (г. Волгодонск, Ростовская обл.)**

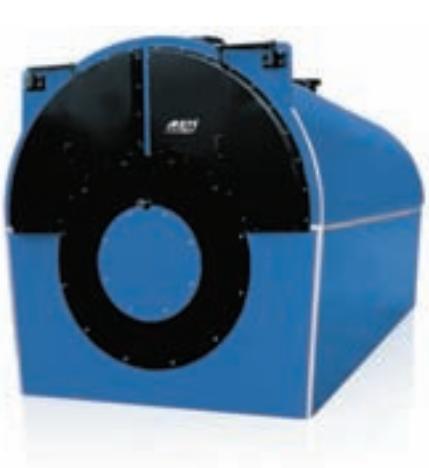
Двухходовые низкотемпературные водогрейные котлы марки «ЗИОСАБ» имеют 13 типоразмеров номинальной теплопроизводительностью от 125 до 5000 кВт, работающих на газе и дизельном топливе с содержанием выброса  $\text{NO}_x$  120 мг/м<sup>3</sup> (газ) и 250 мг/м<sup>3</sup> (дизель). У модели ЗИОСАБ-125 максимальная рабочая  $t$  составляет 95 °С, максимальное рабочее давление – 5 бар, КПД – не менее 90 %. Котлы ЗИОСАБ-175, ЗИОСАБ-250 и ЗИОСАБ-250М имеют максимальную рабочую  $t$  115 °С, максимальное рабочее давление – 5 бар, КПД – не ниже 90 %. Отопительные водогрейные котлы ЗИОСАБ-350, ЗИОСАБ-500, ЗИОСАБ-750 и ЗИОСАБ-1000 выдают воду с максимальной  $t$  115 °С, работают при давлении 6 бар. Их КПД – не ниже 91 % (у моделей ЗИОСАБ-750 и ЗИОСАБ-1000 – не ниже 91,5 %). Высокопроизводительные водогрейные котлы ЗИОСАБ номинальной мощностью от 1600 до 5000 кВт имеют повышенный КПД – не ниже 92 %, максимальная рабочая  $t$  у них составляет 115 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар (у модели ЗИОСАБ-5000 – 10 бар). Котлы выпускаются серийно и находятся в наличии на складе производителя.



Серия трехходовых водогрейных котлов для коммерческого сегмента FR-16 включает 8 типоразмеров номинальной теплопроизводительностью от 0,5 до 4 МВт. Максимальная рабочая  $t$  составляет 115 °С, максимальное рабочее давление – 10 бар. КПД моделей FR 16-0,5-10-120, FR 16-0,75-10-120 и FR 16-1-10-120 составляет 90 %, КПД моделей FR 16-1,5-10-120, FR 16-2-10-120, FR 16-2,5-10-120, FR 16-3-10-120 и FR 16-4-10-120 – не ниже 92 %. Котлы серий FR-16, а также котел ЗИОСАБ-500, работают на природном газе, дизельном топливе и мазуте. Исполняются под заказ со сроком выполнения 60-80 дней.

#### **ООО «Компания Рэмэкс-Энерго» (г. Черноголовка, Московская обл.)**

Компания «Рэмэкс» производит автоматические водогрейные жаротрубные котлы серий «Турботерм», «Турботерм-Стандарт» и «Турботерм-Гарант». Серия стальных водогрейных котлов «Турботерм» с реверсивной топкой включает 9 типоразмеров в диапазоне мощностей от 110 до 3150 кВт, предназначенные для работы как на газообразном, так и на любом жидкому топливе, в том числе на мазуте низких сортов. Максимальная  $t$  на выходе составляет 95 или 115 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар, коэффициент эффективности использования топлива – 92 %. Стальные водогрейные жаротрубные котлы «Турботерм-Стандарт» с трехходовым движением газов работают на газовом и легком жидкому топливе. Линейка включает 5 типоразмеров в диапазоне мощностей от 250 до



1000 кВт. Их максимальная рабочая т составляет 95/115 °С, максимальное давление – 6 бар, КПД – не ниже 92 %. Серия трехходовых водогрейных котлов промышленной мощности «Турботерм-Гарант» имеет 5 типоразмеров диапазоном мощности от 1,5 до 7 МВт. По давлению, КПД, температуре теплоносителя на выходе эти котлы имеют те же характеристики, что и «Турботерм-Стандарт».

Котлоагрегаты производства «Рэмэкс» включают в себя автоматику безопасности и управления, имеющую цифровую индикацию температуры котловой воды, температуры отходящих газов и температуры обратной воды.



Также предусмотрена индикация работы горелочного устройства, индикация неисправности горелки и аварийных блокировок котла. Элементы управления совместно с менеджером горения автоматизированной горелки обеспечивают двухступенчатое, трехступенчатое или модулируемое управление ее мощностью. Котлы «Турботерм», «Турботерм-Стандарт» и «Турботерм-Гарант» могут комплектоваться блочными автоматизированными горелками практически всех производителей, известных на российском рынке.

#### **ЗАО «Черепановскферммаш» (г. Черепаново, Новосибирская обл.)**

Серия водогрейных жаротрубных котлов KB с реверсивной топкой включает

6 моделей номинальной мощностью от 100 до 2500 кВт, предназначенных для работы на жидком, газообразном и твердом топливе. Для переоснащения котлов на твердое топливо предлагается комплект инструментов и принадлежностей, включая колосники, предохранительный клапан, пульт управления с терморегулятором и термодатчиком, манометр, термометр-манометр, дымосос ДН-3,5, поворотный затвор и пр. Максимальная t теплоносителя на выходе составляет 95 °С. У моделей KB-0,1, KB-0,25, KB-0,6 и KB-0,8 максимальное рабочее давление составляет 3 бара, КПД – 85 % (твердое топливо), 91 % (жидкое топливо) и 92 % (газ). У моделей KB-1,25 и KB-2,5 рабочее давление – 4 бара, КПД по видам топлива – 91, 92 и 95 % соответственно.

Серия автоматических стальных водогрейных котлов KVA с трехходовым движением газов включает 5 типоразмеров номинальной мощностью от 100 до 1250 кВт, предназначенных для работы на жидком и газообразном топливе. Максимальная t теплоносителя на выходе составляет 95 °С, КПД – 91 % (твердое топливо), 92 % (жидкое топливо) и 95 % (газ). Максимальное рабочее давление у моделей KVA-0,1рГн/ЛЖ, KVA-0,3рГн/ЛЖ и KVA-0,6рГн/ЛЖ составляет 3 бара, у моделей KVA-0,8рГн/ЛЖ и KVA-1,25рГн/ЛЖ – 4 бара. Котлы комплектуются пультом автоматики и управления, набором измерительных приборов и необходимой арматурой для поддержания автоматического режима.

#### **ООО «Энтророс» (СПб)**

Водогрейные жаротрубные котлы производства «Энтророс» представлены сериями «Термотехник» тип TT50 и «Термотехник» тип TT100 на жидком и газообразном топливе. Типоряд двухходовых низкотемпературных котлов серии «Термотехник» TT50 включает 9 моделей номинальной мощностью от 250 до 1600 кВт, которые предназначе-



ны для производства теплофикационной горячей воды с максимальной t 115 °С и максимальным избыточным рабочим давлением 6 бар. В зависимости от нагрузки КПД котлов может достигать 94 %. Серия промышленных водогрейных жаротрубных котлов «Термотехник» тип TT100 с трехходовым движением продуктов сгорания включает 13 моделей номинальной тепловой мощностью от 1 до 15 МВт, предназначенных для производства горячей воды с максимальной t 115 °С и максимальным рабочим давлением 6 бар. В зависимости от нагрузки КПД котлов TT100 достигает 92 %. В случае необходимости работы котла на тяжелом жидким топливе (мазут), котлы TT100 в диапазоне мощности от 2000 до 15 000 кВт могут быть изготовлены со специальным исполнением двери котла, позволяющим установить ротационную горелку, либо горелку с коротким факелом. Такое исполнение позволяет минимизировать снижение мощности котла при использовании мазута. Для обеспечения автоматического управления работой котлов TT50 и TT100 компания «Энтророс» предлагает систему управления «Энтоматик», которая обеспечивает каскадное (последовательное) управление работой котлов в много-котловой установке в зависимости от изменения тепловой нагрузки. В системе управления предусмотрена также возможность проведения мониторинга многокотловой установки с визуализацией технологических параметров на ЖК-дисплее.



Важность соблюдения водно-химического режима при эксплуатации водогрейного жаротрубного котла обусловлена его конструктивными особенностями. В первую очередь это вызвано высокой плотностью тепловых потоков, проходящих через стенки жаровых труб, которая примерно в 3–4 раза превосходит этот показатель для водотрубных котлов.

## Системы для водоподготовки водогрейных жаротрубных котлов

М. Иванов, к.х.н.

**В**ысокие значения плотности теплового потока, проходящие через нагревательную стенку жаровой трубы, вызывают значительные тепловые нагрузки. Если не производить интенсивный съем тепла за счет его передачи нагреваемой воде, произойдет перегрев жаровых труб, который опасен тем, что может привести к вздутию стенки, ее деформации или искривлению жаровой трубы.

Обычно жаровые трубы изготавливаются из углеродистых сталей. Такие марки сталей чаще всего не содержат легирующих компонентов. Преимущественно для жаровых труб применяют низкоуглеродистые стали с содержанием углерода

до 0,25 %. Эти материалы достаточно устойчивы к высоким температурным нагрузкам и при правильной эксплуатации могут прослужить более десятка лет. Однако жаровые трубы из низкоуглеродистых марок сталей очень чувствительны к перегреву. Их перегрев часто может возникнуть вследствие недостаточного съема тепла, который возникает при образовании слоя накипи или минерального отложения. В этом случае не только замедляется нагрев воды, но и резко повышается температура металлической стенки. Зачастую возникающие термические сопротивления так воздействуют на материал стенки, что большинство марок углеродистых сталей не может их

выдержать. Как показали практические наблюдения, слой минеральных отложений на жаровой трубе толщиной в 1 мм увеличивает  $t$  стенки на 100–120 °C.



Рис. 1

При толщине слоя отложений уже в 3 мм температура поверхности металлической жаровой трубы может достигать более 500 °C. В этих условиях углеродистая сталь обычно теряет прочность, и возникает опасность разрыва жаровой трубы.

Основной составляющей как накипи, так и минеральных отложений являются карбонаты, сульфаты, силикаты и фосфаты кальция и магния. В исходной воде из водоисточника соли кальция и магния (содержание которых трактуется как жесткость воды) находятся в растворимом состоянии. Однако в результате нагрева воды или длительного ее стояния в застойных зонах эти соли претерпевают химические превращения, теряют растворимость и осаждаются на нагревательных поверхностях. Поэтому для безаварийной и надежной работы жаротрубных водогрейных котлов необходимо обязательное умягчение питательной воды.

Согласно документу «Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля. РД 24.031.120-91» допустимая жесткость воды должна составлять не более 0,7 мг-экв/ л. Однако этот регламентируемый уровень жесткости воды достаточно высок и не позволяет безопасно эксплуатировать водогрейные жаротрубные котлы длительное время. Уровень жесткости питательной воды не должен превышать тех норм, которые установлены для воды, снабжающей паровые котлы (не выше 0,015 мг-экв/л в соответствии с документом «Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов. РД 10-165-97»). Но по ряду практических наблюдений эти требования считаются несколько завышенными, и предельное значение жесткости воды может находиться в районе 0,1 мг-экв/л. Такое значение остаточной жесткости питательной воды может быть достигнуто при водоподготовке после одноступенчатого натрий-cationирования, которое входит в традиционную схему водоподготовки (рис. 1).

Обычно технологическая схема процесса водоподготовки определяется исходя из качества исходной воды. Так, если забор воды производится из систем

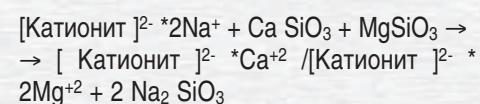
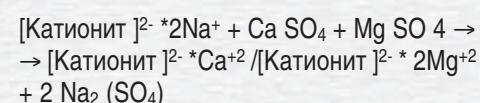
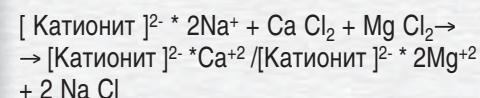
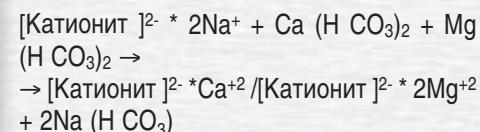


Рис. 2

мы централизованного водоснабжения, процесс водоочистки в некоторой степени упрощается, поскольку при поступлении воды в систему водопровода она уже подвергалась ряду очистных мероприятий. В этом случае водоподготовка для водогрейных жаротрубных котлов будет основана на понижении жесткости воды путем ионообменной фильтрации. Если же вода забирается из открытого водоисточника, то процесс очистки воды начинается с удаления из нее грубых механических примесей в виде песка, мелких частиц и взвесей. Эти примеси, обуславливающие мутность и цветность воды, удаляются с помощью фильтрования (на песчаных фильтрах, рис. 2). При дальнейшем умягчении воды с помощью ионообменной фильтрации на катионитах (рис. 3, 4) допускается использовать только воду, содержание взвесей в которой составляет не более 8 мг/л, а цветность не превышает 30 градусов.

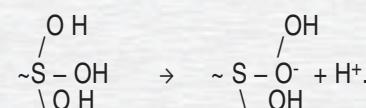
В зависимости от требуемой величины остаточной жесткости натрий-cationирование может быть одноступенчатым или двухступенчатым. В основе этих ионообменных методов лежат следующие химические процессы. Перед началом умягчения катионит находится в натриевой форме; при фильтрации через него воды, содержащей в качестве примесей бикарбонаты, хлориды, сульфаты и силикаты кальция и магния, начинает происходить ионный обмен, обусловленный тем, что в водной среде эти соединения диссоциируют, и при прохождении через ионообменную смолу воды, катионы кальция и магния начинают связываться с полимерной матрицей. Вместо поглощенных катионов этих щелочноземельных металлов, в воде за счет ионно-

го обмена будут находиться ионы натрия, которые с большинством анионов образуют водорастворимые соли.



Изменение концентрации солей в воде после натрий-cationирования почти не происходит, а наблюдается просто изменение их качественного состава. При одностадийном натрий-cationировании происходит понижение жесткости до 0,1–0,2 мг-экв/л, а при двухступенчатом остаточная жесткость воды обычно составляет 0,01–0,02 мг-экв/л.

Для проведения натрий-cationирования используются различные виды катионитов. В практике ионообменного умягчения воды для водогрейных котлов широкое распространение получили сильнокислотные катиониты с активной сульфогруппой:



К числу таких сильнокислотных катионитов можно отнести



Рис. 3

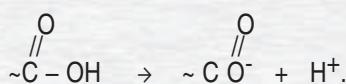
## ВОДОПОДГОТОВКА



Рис. 4

различные виды сульфоуглей, например, сульфоуголь сорта «СК-1, крупный», который является самым дешевым. К этому же виду ионообменных смол относятся и катиониты КУ-1, КУ-2, КУ-2-8, КУ-2-8 ЧС. Среди этого перечня важно отметить, что ионообменная смола марки КУ-2 является наиболее термостойкой. Характерной особенностью сильнокислотных катионитов является то, что в пределах изменения уровня pH от 1,5 до 10,0 они очень мало изменяют свою обменную емкость.

Кроме этого для натрий-катионирования применяют и слабокислотные катиониты, в которых активной группой является карбоксильная:



К числу слабокислотных катионитов относятся ионообменные смолы марок КБ-4, КБ-4-П2, Амберлайт-50 и Зеролит 225. Слабокислотные катиониты способны к ионному обмену только в щелочных средах, то есть при pH > 7,0. При значениях уровня pH < 7,0 резко понижается обменная емкость катионита. Вызвано это в основном тем, что в кислых средах происходит подавление процесса диссоциации карбоксильной группы и ионный обмен затрудняется.

Для подготовки воды водогрейных жаротрубных котлов целесообразно применять блочно-модульные водоподготовительные установки (рис. 5, 6), которые выпускаются различными отечественными и зарубежными производителями и обычно маркируются как ВПУ, БВПУ с указанием бренда и серийного индекса. В большинстве случаев они имеют

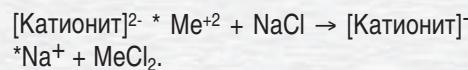
производительность от 0,4 до 12 м<sup>3</sup>/ч. В зависимости от производительности блочно-модульные установки имеют длину 1,50–2,57 м, высоту 1,56–2,57 м и ширину 0,87–1,87 м.

Обычно в комплект такой установки входит фильтрационный аппарат с катионообменной смолой, бак для раствора, верхнее и нижнее дренажное распределительное устройство, трубопроводы, арматура, фундаментная рама, крепеж и манометры, а также насос с электродвигателем. В некоторых моделях также предусмотрен осветлительный фильтр. Работа таких блочных установок заключается в следующем. Сначала исходная вода поступает на осветлительный фильтр. После этой предварительной очистки она направляется в верхнюю часть фильтра через верхнее распределительное устройство. Пройдя через слой катионита сверху вниз, вода умягчается и поступает в питательный бак.



Рис. 5

После достижения истощения катионита установку отключают, а отработанную ионообменную смолу направляют на регенерацию, перед которой слой катионита предварительно взрывают с помощью подачи воды снизу через нижнее распределительное устройство. Регенерацию сорбента проводят 6–8 % раствором хлорида натрия. При такой промывке поглощенные катионы кальция и магния вымываются раствором поваренной соли за счет того, что концентрация хлористого натрия значительно выше:



Таким образом, катионит возвращается в исходное состояние, пригодное для умягчения воды.

Кроме метода натрий-катионирования в ряде случаев, особенно для блочно-модульных котельных мощностью до 10 МВт, при умягчении воды целесообразно использовать комплексонатную обработку (подробнее об этом методе см. «Водоподготовка в системе ГВС и целесообразность ее применения», ПКМ 1/16 2013, стр. 44–47). В этом случае в питательную воду котлов с помощью дозирующих устройств подают комплексоны, которые образуют прочные кластеры с катионами кальция и магния. Полученные устойчивые молекулярные образования заставляют соли жесткости находиться в растворенном состоянии, поэтому на поверхности оборудования не образовываются отложения, препятствующие теплопередаче. Однако такая обработка не всегда обеспечивает необходимое качество получаемой воды.

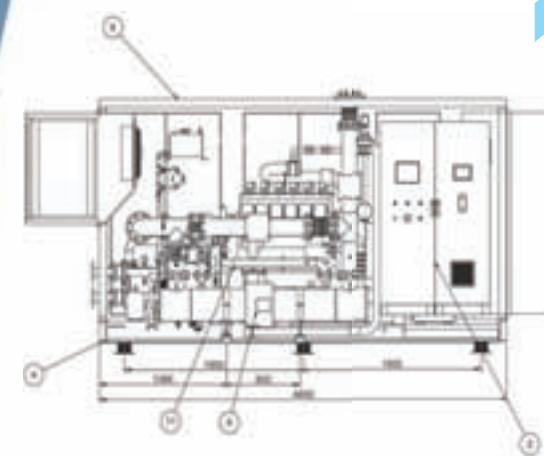
Конечно, для очистки воды от солей жесткости можно использовать и системы обратного осмоса, которые одновременно с умягчением воды позволяют проводить ее обессоливание. Однако высокая стоимость данного оборудования часто не позволяет его использовать, особенно для котлов малой и средней мощности, поскольку в этом случае возрастает срок окупаемости данного оборудования.

О реагентной водоподготовке жаротрубных водогрейных котлов рассказывается в следующей статье настоящего номера.

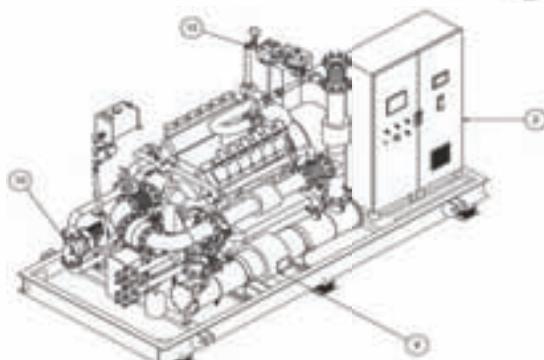


Рис. 6

## Когенерационные установки природный газ, сжиженный газ, биогаз



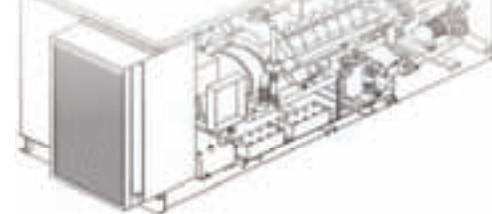
электрическая мощность 5-65кВт  
тепловая мощность 10-103кВт



электрическая мощность 65-2000кВт  
тепловая мощность 119-2112кВт



COGENERAZIONE BIOGAS  
электрическая мощность 25-999кВт  
тепловая мощность 38-1044кВт



Представительство компании SPARK ENERGY в России  
ООО "ЭнергоГазИнжиниринг"

143400, МО, г. Красногорск, ул. Успенская, дом 3, офис 304, тел: +7 (495) 970-78-01,  
тел/факс: +7 (495) 980-61-77, energogaz@energogaz.su, www.energogaz.su

# Реагенты для водоподготовки водогрейных котлов

В. Мацуря, к. х. н., Д. Жихарев, к. х. н.

Для обеспечения надежной эксплуатации современного водогрейного жаротрубного котла необходимо поддерживать правильный водный режим, определяемый набором показателей качества контурной воды и диапазонами нормативных значений этих показателей. Требования к качеству воды для заполнения и подпитки системы отопления с водогрейными котлами регламентируются большинством производителей котельного оборудования, а также рядом специальных нормативных документов.

Для соблюдения норм и, соответственно, поддержания правильного водного режима котельной установки требуется специальная подготовка воды. Использование неподготовленной воды часто приводит к значительному снижению КПД котельного оборудования (вследствие образования различного рода отложений на теплообменных поверхностях), а также развитию коррозионных повреждений оборудования и трубопроводов. В общих случаях подготовка воды состоит из предварительной (докотловой) и коррекционной (внутрикотловой) стадий. Накипь (твердый слой, препятствующий эффективной теплопередаче) возникает в результате образования отложений малорастворимых соединений кальция, магния, железа и кремния на внутренних поверхностях теплопередающих элементов систем отопления. Наиболее чувствительны к образованию накипи теплообменные поверхности пучков дымогарных труб, проходящих через водную часть жаротрубных (газотрубных) водогрейных котлов (рис. 1). Растущее тепловое сопротивление слоя накипи вызывает увеличение температуры жаровых труб со стороны топочной части. Нарушение же теплообмена приводит к значительному перегреву трубных поверхностей, повреждению конструкционных элементов и аварийным остановкам котельного оборудования. Также накипь образуется в экономайзерах, запорно-регулирующей арматуре, циркуляционных насосах и трубопроводах.

Растворенный кислород и углекислый газ вызывают так называемую точечную коррозию элементов оборудования,

образуя мелкие кратеры на поверхности металла. Некоторые из таких кратеров увеличиваются до возникновения свищ. При высоких температурах агрессивное воздействие коррозионно-активных газов увеличивается.

Негативное воздействие на металлические поверхности в системах отопления оказывают также теплофикационная вода с низким значением pH и продукты коррозии, прежде всего, соединения железа.

Применение установок натрий-катионирования для снижения общей жесткости, перед подачей на заполнение или подпитку контура котла или тепловой сети, связано с определенными капитальными и эксплуатационными затратами. Использование деаэраторов для удаления растворенных коррозионно-активных газов из теплофикационной воды экономически неэффективно (вследствие высоких энергетических затрат).

Метод подготовки теплофикационной воды с использованием химических реагентов заключается в том, что с помощью специально подобранных компонентов предотвращается образование накипи на внутренних поверхностях конструкционных элементов систем отопления. Обычно такой процесс коррекционной подготовки воды организуют следующим образом: посредством насос-дозатора в воду, циркулирующую в системе отопления, подается небольшое количество специальных химических соединений, препятствующих осаждению малорастворимых солей на теплопередающих поверхностях. При этом

иногда общая жесткость воды в системе отопления остается равной общей жесткости исходной воды, поступающей на подпитку.

Существует целый ряд химических реагентов (ИОМС, ОЭДФ, АФОН, ПАФ, НТФ, комплексы на основе солей фосфорорганических кислот и др.), рекомендуемых к применению в контурах водогрейных котлов и тепловых сетей для связывания части ионов жесткости в растворимые соединения. Не вдаваясь в суть действия этих реагентов, можно сказать, что они только лишь препятствуют росту кристаллов солей жесткости на внутренних поверхностях элементов оборудования, не оказывая влияния на значение pH теплофикационной воды и содержание коррозионно-активных растворенных газов.

Широко распространенный цинковый комплекс оксиэтилидендиfosфоновой кислоты ( $\text{Na}_2\text{ZnOЭДФ}$ ) позиционировался как химический реагент, совмещающий действие пленкообразующего ингибитора коррозии и противонакипное действие. Однако появившиеся в послед-



Рис. 1

ние годы результаты исследований показывают, что эффективность действия данного реагента не очень высока.

Широкое применение комплексонов на основе фосфонатов иногда приводит к отрицательным последствиям – забиванию проходов в пучках теплообменных трубок сетевых подогревателей карбонатами кальция и магния. Это объясняется так: концентрация активного компонента в комплексоне меняется от партии к партии, что не позволяет выдерживать эффективную дозировку реагента достаточно точно.

Подготовку воды в контурах водогрейных котлов и тепловых сетей с использованием комплексонов типа ИОМС, ОЭДФ и других следует совмещать с деаэрацией, иногда – с частичной деминерализацией исходной воды, а также дозированием дополнительных химических реагентов для корректировки pH.

### Композиционные химреагенты

Рассмотрим сравнительную характеристику композиционных химических реагентов для коррекционной подготовки воды в системах отопления. Все перечисленные ниже химические препараты относятся к реагентам комплексного действия, призванным обеспечить коррекцию теплофикационной воды сразу по нескольким параметрам: значение pH, содержание растворенного кислорода и углекислого газа, накипеобразующее действие растворенных солей.

### Nalco 77385

Химический реагент Nalco 77385, выпускаемый Nalco Company (США), предназначен для предотвращения развития коррозии и образования отложений в закрытых системах тепло- и водоснабжения. В его состав входит смесь органических и неорганических ингибиторов коррозии, включая компоненты на основе молибдат- и нитрит-ионов, щелочь для коррекции pH и дисперсанты. Следует также отметить, что присутствие в составе продукта токсичных молибдат- и нитрит-ионов сильно ограничивает возможность его использования (в связи с трудностью его утилизации). Рекомендуемая дозировка реагента составляет 5000–7000 г на 1 м<sup>3</sup> воды в системе отопления.

### Advantage K350

Продукт Advantage K350 (компания Ashland, США) – реагент комплексного действия, предназначенный для предотвращения развития коррозии и образования отложений в системах отопления с местным нагревом. Данный продукт эффективно связывает растворенный кислород даже при низких температурах, способствует коррекции уровня pH теплофикационной воды и поглощает свободную двуокись углерода. В состав реагента входят: N, N-диэтилгидроксиламин, 2-амино-2-метил-1-пропанол, гидроксид калия, смесь синтетических полимеров. Синтетические полимеры, входящие в состав реагента, предотвращают образование отложений на внутренних поверхностях котлов, труб, теплообменников, запорно-регулирующей арматуры и измерительных устройств. Данный химический реагент также предохраняет от коррозии медные и бронзовые элементы.

N, N-диэтилгидроксиламин, относящийся к классу органических аминов, способствует формированию магнетитовой пленки, предохраняющей от коррозии внутренние поверхности элементов систем отопления.

2-амино-2-метил-1-пропанол в совокупности с гидроксидом калия составляют систему, которая эффективно увеличивает и стабилизирует в оптимальном диапазоне значение pH теплофикационной воды. Стабилизация pH способствует поддержанию остальных параметров водного режима и сохранению защитной магнетитовой пленки. Отметим, что 2-амино-2-метил-1-пропанол, как pH-стабилизирующий компонент, не приводит, в отличие от гидроксидов калия и натрия, к существенному увеличению солесодержания и электропроводности обратной воды в системе отопления.

Растворимые полимеры, входящие в состав реагента Advantage K350, синтезированы специально для использования в условиях функционирования систем отопления и имеют постоянный состав, что гарантирует постоянство качества продукции от партии к партии. Именно синтетические полимеры наиболее эффективны в предотвращении образования отложений. При сбросе части теплофика-

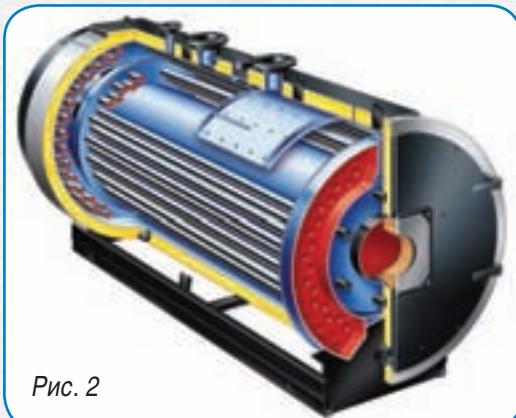


Рис. 2

ционной воды в канализацию все компоненты химического реагента полностью разлагаются до безопасных соединений. Необходимо отметить, что реагент характеризуется довольно высокой ценой.

Когда система отопления заполнена и подпитывается предварительно умягченной водой, рекомендуется использовать реагент Advantage K350A. Реагент Advantage K350B следует применять, когда необходимо существенно повысить уровень pH теплофикационной воды. Если же вода в системе отопления не проходила предварительного умягчения, применяется реагент Advantage K350D. Advantage K350A/B дозируются непосредственно в воду, циркулирующую в системе отопления, в количестве 0,2–0,4 л/м<sup>3</sup>.

### Hydro X

Реагент Hydro X (компания Hydro X, Дания) представляет собой жидкий товарный продукт, который используется для коррекционной подготовки теплофикационной воды в контурах водогрейных котлов и тепловых сетей. Особенностью данного реагента является присутствие гидроксида натрия в сравнительно высокой (20 г/л) концентрации, что ограничивает возможность эффективного его использования для коррекции pH. Hydro X позиционируется как универсальный реагент, который может применяться в водогрейных и паровых котлах. В его состав входят: лигнин, танин, гидроксид натрия, фосфат натрия, альгинат натрия, крахмал и гликоль. Рекомендуемая дозировка Hydro X – 1 л на 1 м<sup>3</sup> воды (при заполнении системы отопления) и 0,5 л на 1 м<sup>3</sup> (при последующей подпитке).

# Котлы Unical: высокое качество, высокая эффективность, высокие оценки

Интервью с г-ном Серджио Фиорани, генеральным директором итальянской компании *Unical AG s.p.a.*, на стенде компании «Энергогазинжиниринг» на 17-ой Международной выставке *AQUA-THERM Moscow 2013*, проходившей с 5 по 8 февраля 2013 г. в МВЦ «Крокус Экспо».

**ПКМ:** Здравствуйте, г-н Серджио, Издательский Центр «Аква-Терм» рад приветствовать вас в Москве. Какие впечатления у вас от выставки *Aqua-Therm Moscow 2013*?

**Г-н Фиорани:** Очень рад быть здесь, на выставке. Год от года это мероприятие становится все более значительным и масштабным. Российский рынок очень важен для компании Unical. У нас здесь много заказчиков, и при этом у нас в России только один партнер – компания «Энергогазинжиниринг». Я сейчас нахожусь на их стенде, и работаю для них со всей отдачей. Наши партнерские отношения настолько прочные, что я имею возможность встречаться здесь, на нашем общем стенде, даже с нашими конкурентами. Основной задачей компании Unical является продвижение высококачественной продукции на каждом рынке; за прошедший год мы вместе с нашим российским партнером провели невероятную работу по продвижению котлов Unical в России, и я встречаю все больше людей, заинтересованных в новой высокоеффективной продукции. На этом стенде вы можете увидеть не совсем обычное для данного рынка оборудование. В частности, промышленный конденсационный котел Modulex EXT является исключительным в своей категории на всех рынках. Почему этот котел выставлен здесь? Потому что с компанией «Энергогазинжиниринг» мы говорим на одном языке. Мы нашли партнера, заинтересованного делать вложения в современные технологии. Кроме конденсационных котлов большой мощности мы представляем в России ряд высокотехнологичных паровых котлов, а также линейку высокоеффективных

конденсационных котлов для бытового и коммерческого применения, которые являются пока не очень привычным продуктом для России. Но как мы можем видеть, выставка *Aqua-Therm Moscow* имеет большой популяризаторский эффект: сегодня мы говорим о высокотехнологичной продукции – завтра мы уже продадим эту продукцию. В прошлом году организаторы выставки *Aqua-Therm* вручили нам, компаниям Unical и «Энергогазинжиниринг», приз за представление инновационной продукции на российском рынке, и я очень счастлив в связи с этим. Хотелось бы еще отметить, что организация выставки *Aqua-Therm* в этом году значительно лучше, чем в прошлом, и в будущем я бы хотел более тесно сотрудничать с компаниями на российском рынке.

**ПКМ:** Г-н Серджио, вы только что упомянули конденсационный котел Modulex EXT. Раньше котлы этой серии назывались Modulex и SuperModulex. Связано ли изменение названия с какими-то инновациями в конструкции самого котла?

**Г-н Фиорани:** Да, конечно. Если раньше эти котлы были предназначены исключительно для установки в помещениях, то сейчас они могут устанавливаться и снаружи зданий – например, на крыше, на специальных площадках во дворе, невзирая на погодные условия (ией, дождь, снег и т. д.). Индекс EXT в наименовании котла указывает именно на исполнение для наружной установки (EXT – от англ. *external*, что означает «внешний, наружный, поверхностный»).



Со сменой названия больше не имело смысла делить серию на котлы Modulex и SuperModulex мощностью соответственно от 100 до 340 кВт (7 моделей) и от 440 до 900 кВт (5 моделей) – теперь это единая линейка Modulex EXT, включающая 11 моделей мощностью от 100 до 900 кВт. Концепция же котла осталась прежней, теплообменник тот же. Но ряду усовершенствований подверглась электроника и камера сгорания, а также горелочное устройство.

**ПКМ:** У некоторых производителей, выпускающих котельное оборудование для промышленного сегмента, стали появляться трехходовые конденсационные котлы. Имеются ли такие разработки в ассортименте компании Unical?

**Г-н Фиорани:** Да, с точки зрения конструкции это достаточно легко реализовать. Но в нашем понимании трехходовое движение газов значительно увеличит габариты конденсационного котла. Усовершенствования ведь состоят не в том, чтобы сделать котел больше,

а в том, чтобы сделать его, наоборот, компактнее при сохранении тепловой производительности. В ассортименте компании Unical имеется разработка – промышленный конденсационный котел Unical XC-K. Это двухходовой котел с теплообменником из нержавеющей стали со специальными алюминиевыми вставками, мощность которого составляет от 200 до 2160 кВт. В настоящее время на рынке не существует аналогов этому котлу. Если при мощностях свыше 1100 кВт другие производители переходят с двухходового движения газов на трехходовое, то мы делаем двухходовой котел, на что есть одна важная причина. Размер двери для этого котла составляет всего 120 см, благодаря чему для котельной требуется меньше площади. А если учесть, что в котельной обычно устанавливают 2 котла, даже если используется один, габариты котельной установки могут иметь решающее значение.

**ПКМ:** Хотелось бы задать вопрос еще по одной серии конденсационных котлов Unical – по линейке Alkon, предназначеннной преимущественно для бытового сектора. В настоящее время ведущие производители газовых конденсационных котлов бытовой мощности (30, 40, 50 кВт) двигаются в сторону увеличения мощности таких настенников. У некоторых компаний заявленная мощность настенных конденсационных котлов составляет более 100 кВт. А это уже не только частные дома и квартиры: при объединении в каскады из 4 или 8 агрегатов, такие котлы позволяют создавать котельные мощностью до 1 МВт и выше. Тем самым охватывается ниша коммерческого применения (гостиницы, офисные здания, небольшие предприятия и пр.). То же самое касается напольных конденсационных котлов бытовой мощности. Вопрос по серии Alkon – планируется ли расширение линейки этих бытовых котлов в сторону увеличения мощности?

**Г-н Фиорани:** Вы знаете, очень хороший вопрос! Это действительно актуально. На итальянском рынке котлы мощностью до 35 кВт относятся к бытовому сегменту, котлы мощностью 100–150 кВт

и выше считаются коммерческим сегментом. В линейке Alkon имеются котлы мощностью 18, 24, 28, 35 кВт – это бытовое применение. Имеются также котлы мощностью 50, 70 и 90 кВт, которые могут использоваться как в бытовых, так и в коммерческих целях. В самое ближайшее время на итальянском рынке я буду представлять новый котел – Alkon 140 (мощностью 140 кВт), который разработан как раз с целью более полного присутствия в коммерческом сегменте. Сейчас на рынке нет ни одного настенного конденсационного котла такой мощности, у всех наших конкурентов максимальная мощность таких настенников – где-то 125 кВт. Более того, одним из важнейших параметров настенных котлов являются габариты, прежде всего, компактность. Потому что, если котел в ширину около метра, это уже не настенник, а напольный котел, повешенный на стену. Наша новинка имеет в ширину всего 44 см. Диапазон регулирования у Alkon 140 составляет от 10 до 140 кВт. Для нас это очень важный котел: как последний котел в линейке Alkon, он как бы проводит разделительную черту между условно-коммерческим сегментом с одной стороны, и коммерческим-полупромышленным – с другой, поскольку мы считаем, что для объектов, где требуется более высокая мощность, целесообразнее применять котлы других наших серий (в частности, упомянутый уже Modulex EXT). Таким образом, котлы Unical наиболее полно отвечают потребностям коммерческого сегмента.

**ПКМ:** Допускают ли конденсационные котлы Alkon 140 возможность каскадного подключения?

**Г-н Фиорани:** Да, возможно подключение до 8 котлов Alkon 140 в каскаде, то есть на их основе можно создавать котельные мощностью до 1120 кВт с единым пультом контроля, способные удовлетворить потребность в тепле многоэтажных зданий, промышленных предприятий, спортивных комплексов

и пр. При установке котлов «спиной к другу» возможно подключение даже 16 котлов в каскаде, и мощность котельной в этом случае составит более 2 МВт. Тем не менее, настенные конденсационные котлы предназначены не для такой выработки тепла. Если требуется промышленная мощность (от 500 кВт и выше), будет рациональнее все-таки использовать Modulex.

**ПКМ:** А не скажете, когда Alkon 140 будет представлен на российском рынке?

**Г-н Фиорани:** Совершенно точно – на следующей выставке Aqua-Therm. Возможно, мы начнем продажи и раньше – где-то в июне 2013 г., сразу как начнем серийное производство. Думаю также, мы пришлем один демонстрационный образец нашему российскому партнеру, компании «Энергогазинжиниринг». Про котлы серии Alkon хочу еще добавить, что модели Alkon 50, Alkon 70, Alkon 90 и Alkon 140 недавно получили сертификаты по системе американской сертификации, одной из самых строгих в мире. Это значимая для нас оценка, подтверждающая высокое качество котлов Unical.

Беседу вел Алексей Прудников



## Паровые котлы Unical – высокая эффективность и надежность

В отечественной теплоэнергетике для производства пара все более широкое распространение получают парогенераторы итальянского производителя Unical AG S.p.A. По данным сервисно-дилерского центра компании ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», осуществляющего мониторинг результатов сервисного обслуживания котельного оборудования, паровые котлы Unical за годы интенсивной эксплуатации зарекомендовали себя как надежные, высокоэффективные парогенераторы, разработанные и изготовленные с учетом самых современных достижений в области мировой теплоэнергетики.

Двухходовые и трехходовые паровые котлы высокого давления серии BAHR'12/15, BAHR'12/15 HP, BAHR'12/15 HPEC и TRYPASS'12/15 предназначены для выработки насыщенного пара для технологических нужд в различных отраслях промышленного производства, а так же для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Двухходовые жаротрубно-дымогарные паровые котлы серии BAHR'12/15, BAHR'12/15 HP и BAHR'12/15 HPEC с реверсивной топкой представлены 15-ю моделями паропроизводительностью от 300 до 6000 кг/ч. Данные котлы оснащаются специально разработанными для этой серии дымогарными трубами типа ESALU (для газа) или ESA (для дизтоплива), позволяющими увеличить площадь соприкосновения и время контакта дымовых газов с поверхностью дымогарных труб, тем самым максимально увеличивая КПД. Теплоизоляция обшив-

ки котлов выполнена посредством матов из высокоэффективной минеральной ваты, соединенных между собой при помощи термоотверждающей смолы. Сверху изоляция покрыта обшивкой из окрашенной листовой стали. Изоляция фронтонов котла выполнена из минеральной ваты и покрыта снаружи металлическим коробом.

В котлах BAHR'12/15 HPEC совместно с группой модуляции питательной воды и дымогарными трубами типа ESALU или ESA применяется встроенный экономайзер. Его применение позволяет повысить КПД котла благодаря циркуляции питательной воды по трубкам, расположенным перед дымоходом и нагреваемым дымовыми газами, которые в свою очередь охлаждаются. Таким образом, происходит снижение температуры отходящих газов за счет дополнительной поверхности теплообмена и к тому же обеспечивается нагрев питательной воды перед подачей в котел, что в комплексе с применением дымогарных труб позволяет существенно повысить КПД (до 98 %).

Использование панели управления IML позволяет осуществлять управление всеми устройствами регулировки и через интерфейс подключаться к устройствам безопасности котла. Функции программного обеспе-

чения задействуются из соответствующего меню настройки в зависимости от подключенных устройств, которые могут отличаться в различных версиях.

Трехходовые паровые котлы высокой производительности серии TRYPASS'12/15 представлены 27-ю моделями паропроизводительностью от 2000 кг/ч до 21600 кг/ч. Котлы этой серии могут работать как на природном газе и дизельном топливе, так и на мазуте (до M100 включительно). Конструкция котла обеспечивает низкие тепловые нагрузки в камере сгорания, низкие поверхностные нагрузки и оптимальный КПД. Конструкция топки котлов серии TRYPASS'12/15 позволяет сократить выброс вредных веществ в атмосферу при использовании горелок с низким выбросом NOx в различных версиях котлов STD, Low NOx, Low NOx E.

Надежная работа котлов Unical, отложенное техническое сопровождение компанией ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» всей номенклатуры поставляемого на российский рынок оборудования, а также оптимальное соотношение его цены и качества убедительно свидетельствуют о правильности выбора в пользу продукции компании Unical AG S.p.A.

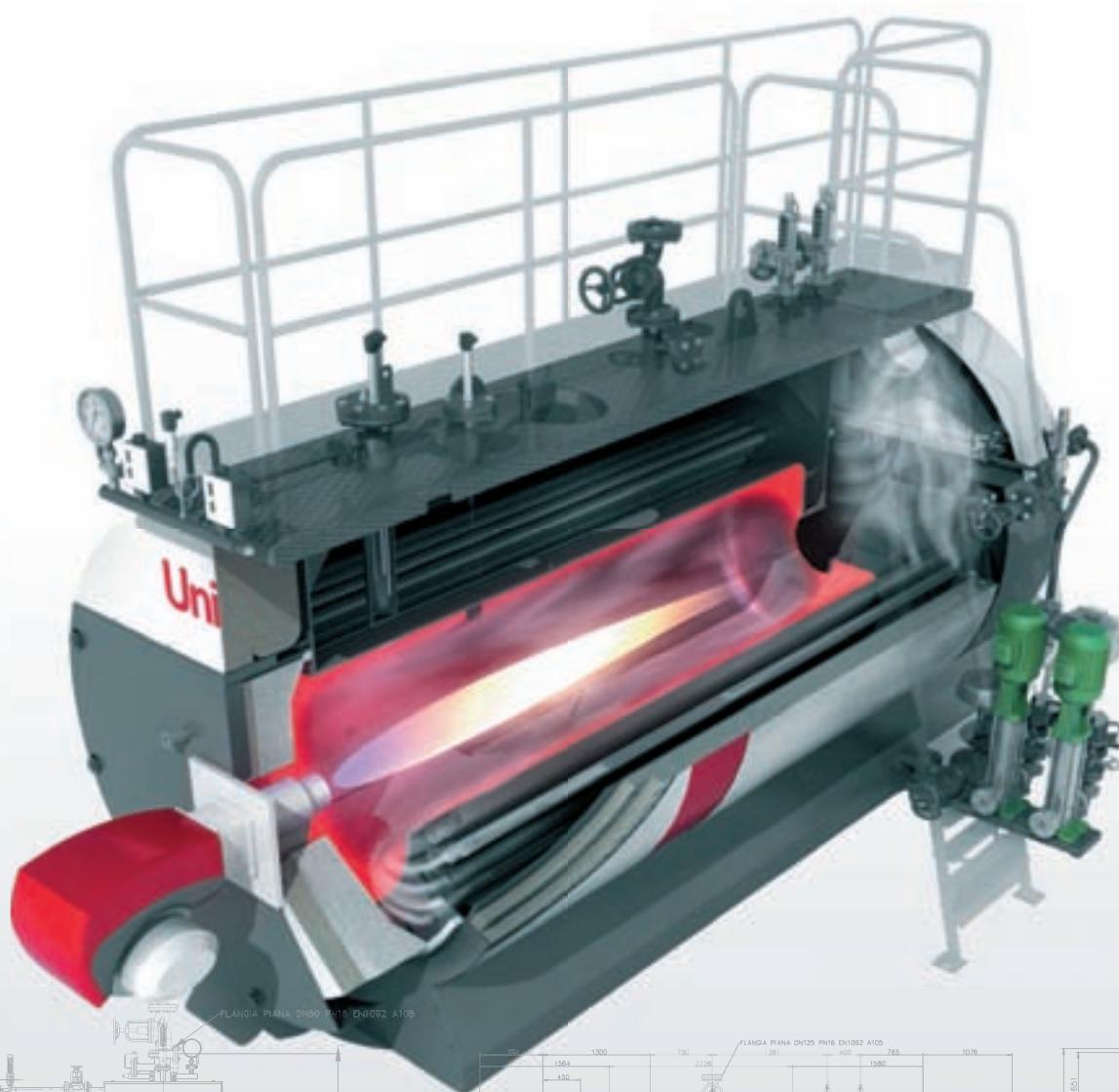
Вся продукция Unical AG S.p.A., представленная на российском рынке, сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории Российской Федерации. Ознакомиться с продукцией компании, получить полную техническую информацию и необходимые сведения о предоставляемых услугах можно на сайте компании [www.energogaz.su](http://www.energogaz.su), тел./факс (495) 980-61-77.



# Unical®

## ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

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



**ЭнергоГаз**  
ИНЖИНИРИНГ

Представительство компании UNICAL AG S.p.A. в России:  
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

143400, Московская область, г. Красногорск, ул. Успенская, дом 3, офис 304  
тел./факс: +7 (495) 980-61-77 e-mail: energogaz@energogaz.su, [www.energogaz.su](http://www.energogaz.su)

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

# Водоподготовка для водогрейных жаротрубных котлов

М. Петров, к.т.н., директор департамента инжиниринга ООО «БВТ»



Безаварийная эксплуатация жаротрубных паро- и водогрейных котлов возможна при соблюдении соответствующих водно-химических режимов, предписанных производителями котельного оборудования, а также при наличии профессиональной системы водоподготовки.



Требования к водно-химическим режимам жаро- и водотрубных котлов имеют существенные различия. В качестве примера приведем сравнительные требования к питательной воде для жаротрубных котлов, разработанные компанией Loos International (Германия) и к водотрубным котлам согласно РД 24.031.120-91.

Из приведенной ниже таблицы видно: нормы качества питательной и котловой воды для жаротрубных котлов жестче, чем для водотрубных, где допускается величина общей жесткости до 0,7 мг-экв/л, а контроль водно-химического режима – обширнее и глубже.

Подготовка питательной воды в котельных с паровыми жаротрубными котлами производится на автоматических установках, реализующих либо чистое двухступенчатое натрий-катионирование, либо обратный осмос с одноступенчатым натрий-катионированием. В случае применения второй схемы обязательно подщелачивание питательной воды, поскольку обратный осмос понижает pH иногда до значения 5,0. За последние 3 года компанией BWT было поставлено и запущено в эксплуатацию более 100 систем химводоподготовки для паровых и водогрейных котельных различной производительности от 0,5 до 80 м<sup>3</sup>/час.

## Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов

Показатель	Открытая система теплоснабжения			Жаротрубно-дымогарный котел		
	t=115 °C	t=150 °C	t=200 °C	С большим содержанием солей	С малым содержанием солей	
Электропроводность оборотной воды, мкСм/см	Нет требований			100-1500	30-100	< 30
pH	7.0-8.5			8,5-10,5	8,0-10,0	8,0-10,0
Железо общее, мг/л	0,3	0.3 (0.25)	0.25 (0.2)	< 0,2		
Жесткость карбонатная, мг-экв/л	0.8 (0.7)	0.75 (0.6)	0.375 (0.3)	0,04		
Нефтепродукты, мг/л	1			1		
Растворенный кислород, мкг/кг	50	30	20	100	30	20

Принципиальная схема станции химводоподготовки для жаротрубных паровых котлов.



Согласно рекомендациям Loos International, изложенным в «Требованиях к качеству воды для отопительных и водогрейных котлов», а также в соответствии с рекомендациями TDR 611 и VdTUV-TCh 1453, при режиме работы с малым содержанием соли строго необходимо дозирование реагентов, содержащих фосфаты. Поэтому вместе с деаэратором применяют обычно две станции дозирования, дозирующие фосфаты и кислородсвязывающие средства.

Компания BWT имеет в своей производственной программе комплексный реагент – Rondophos PK 9, который один может выполнять обе задачи, поднимать pH питательной воды и связывать оставшийся кислород. Кроме того, наша компания производит целую гамму станций дозирования реагентов BWT Medomat

для корректировки водно-химического режима, отличающихся производительностью и объемом бака для дозируемого реагента.

Следует отметить, жаротрубные котлы могут работать безаварийно десятки лет, только если обеспечен водно-химический режим, рекомендованный заводом-изготовителем и присутствует качественная система водоподготовки, расчет которой был проведен квалифицированными специалистами. Категорически не допускается введение в подпиточную воду различных «комплексонов», которые были популярны десять лет назад, для этого достаточно посмотреть еще раз на требования завода производителя к качеству воды.

129301, г. Москва, ул. Касаткина, д. 3а  
E-mail: info@bwt.ru www.bwt.ru



Международная выставка  
газового, теплоэнергетического  
и отопительного оборудования

15–17  
октября  
2013 года,  
Москва, ВВЦ,  
павильон 75

Системы газоснабжения  
Контрольно-измерительные приборы.  
Автоматизация  
Теплоэнергетика. Котельное и отопительное  
оборудование  
Автономное и бесперебойное энергоснабжение  
Промышленная безопасность на объектах  
тепло- и газоснабжения

[www.cityenergy-expo.ru](http://www.cityenergy-expo.ru)



Тел.: +7 (495) 935-73-50  
e-mail: [cityenergy@ite-expo.ru](mailto:cityenergy@ite-expo.ru)  
[www.ite-expo.ru](http://www.ite-expo.ru)

# Котлы наружного размещения КСУВ: теперь и конденсационные

А. Сердюков

генеральный директор ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы»,  
автор 74 изобретений

ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» с 2013 г. приступило к выпуску котлов КСУВ 40, 50, 60, 70, 80, 100 кВт с конденсационным теплообменником из нержавеющей стали. КПД котлов возрос с 90 до 105 % по низшему теплосодержанию топлива. Оснащение котлов энергонезависимыми датчиками температуры с погодной компенсацией позволяет весь сезон работать с минимальным расходом газа, так как постоянная связь «температура наружного воздуха – заданная температура теплоносителя» позволяет автоматически увеличивать температуру теплоносителя при похолодании и уменьшать ее при потеплении.



срабатывающих при повышении давления внутри котла или теплогидроизолированного корпуса. Конструкторам также удалось снизить теплонапряженность конструктивных элементов топки при использовании дутьевых горелок.

Известно, что конденсационные котлы дороже обычных в 2 раза, и как правило, в условиях Российской Федерации не окупаются, поэтому решение о производстве и поставках конденсационных модификаций на рынок, где та же модель уже хорошо зарекомендовала себя в традиционном исполнении, несло немалую долю экономического риска для компании. Однако экономический эффект от применения котла КСУВ-100 с конденсационным теплообменником возрос на 60 тыс. руб. при удорожании котла на 81 тыс. руб., то есть конденсационная приставка окупается за 1,5 года, а в остальные 13,5 лет эксплуатационного срока дает экономию более 800 тыс. руб.

Полученная высокая экономическая эффективность котла КСУВ-100 обусловлена традиционным применением ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» атмосферных модулируемых газовых горелок из нержавеющих материалов, что в несколько раз дешевле дутьевых

горелок. Кроме того, для преодоления дополнительного сопротивления конденсационного теплообменника применен вентилятор мощностью всего 80 Вт, что в два раза меньше мощности привода одноступенчатой дутьевой горелки.

Все котлы КСУВ конденсационного типа, как и обычные, оснащаются рабочими терmostатами с погодной компенсацией, автоматически обеспечивающими регулирование мощности газогорелочного устройства в зависимости от температуры наружного воздуха. За счет постоянной связи «температура наружного воздуха – мощность газогорелочного устройства» экономится дополнительно до 15 % газового топлива.

Особенностью энергонезависимого рабочего терmostата с погодной компенсацией состоит в том, что владелец

**Е**ще 15 лет назад НПО «Верхнерусские коммунальные системы» первым в РФ разработало и начало выпуск жаротрубных котлов наружного размещения (КСУВ) мощностью 40–500 кВт. Котлы оснащаются атмосферными модулируемыми энергонезависимыми горелками, выполненными из нержавеющей стали и устойчивыми к скачкам давления газа. Котлы мощностью 40–100 кВт энергонезависимы. Все модели имеют по два взрывных клапана,





может отрегулировать подачу теплоносителя как с высокой, так и с низкой температурой. Перед поступлением теплоносителя в топку котла он подогревается отработанными дымовыми газами в противоточном конденсатном теплообменнике из нержавеющей стали. При установке необходимой температуры теплоносителя рабочий термостат автоматически увеличивает температуру теплоносителя при похолодании или уменьшает при потеплении.

В 2012 г. на производственной базе ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» были установлены 7 конденсационных котлов КСУВ-40 К, проработавшие весь отопительный сезон 2012–2013 гг. Экономия газа составила 30 %, причем, половина экономии приходится на использование энергонезависимого рабочего термостата с погодной компенсацией. Котлы КСУВ конденсационного типа приобрели еще одно важное свойство: им не нужна высокая и дорогая дымовая труба, так как дымовые газы удаляются вентилятором, создающим в топке котла повышенное давление за счет нагнетания наружного воздуха. Теперь котлы КСУВ конденсационного типа с атмосферной горелкой из нержавеющих материалов могут устанавливаться на крышах отапливаемых зданий. Размещение на котле деаэрационно-расширительного бака, а также циркуляционного насоса в теплогидроизолированном корпусе, допускает наружное размещение котла, еще более удешевляет систему отопления с конденсационными котлами КСУВ, и конденсационная приставка



котла может окупиться за один отопительный сезон.

Все вышеперечисленные новации запатентованы. Особого внимания заслуживает производимая компанией безреагентная система водоподготовки, основой которой является вакуумный деаэрационно-расширительный бак, расположенный в верхней точке автономной системы отопления. Через него проходит весь объем теплоносителя. Дыхательный клапан бака соединен с атмосферой. В соответствии с графиком О. Генри, концентрация растворенного воздуха при давлении, близком к атмосферному, колеблется при  $t$  теплоносителя  $60\text{--}70^{\circ}\text{C}$  в пределах 7–10 мл/л, при этом содержание кислорода составляет 1,4–2 мл/л. При термической деаэрации существенно снижается содержание углекислоты, что в свою очередь приводит к нарушению равновесия между бикарбонатами и растворенной угольной кислотой, распаду бикарбонатов и обра-

зованию из карбонатов  $\text{CaCO}_3$  защитной пленки на поверхностях трубопроводов, приборов отопления, жаротрубной части котла. Образовавшийся шлам в системе отопления оседает в грязевом фильтре, установленном на обратной линии перед котлом. Стоимость деаэрационно-расширительного бака и грязевого фильтра для автономной системы отопления мощностью 100 кВт составляет 18,5 тыс. руб., стоимость малогабаритного вакуумного фильтра импортного производства составляет 6,0 тыс. долл.

Общеизвестно, что применение котлов наружного размещения КСУВ, при установке их для отопления многоэтажных жилых домов, уменьшает плату жильцов за отопление в 3–4 раза, а за нагрев горячей воды в 4–5 раз, по сравнению с услугами ГУП СК «Крайтеплоэнерго». Применение конденсационных котлов КСУВ уменьшает плату соответственно за отопление в 4–5 раз, а за нагрев горячей воды в 5–6 раз. Специалисты ООО «НПО Верхнерусские коммунальные системы» ожидают, что конденсационная техника компании будет востребована заказчиками и принесет им ощутимую экономическую выгоду, ведь энергоносители за последние 20 лет подорожали примерно в 4 раза.

Россия, Ставропольский край,  
Шпаковский р-н,  
с. Верхнерусское, ул. Батайская, д.35  
тел.: (86553) 2-08-45  
тел./факс: (86553) 2-09-11  
email: contact@komsys.ru

# Производители водогрейных жаротрубных котлов в Интернете

На сайтах ведущих производителей жаротрубных водогрейных и паровых котлов можно найти подробную информацию о выпускаемой продукции (паспорта на изделия, технические характеристики, руководства по монтажу и эксплуатации, сертификаты качества и разрешения, требования к воде), а также скачать опросные листы, каталоги комплектующих и запчастей, нужные контакты.

<http://www.100mw.ru>



На сайте ООО «Вольф Энерджи Солюшн» можно найти информацию о жаротрубных двух- и трехходовых водогрейных котлах мощностью от 0,15 до 6 Мвт. В разделе «Контакты» приводятся почтовые адреса и телефоны этого смоленского производителя. Также продукции этой марки посвящен сайт <http://www.wolf-energy-solution.tiu.ru>, где размещены подробные сведения о продукции «Вольф Энерджи Солюшн» (промышленные и бытовые котлы Wolf, водогрейные и паровые жаротрубные котлы водотрубные газоплотные котлы и пр.), полный прайс-лист в формате Excel и контактная информация.

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

На сайте «Alphatherm – отопительное оборудование» представлена подробная информация о продукции этой марки: промышленных водогрейных и паровых котлах, горелках, газовых напольных и настенных котлах, бойлерах косвенного нагрева. На сайте можно скачать каталог оборудования, инструкции и сертификаты к выпускаемой технике. В разделе «Где купить» даются московские адреса продаж отопительного оборудования Alphatherm, в разделе «Сервис и гарантии» приводятся адреса точек технического обслуживания по Москве и Московской области. Раздел «Специалистам» содержит информацию о семинарах и мастер-классах по отопительной технике Alphatherm, а также деловые предложения торговым компаниям, проектным и монтажным организациям.

<http://www.babcock-wanson.ru>

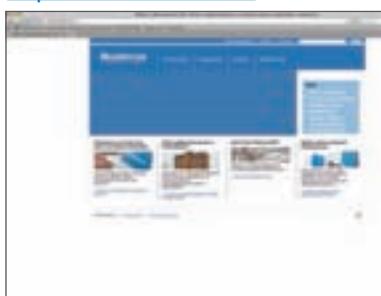
Сайт компании Babcock Wanson, входящей в группу CNIM Group, содержит большое количество информации о ее продукции (водогрейные и паровые котлы, промышленные горелки, термомасляные котлоагрегаты, скоростные прямоточные парогенераторы, термические окислители, установки по водоподготовке и другое оборудование). Кроме предложения запчастей, в разделе «Услуги» можно получить информацию о послепродажном обслуживании, восстановлении и модернизации оборудования, аренде котельных и другие сведения.

<http://bkmz.pp.ru>



На сайте Борисоглебского котельно-механического завода содержится подробное описание выпускаемой продукции: водогрейных и паровых котлов, блочно-модульных котельных, горелочных устройств, средств автоматики и пр. Раздел «Наши объекты» помимо перечня теплоэнергетических объектов, где эксплуатируется продукция БКМЗ, содержит фотогалерею установленного оборудования, раздел «Интернет-магазин» облегчает подбор и заказ котлов и котельных БКМЗ. На сайте можно найти паспорта технических изделий, все необходимые сертификаты, инструкции и разрешения, узнать цены, контактные данные и условия доставки.

<http://www.buderus.ru>



Сайт торговой марки Buderus (компания «Бош Термотехника») 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, расположенных на территории России, получить информацию об обучающих программах по техническому обслуживанию оборудования различного типа, подать заявку на обучение, ознакомиться с паспортами изделий, скачать каталоги оборудования и проектную документацию.

<http://www.dkm.ru>

Официальный сетевой ресурс крупнейшего российского производителя теплотехники и энергетического оборудования ОАО «Дорогобужкотломаш». В ассортименте компании водогрейные и паровые котлы, модульные и аварийные котельные, газопоршневые установки, чиллеры и др. На сайте можно получить большое количество информации о предприятии (история, достижения, новости, инвестиционные проекты, контакты и др.), ознакомиться с его продукцией и референц-листом, сделать запрос на котел, модульную котельную или запасные части.

<http://entroros.ru>



На сайте ООО «Энророс», крупного российского производителя котельного оборудования, автоматики и дымовых труб для промышленных, жилых и коммунальных объектов, содержится подробная информация о выпускаемых водогрейных и паровых котлах промышленной мощности (раздел «Продукция»). В разделе «Инфо-Центр» можно найти руководства по монтажу и эксплуатации, разрешительную документацию, таблицы подбора горелок к котлам. Раздел «Статьи» содержит техническую информацию по схемам котельных, подбору компонентов и пр. В разделе «Контакты» можно узнать адреса и контактные данные представительств компании в Санкт-Петербурге, Москве, крупных региональных центрах России, а также в Белоруссии и Украине.

<http://www.erensan.com.tr/ru>

На сайте турецкого производителя Erensan можно ознакомиться с продукцией компании: водогрейными и паровыми котлами, котлоагрегатами на перегретой воде, паровыми котлами на твердом топливе и др. Кроме технического описания оборудования, здесь есть информация об учебных семинарах, географии сервисных и сбытовых подразделений (в том числе о российской «дочке» – Erensan Rusya Ltd.), приводятся все сертификаты и партнерские соглашения (в том числе с итальянскими производителями горелок Riello Bruciatori и C.I.B. Unigas burners). Кроме русскоязычного сайта собственно Erensan информацию о водогрейных котлах этой марки можно найти на сайте компании «ЭнергоГазИнжиниринг» ([www.energogaz.su](http://www.energogaz.su)), которая занимается их продажей и техническим обслуживанием.

<http://www.ferroli.ru>



Кроме технического описания котлов производства 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.garioni-naval.com>



На сайте итальянской компании Garioni Naval дается информация о паровых и водогрейных котлах этой марки. Также на сайте можно получить данные о парогенераторах этого производителя, судовых котлоагрегатах и котлах на диатермическом масле. В разделе «Контакты» можно узнать почтовые адреса и телефоны официального дистрибутора Garioni Naval – ООО «ФорсТерм Системс». В разделе «Новости» можно ознакомиться с событиями компании, в разделе «Полезная информация» найти тематические статьи про использование котельного оборудования в энергетике, промышленности и строительстве.

<http://www.generation-eo.ru>

Промышленная группа «Генерация» объединяет ряд предприятий, занимающихся производством широкого ассортимента энергетического оборудования и разработкой комплексных решений для нефтегазодобывающей отрасли и теплоэнергетики. На сайте размещены сведения о предприятиях, входящих в состав группы, и о выпускаемой ими продукции. Также здесь можно скачать опросные листы для заказа котельных установок, электростанций и электротехнической продукции, получить информацию об объектах, реализованных компанией, узнать ее контактные данные

## ИНТЕРНЕТ

### <http://www.icicaldaie.com>

Официальный сайт итальянского концерна ICI Caldaie. Компания производит и поставляет в Россию водогрейные и паровые котлы, котлы на перегретой воде и на дистермическом масле, каскадную автоматику. На сайте представлены разделы, посвященные продукции и услугам компании: раздел «Изделия» включает бытовую линию котлов и промышленную линию, раздел «При-сутствие» освещает географию сети продаж. Также на сайте можно скачать паспорта изделий и сертификаты на оборудование ICI Caldaie, найти нужные контакты.

### <http://www.remeks.ru>



На сайте Группы компаний «Рэмэкс-Энерго» можно получить подробную информацию о выпускаемых водогрейных жаротрубных котлах «Турботерм», «Турботерм-Стандарт» и «Турботерм-Гарант» (раздел «Продукция»). Кроме того, здесь можно найти технические материалы по другой продукции «РЭМЭКС»: паровым и термо-масляным котлам REMEKS SURI, блочно-модульным котельным с котлами типа «Турботерм», фильтрам-грязевикам, самонесущим стальным дымовым трубам, топливным блок-модулям и др. В разделе «Библиотека» даются все сертификаты и разрешения, приводятся инструкции по монтажу и эксплуатации котельного оборудования, в разделе «Цены» приводятся прайс-листы на выпускаемую продукцию, в разделе «Контакты» можно получить контактные данные главного офиса и региональных представительств.

### <http://unicalag.ru>

Официальный сайт итальянской компании Unical содержит подробную информацию о номенклатуре теплоэнергетического оборудования этой марки, включающей настенные и напольные газовые, а также водогрейные, паровые и конденсационные котлы, водонагреватели, бытовые и промышленные бойлеры, твердотопливные теплогенераторы и т. д. (раздел «Продукция»). В разделе «Документация» в формате pdf приводятся технические характеристики, руководства по установке, инструкции по эксплуатации. Также на сайте можно узнать о реализованных объектах (раздел «Новости») и получить контактные данные. Информацию о котлах Unical также можно найти на сайтах <http://www.energogas.su/> и <http://unicalag.it/>

### <http://www.viessmann.ru>



Сайт концерна Viessmann (Германия) разбит на несколько основных блоков. Раздел «Продукты» содержит большое количество технической информации, касающейся различного оборудования, производимого концерном (водогрейные и паровые жаротрубные котлы находятся в подразделе «Промышленность», секции «Котлы большой мощности», «Котлы средней мощности»). 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.

### <http://www.zao-belogorye.ru>

Общий сайт компании «Белогорье» включает три сайта в домене рф: белогорье-тепло.рф, белогорье-хлеб.рф и белогорье-корпус.рф. На странице, посвященной отопительному оборудованию, можно получить техническую информацию о паровых и водогрейных котлах «Белогорье», дизельных горелках и блочно-модульных котельных на основе выпускаемой продукции. На сайте имеются разделы «Проектирование», «Установка», «Обслуживание», также здесь можно прочитать региональные новости теплоэнергетики, оформить подписку на прайс-листы, узнать о новых объектах, реализованных компаниями.

### <http://www.ziosab-don.ru>

Сайт ООО «Завод энергетического машиностроения «ЗИОСАБ-ДОН» содержит большое количество информации о выпускаемой продукции (жаротрубные водогрейные и паровые котлы, комплексы по производству биодизеля «БИОДОН», а также теплообменники, дымовые трубы, расширители непрерывной продувки и пр.) Кроме того, здесь размещены сведения о компании и о реализованных ею проектах, новости, отзывы, контактная информация, также здесь находится весьма обширная фотогалерея выпускаемых водогрейных и жаротрубных котлов. На сайте можно скачать прайс-листы, оформить заказ на продукцию, найти адреса дилеров предприятия.

# Unical®

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

МАКСИМАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЯ  
МАКСИМАЛЬНЫЙ КПД

## MODULEX EXT

ПРОМЫШЛЕННЫЕ  
КОНДЕНСАЦИОННЫЕ  
КОТЛЫ



ИННОВАЦИОННОЕ  
СГОРАНИЕ,  
НИЗКИЙ NOx



ГОРЕЛКИ  
С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ  
СМЕШИВАНИЕМ ГАЗОВ,  
РАБОТАЮЩИЕ ПРИ  
ПОСТОЯННОМ CO<sub>2</sub>



ВСТРОЕННЫЙ  
НЕВОЗВРАТНЫЙ  
ДЫМОВОЙ КЛАПАН

Реклама

ЭнергоГаз  
ИНЖИНИРИНГ

Представительство компании UNICAL AG S.p.A. в России:  
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

143400, Московская область, г. Красногорск, ул. Успенская, дом 3, офис 304  
тел./факс: +7 (495) 980-61-77 e-mail: energogaz@energogaz.su, [www.energogaz.su](http://www.energogaz.su)

## Промышленный сегмент на ISH Frankfurt 2013

С 12 по 16 марта во Франкфурте-на-Майне (Гессен, Германия) проходило одно из крупнейших мировых мероприятий в сфере тепло- и водоснабжения, энергосбережения, климатических систем и инженерных инсталляций – 27-ая международная специализированная выставка ISH 2013, организованная выставочной компанией Messe Frankfurt.

**3** а 5 дней работы ISH Frankfurt 2013 посетило свыше 190 000 человек, из которых около трети были не из Германии, что свидетельствует о высоком международном престиже выставки и ее огромной значимости для мирового рынка.

На площади свыше 258 000 м<sup>2</sup> свою продукцию представили 2434 экспонентов (в 2011 г. было 2382 участника), причем немалое количество участников было дебютантами выставки. ISH 2013 характеризовалась огромными стендами ведущих производителей теплоэнергетического оборудования: так, по впечатлению от павильонов 8, 9 и 10, где экспонировалась отопительная техника (сегмент ISH Energy), можно сказать о средней площади экспозиций лидеров, начинающейся где-то от тысячи метров (стенды

BDR Thermea, Enertech, Ferroli, Jeremias, Wolf и др.). Гигантами на выставке предстали компании Buderus (около 2500 м<sup>2</sup>), Vaillant (около 2000 м<sup>2</sup>), Viessmann (около 3000 м<sup>2</sup>), Weishaupt (около 2000 м<sup>2</sup>). Такие площади позволили продемонстрировать не только теплотехнику бытовой (до 100 кВт) и коммерческой мощности (до 1–2 МВт), но и установки для промышленной выработки тепла – когенационные модули, промышленные горелки, твердотопливные котлы промышленной мощности и пр., а также представить образцы техники по всем направлениям производственных программ.

Поскольку у крупнейших производителей такие программы довольно обширны, в рамках выставки проводились конференции и обзорные семинары, где рассказывалось о новинках и инновационных разработках компаний.

Так, на пресс-конференции компании Bosch Thermotechnology (Германия) был представлен настенный газовый конденсационный котел Logamax plus GB172T с доработанной дымовой трубой, повышающей эффективность работы насосов, напольный жидкотопливный конденсационный котел Logano plus GB145 со специально разработанным приложением EasyFuel, позволяющим контролировать уровень топлива в баке, а также солнечный коллектор Logasol SKT1.0, в котором применена новая технология ультразвуковой сварки Omega, обеспечивающая невидимость сварочных швов. Новинка имеет и ряд других преимуществ: большую производительность, прочность (используется прозрачное

градостойкое стекло с 3D-тискением) и увеличенную площадь абсорбирующей поверхности. Кроме того, г-н Уве Глок, директор Bosch Thermotechnik, рассказал о планах рыночного развития, о заводах в России, Китае, Индии, Бразилии и США, которые будут выпускать продукцию, отвечающую потребностям теплоэнергетического рынка.

На пресс-конференции компании Viessmann (Германия) аудитории был предложен обзор широчайшей гаммы оборудования, выпускаемого этим производителем. Среди представленных новинок – пиролизный твердотопливный котел Vitoligno 200-S мощностью до 50 кВт с КПД до 92 %, радиоуправляемая система автоматического гидравличес-



Пресс-конференция компании Bosch Thermotechnology



Промышленный твердотопливный котел Viessmann



Пресс-конференция компании Viessmann. В центре – д-р Мартин Виссманн

ского выравнивания для теплогенераторов Viessmann до 150 кВт. Сегмент солнечной энергетики в ассортименте Viessmann пополнился пакетным предложением для ГВС – двумя коллекторами плоского типа Vitosol 200-F (type SVK) с бивалентным 250-литровым накопителем Vitocell 100 B, высокоэффективными вакуумными трубчатыми коллекторами Vitosol 300-T и Vitosol 200-T, а также устройством управления распределением, накоплением и расходом энергии Vitovolt 200. Ряд новинок компания Viessmann представила и по направлению тепловых насосов: это гибридный тепловой насос для модернизации Vitocaldens 222-F, газовый адсорбционный цеолитный тепловой насос Vitosorp 200-F (который планируется вывести на рынок в конце этого года) и адсорбционный теплонасос Vitosorp 300-W (который появится на рынке в 2014 г.). На 2014 и 2016 гг. заявлены релизы мини-ТЭС на топливных элементах: в 2014 г. на рынок будет выведен энергоблок Vitovalor 300-P на топливных элементах, изготовленный по PEM технологии совместно с корпорацией Panasonic, который отличается высоким электрическим КПД (свыше 37 %), а в 2016 г. появится мини-ТЭС на основе твердооксидных топливных элементов SOFC, разрабатываемый совместно со швейцарской компанией Hexis (50 % которой недавно приобрел концерн Viessmann). Название нового продукта пока не объявляется, но на пресс-конференции было сообщено, что он будет обладать электрическим

КПД не ниже 35 % и сверхнизким уровнем шума (меньше 30 дБ (А)). Из более крупного оборудования на конференции Viessmann были представлены промышленный котел Pyroflex SRT для работы на биомассе номинальной тепловой мощностью от 850 до 8000 кВт, газовый конденсационный котел Vitocrossal 200 (тип CM2) номинальной мощностью от 400 до 620 кВт, паровой котел высокого давления с двойной камерой сгорания Vitomax D HS номинальной паропроизводительностью от 2 до 58 т/ч. Ниже о новых

промышленных котлах Viessmann будет рассказано более подробно. По словам д-ра Мартина Виссманна, выступавшего на мероприятии, корпоративный девиз Viessmann «Климат инноваций», являющийся выставочным лозунгом компании на ISH Frankfurt 2013, вполне отражает и концепт самой выставки, поскольку не ограничивается только развитием технологий и производством теплоэнергетического оборудования, а прямо указывает на готовность и технологическую способность к инновационным изменениям.

### Промышленные котлы

Твердотопливные котлы Pyroflex со ступенчатым сжиганием (тип SRT) мощностью от 850 до 8000 кВт, представленные на стенде Viessmann, предназначены для длительной непрерывной эксплуатации с количеством часов наработки более 8000 ч в год. Такой продолжительный период работы делает их вос требованными на теплоэлектростанциях с одновременной выработкой электроэнергии. Остаточное влагосодержание в древесном топливе, предназначенном для сжигания, может достигать 60 %. Это позволяет с успехом использовать в качестве топлива необработанные и невысушенные остатки деревообрабатывающих производств, такие как древесная кора, опилки, стружка, корневища и древесные отходы ландшафтного дизайна. Конструкционно котлы Pyroflex SRT представляют собой теплогенераторы с трехходовым движением газов и гидравлической топливоподачей, име-

ющие диапазон модуляции от 25 до 100 %, благодаря чему они оптимально подходят для коммунальных потребителей и энергоснабжающих предприятий, так как могут гибко подстраиваться под изменяющуюся тепловую нагрузку.

Еще одна новинка Viessmann – паровой котел высокого давления с двойной камерой сгорания Vitomax D HS, который выпускается дочерней фирмой HKB, входящей в состав Viessmann Group. Этот промышленный парогенератор производит насыщенный и перегретый пар, работая на природном газе, сжиженном газе, биогазе, а также на жидкое легкие и тяжелые фракции. Типоряд включает 12 типоразмеров номинальной паропроизводительностью от 2 до 58 т/ч. Для эффективности работы используется последовательно подключенный эко-



Промышленный паровой котел HKB

номайзер, способствующий предварительному подогреву питательной воды и тем самым снижающий издержки на производство пара. Vitomax D HS работает при давлении до 40 бар, выдавая пар с t до 400 °C. Котел подходит под все сертифицированные типы горелок с широким диапазоном видов топлива, из-за двойной конструкции камеры сгорания имеет удвоенный диапазон регулирования тепловой нагрузки от 12,5 до 100 %. При работе на природном газе эмиссия вредных веществ составляет около 70 мг/м3 (NOx).

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Газовые конденсационные котлы Vitocrossal 200 (тип CM2) номинальной тепловой мощностью от 400 до 620 кВт – это отопительные теплоизделия Viessmann для широкого спектра задач. Данные котлы невосприимчивы к низкому уровню отопительной нагрузки и обеспечивают высокую эффективность работы благодаря конденсирующей способности развитых вертикальных поверхностей теплообмена с эффектом самоочистки.

В качестве генератора тепла котел Vitocrossal 200 может работать с максимальным рабочим давлением до 6 бар,  $t$  подачи до 95 °C и максимальной  $t$  до 110 °C, что позволяет эксплуатировать его в многоэтажных домах до 20 этажей, а также на коммерческих и промышленных объектах. Благодаря большому водонаполнению 430 л котел не требует минимального расхода воды и может эксплуатироваться без циркуляционного насоса. Котел в конденсационном режиме характеризуется высоким значением КПД (до 108 %), и длительным сроком работы благодаря низкой тепловой нагрузке.

Цилиндрическая горелка MatriX полностью интегрирована с Vitocrossal

200. Котел укомплектован полным функционалом системы управления Vitotronic с интуитивно понятным меню и возможностью дистанционного управления.

Стенд компании Bosch Thermotechno-logy, посвященный торговой марке Buderus, в полной мере соответствовал ключевой теме выставки «Эффективные отопительные системы и возобновляемая энергия».

Посетители ISH-2013 смогли познакомиться с широким спектром энергоэффективного отопительного оборудования, из которого самым крупным по мощности можно назвать промышленные газовые конденсационные котлы серии Logano plus SB745. Линейка состоит из трех моделей максимальной полезной мощностью от 790 до 1200 кВт при температурном режиме работы 40/30 °C или от 723 до 1098 кВт при температурном режиме 75/60 °C. Максимальное давление составляет 5,5 бар, максимальная  $t$  подающей линии – 110 °C, стандартизованный КПД – до 109 %. Котлы Logano plus SB745 оснащаются теплообменниками из нержавеющей стали и работают со сменными одно- двухступенчатыми и модулируемыми вентиляторными горелками; дополнительно к ним можно подключить бойлеры для ГВС.

Компания Herz Energietechnik (Австрия), входящая в концерн Herz, выпускает автоматизированные котельные установки на биомассе. На стенде компании были представлены автоматизированные установки Herz Biomatic 300 (мощностью 300 кВт) и Herz BioFireBioControl 1000 (мощностью 1000 кВт), которые используют щепу и пеллеты в качестве топлива. Серия Biomatic мощностью от 220 до 500 кВт и серия BioFireBioControl мощно-



Конденсационный котел Buderus Logano SB745

стью от 500 до 1000 кВт представляют линейку водогрейных котлов с рабочей  $t$  воды до 90 °C, максимальным рабочим давлением 3 бара и КПД до 3 %. Стандартная комплектация включает сдвоенный шnek подачи топлива, цепной привод, дымосос и воздуховоды первичного и вторичного воздуха с плавным регулированием частоты вращения, системы автоматического розжига, автоматической очистки поверхностей теплообменника, автоматической чистки наклонной подвижной колосниковой решетки, автоматизированное удаление золы из топки и теплообменника, систему защиты от обратного возгорания, клапан перепуска дымовых газов, многозонную подачу воздуха в камеру горения, контроль уровня топлива в промежуточном бункере, контроль температуры в шнековых каналах подачи топлива в горелку.

Предусмотрено подключение бака-аккумулятора. Установки серий Biomatic и BioFire оснащены контроллером BioControl 3000 с жидкокристаллическим экраном, который обеспечивает управление процессом горения с учетом показателя датчика остаточного кислорода в дымовых газах. Регулирование разряжения, управление положением клапана перепуска дымовых газов, поддержание температуры обратного потока и управления двумя отопительными контурами (насос, трехходовой клапан, датчики температуры подающей и обратной магистралей) также осуществляются автоматически.



Котельная установка Herz BioFire BioControl 1000



Промышленная горелка Weishaupt WKG 80/5

### Промышленные горелки

На стенде компании Weishaupt (Германия), одного из крупнейших производителей горелочных устройств промышленной мощности, демонстрировалось больше десятка новинок. Прежде всего стоит отметить серию промышленных газовых горелок WKG 80/5 мощностью от 2800 до 28 000 кВт. Также привлекала внимание линейка горелочных устройств, пополнивших типоряд monarch® WM в сторону увеличения мощности. Это, прежде всего, двухтопливная горелка WM GL50 мощностью до 11 МВт, а также газовые горелки WM G30/4 мощностью от 600 до 6200 кВт и WM G30/2 мощностью от 400 до 4100 кВт. Кроме того, была представлена двухтопливная горелка WM GL30/3 исполнения multiflam®, выдающая на газе от 0,5 до 5 МВт (на дизеле – от 0,6 до 5 МВт). Запатентованное сме-

сительное устройство фирмы Weishaupt работает по принципу распределения потоков воздуха и сжигаемого топлива на первичные и вторичные, что обеспечивает достаточную рециркуляцию дымовых газов и дополнительное охлаждение факела при сжигании топлива. При сжигании газа и дизеля показатели выбросов NOx у этой горелки при грамотной настройке и выполнении необходимых требований к тепло-генератору могут достигать предельно низких значений – 25–40 ppm на газе и 80–120 ppm на дизельном топливе, что соответствует 3 классу эмиссий, который отвечает самым жестким требованиям европейских и международных норм по выбросам. Благодаря этому горелки WM GL30/3 multiflam® имеют разрешение на установку в жилых кварталах, санаторно-курортных зонах, в исторических центрах крупных городов и т. п. Следует добавить, что компания Weishaupt, известная в России преимущественно как производитель горелочных устройств, показала на ISH Frankfurt 2013 также теплонасосы собственной разработки для бытового сегмента – водо-воздушную сплит-систему WWP L 7 AERS A2/W35 мощностью 3,5 кВт и тепловой насос «солнце/вода» WWP S 26 ID BO/W35 мощностью 26 кВт.



Обновления модельного ряда WM Monarch

ности, при работе на дизельном топливе – трехступенчатое. Благодаря системе Low Noise горелки модельного ряда Nextron®6 и Nextron®7 обеспечивают уровень шума намного ниже 75 дБ (A). В стандартной конфигурации горелочные устройства комплектуются встроенным щитом управления ISC, который содержит всю силовую аппаратуру и аппаратуру управления.

Для удовлетворения специальных требований конкретной системы или технологического процесса в интегрированный щит управления может встраиваться регулятор нагрузки и частотный регулятор Variatron. Для регулировки горелок Nextron® и получения сведений об их работе используется система управления MDE2, в состав которой входит интуитивно понятный дисплей и 5-тиклавишная клавиатура, обратная связь реализуется посредством пиктограмм и цифр.



Жидкотопливная горелка Giersch

На стенде компании Elco (Швейцария) демонстрировались промышленные комбинированные горелки Nextron®6 (модели N6 2400 GI-RZ3 мощностью от 290 до 2550 кВт и N6 2900 GI-RZ3 мощностью от 290 до 2950 кВт) и Nextron®7 (модели N7 3600 GL-RZ3 мощностью от 580 до 3600 кВт и N7 4500 GL-RZ3 мощностью от 410 до 4350 кВт). При работе на газе осуществляется модулируемое регулирование мощ-

Относительной новинкой в ассортименте компании Enertech Group является жидкотопливное горелочное устройство Giersch SD 24 V DC, предназначенное для использования с мобильными дизельными теплогенераторами, в частности, с жидкотопливными котлоагрегатами в составе блочно-модульных котельных. Горелка имеет мощность 180 кВт, оснащена топливным насосом BFP производства Danfoss и коробкой управления DKO992 производства Honeywell.



Предприятиям чаще всего приходится сталкиваться с финансовым аудитом, когда подробно проверяется бухгалтерская отчетность. Промышленные котельные и ТЭЦ уже давно знакомы и с энергоаудитом. Относительно новым явлением в промышленной энергетике является экологический аудит.

## Экологический аудит в промышленной энергетике

А. Иванова, Т. Мячина, Н. Кумпан

Предпосылкой возникновения экологического аудита в странах Европейского сообщества, как нового подхода к природоохранной деятельности, стало осознание глобальных экологических проблем и признание приоритетности их решения наряду с экономическими и социальными проблемами, что нашло отражение в принятии в 1993 г. «Руководства по экологическому менеджменту и экологическому аудиту» (EMAS). Кроме того, экологический аудит является составной частью системы экологического менеджмента (СЭМ), являясь его начальным этапом.

В настоящее время международный стандарт ISO 14001:2004 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» является признанной в мире основой для построения системы экологического менеджмента и призван оптимизировать процессы, влияющие на окружающую среду, то есть организовать рациональное природопользование.

В России понятие «экологический аудит» было закреплено в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (ст. 1 № 7 – ФЗ от 10. 01. 2002 г.). В этом Законе содержится четкое определение:

«Экологический аудит – независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том

числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности».

Особенностями экологического аудита являются:

- независимость оценки деятельности предприятия;
- конфиденциальность полученной информации в рамках действующего законодательства;
- высокий профессионализм и этика аудиторов-экологов.

Ранее практические рекомендации по проведению экологического аудита содержались в стандартах ИСО 14000 (ГОСТы

Р ИСО 14010-14012). Каждый из этих ГОСТов содержал руководящие указания по экологическому аудиту:

- основные принципы;
- процедура аудита;
- проведение аудита систем управления окружающей средой;
- квалификационные критерии для аудиторов в области экологии.

В дальнейшем ГОСТы Р ИСО 14010-14012 были отменены и заменены ГОСТ Р ИСО 19011-2003 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента», который в настоящее время опубликован в новой редакции ИСО 19011:2011 «Руководство по проведению аудита систем менеджмента». ИСО 19011 регламентирует принципы аудита, проведение аудита, требования к компетентности аудиторов.

Обычно при проведении экологического аудита выбираются критерии, по которым он будет проводиться. Эти критерии могут включать в себя политику, методы, процедуры или требования к аудиту. На основании выбранных критериев проводится анализ собранных данных о системе управления окружающей средой, определение соответствия их требованиям природоохранного законодательства и при необходимости – подготовка рекомендаций по улучшению экологической деятельности предприятий.

Причинами, по которым руководители могут принять решение о проведении экологического аудита на предприятии, являются:

- получение объективной информации о состоянии природоохранной деятельности предприятия и рекомендаций по приведению деятельности в соответствие с требованиями природоохранного законодательства;

– проектирование и внедрение на предприятии системы экологического менеджмента (СЭМ);

– необходимость подготовки к сертификации СЭМ на соответствие требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 14001;

– разработка и декларация собственной экологической политики, формирование положительного имиджа предприятия, приоритетное положение при рассмотрении инвестиционных проектов;

– участие в системе экологического страхования – определение риска аварийного загрязнения;

– разрешение конфликтных ситуаций и спорных вопросов, связанных с нанесением ущерба окружающей среде, в органах арбитража и судебного разбирательства.

Одним из первых примеров практического освоения экологического аудита на энергетических предприятиях России можно назвать комплекс мероприятий в Санкт-Петербурге, осуществленных фирмой Elsamproekt (Дания). В сентябре 1998 г. специалисты этой компании, принадлежащей энергетическому концерну Elsam, доложили результат экологического аудита энергопредприятий в г. Санкт-Петербурге с анализом загрязнения воздуха от ТЭЦ и отопительных котельных, расположенных в городе.

Целью экоаудита являлось изучение возможности снижения загрязнения атмосферы от выбросов 12 крупных ТЭЦ и 90 отопительных котельных (с учетом выбросов автомобильного транспорта и большого числа промышленных предприятий).

Ознакомление с ситуацией показало, что электрическая мощность топли-



воиспользующих предприятий в Санкт-Петербурге (ОАО «Ленэнерго») составляет 5243 МВт (без АЭС), а мощность систем централизованного теплоснабжения – еще 14 000 МВт (~12 000 Гкал/ч). Суммарное количество выбросов в атмосферу в 1990 г. составило 436 000 т.

Общая выработка электроэнергии во время проведения экоаудита составляла 51 млрд кВт·ч/год (с учетом Ленинградской АЭС мощностью 4000 МВт), а выработка тепловой энергии – 30 млн Гкал/год. Почти 4,5 млрд кВт·ч электрической энергии экспорттировалось в Финляндию. Распределение энергии по потребителям представлено в таблице 1.

Общее потребление ископаемых топлив за этот же период составило 10,86 млн т условного топлива (т.у.т.), из которых 5,64 млн т у.т. приходится на выработку электрической энергии, а 5,22 млн т у.т. – на долю тепла. Состав ископаемого топлива в млн т у.т. и в % приведен в таблице 2.

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу был выполнен с учетом фактических расходов сжигаемого топлива и характеристик работы топливосжигающих установок. Результаты выполненных расчетов представлены в таблице 3.

Главным (по валовому выбросу) источником выбросов сернистого ангидрида были ТЭЦ и промышленные котельные при сжигании мазута, основными источниками выбросов оксидов азота явились ТЭЦ и автомобильный транспорт, а выбросы оксида углерода и углеводородов связаны в основном с неполным сжиганием топлива в двигателях автомобилей.

Результаты расчетов рассеивания выбросов от рассматриваемых объек-

Таблица 1. Распределение энергии по потребителям в 1990 г.

Потребитель	%
Промышленность и строительство	46,0
Транспорт	6,5
ЖКХ и коммерческие организации	20,0
Сельскохозяйственное производство	3,0
Собственные нужды энергоустановок и линий электропередач	24,5



тот показали, что на уровне дыхания человека в центральной части города наблюдается превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК), определенных российскими гигиеническими нормативами. В частности, концентрации оксидов азота в некоторых зонах в 1,5 раза превышают ПДК.

Дальнейшие усилия группы аудиторов были сосредоточены на ТЭЦ-17 ОАО «Ленэнерго». Эта электростанция расположена почти в центре города, в окружении жилых кварталов и промышленных предприятий.

Высота общей дымовой трубы – 120 м.

В 70-х гг. ХХ в. на ТЭЦ были установлены пять водогрейных котлов теплопроизводительностью по 100 Гкал/ч (3-я очередь). Водогрейные котлы имеют свою дымовую трубу высотой 120 м.

Подробное ознакомление с работой основного тепломеханического оборудования на ТЭЦ-17 позволило составить подробные рекомендации, направленные на снижение воздействия на окружающую среду, как рассматриваемой ТЭЦ, так и всех топливосжигающих установок в г. Санкт-Петербурге.

Первая очередь ТЭЦ включает две турбины электрической мощностью по 25 МВт с тепловыми отборами по 70 Гкал/ч. Пар к этим турбинам поступает от трех котельных установок паропроизводительностью по 170 т/ч, высота общей дымовой трубы – 60 м.

Вторая очередь ТЭЦ – три котла паропроизводительностью по 320 т/ч и две теплофикационные турбины электрической мощностью по 100 МВт с тепловыми отборами по 170 Гкал/ч.

Конкретно для ТЭЦ-17 было рекомендовано:

- установить дополнительные охладители дымовых газов за котлами, которые в настоящее время имеют  $t = 200^{\circ}\text{C}$ ;
- внедрить на всех котлах малотоксичные горелки и снизить избытки воздуха для уменьшения выбросов оксидов азота;
- продолжить переход от использования мазута к использованию газа (в случае нехватки газа в зимние месяцы, когда приходится сжигать тяжелый мазут, за счет перевода на мазут 2-ой очереди ТЭЦ с высокой дымовой трубой);
- целесообразно рассмотреть возможность отказа от низких дымовых труб как на ТЭЦ-17, так и на других объектах в центральной части города;
- оптимизировать процессы сжигания на ТЭЦ (фактически – снизить расход топлива для уменьшения загрязнения атмосферы);
- снизить потери в землю от систем централизованного теплоснабжения;
- улучшить теплоизоляцию домов (снижение расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии приведет к снижению загрязнения воздуха).

Реализация перечисленных мероприятий не только на ТЭЦ-17, но и на других объектах должна привести, по мнению аудиторов, к значительному снижению загрязнения атмосферы в городе.

**Таблица 2. Состав топлива на ТЭЦ и в котельных г. Санкт-Петербург**

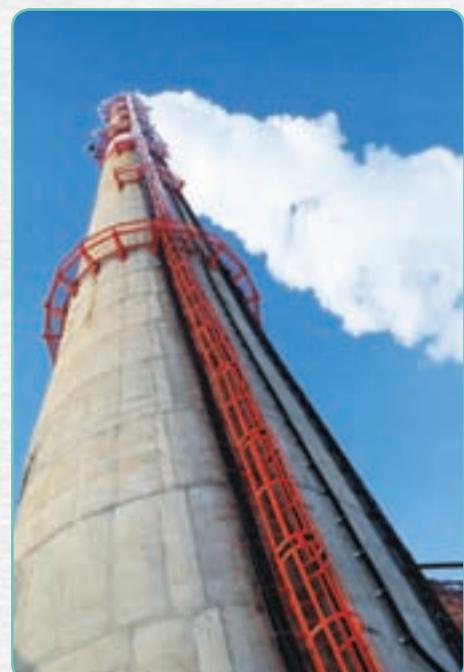
Вид топлива	Потребление	
	млн т ту *	%
Мазут**	4,56	42,0
Природный газ	6,12	56,4
Торф	0,15	1,4
Уголь	0,03	0,2
Всего	10,86	100,0

\* Условное топливо – принятая при технико-экономических расчетах единица, служащая для сопоставления тепловой ценности различных видов органического топлива. Теплота сгорания 1 кг твердого условного (или 1 м<sup>3</sup> газообразного) 7000 ккал/кг (или 29,31 МДж/кг);

\*\*Содержание серы в мазуте 2,2 %

**Таблица 3. Общее количество выбросов в атмосферу (за год)**

Загрязняющее вещество	Выбросы, т/год
Твердые частицы	34 600
Сернистый ангидрид, SO <sub>2</sub>	62 700
Оксиды азота, NO <sub>x</sub>	57 600
Оксид углерода, CO	224 000
Углеводороды, C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	57 100
Всего	436 000



*Изда́тельный Центр*

# АКВАТЕРМ

**ЗАКАЗАТЬ ЛИТЕРАТУРУ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ :**

**(495) 751-39-66, 752-17-01, 751-39-66**

**e-mail:book@aqua-therm.ru www.AQUA-THERM.RU**

### **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.



### **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.



### **Диск водоподготовка «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ»**

На диске находятся статьи, посвященные водоподготовке в промышленных котельных и мини-ТЭЦ.

Темы статей – борьба с коррозией и отложениями, химическая водоподготовка, нехимические методы обработки воды, баромембранные и ионообменные фильтрации. Кроме того, на диске есть раздел, в который вошли материалы о нормативах для сточных вод.



### **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, на нее ссылаются многие весьма уважаемые авторы в монографиях и учебниках.





[www.Ray-International.ru](http://www.Ray-International.ru)

## РОТАЦИОННЫЕ ГОРЕЛКИ от 232 кВт до 42 МВт



*Правильное пламя  
для всех видов топлива!*

**ЭнергоГаз**  
ИНЖИНИРИНГ

Представительство компании RAY Öl- & Gasbrenner GmbH:  
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](http://www.energogaz.su)

Реклама