

КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



Котельные

Котлы с кипящим
слоем и сжигание
биотоплива
10

Обзор рынка

Зарубежные
многотопливные котлы
на твердом топливе
36

Водоподготовка

Автоматизация
систем
водоподготовки
40

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГОРЕЛКИ

от 10 кВт до 30 МВт для:

- водогрейных и паровых котлов;
- промышленных теплогенераторов;
- туннельных и сушильных печей;
- плавильных тигелей
и другого промышленного
оборудования.

РОТАЦИОННЫЕ ГОРЕЛКИ



Сделано в Германии

Сжигание любого вида топлива:

*природный или сжиженный газ
технологические газы
дизельное топливо
флотские мазуты
топочные мазуты
сырая нефть
битумы
отработанные масла
различные смолы и т.д.*



16+

Содержание

НОВОСТИ

4

КОТЕЛЬНЫЕ

10 Котлы с кипящим слоем и сжигание биотоплива

14 Автоматизация твердотопливных котлов

18 Предупреждение коррозии в дымоходных системах

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

22 Опыт использования отходов агропромышленного производства в качестве топлива

26 Биогазовые микротурбинные ТЭЦ и дизель-паровые электростанции

30 Опыт успешной эксплуатации паромоторной мини-ТЭЦ на биотопливе

34 Новости когенерации

ОБЗОР РЫНКА

36 Зарубежные

МНОГОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ МОЩНОСТЬЮ от 100 кВт

ВОДОПОДГОТОВКА

40 Автоматизация систем водоподготовки

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ

44 Европейские нормы по допустимым выбросам в атмосферу для промышленных котлов

46 Андреа Амброзини:
«Марка F.B.R. – не только качественное оборудование, но и качественное техническое сопровождение»

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

50 Когенерационные установки
Spark Energy

ИНТЕРНЕТ

52 Зарубежные производители твердотопливных многотопливных котлов повышенной мощности

ЭКОЛОГИЯ

54 Мини-ТЭС на биогазе сточных вод

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

56 Выставки и конференции Russia Power и HydroVision Russia

58 Промышленный сегмент на AQUA-THERM Moscow 2013



Директор
Лариса Шкарубо
E-mail: magazine@aqua-therm.ru
Главный редактор
Алексей Прудников
prrom@aqua-therm.ru

Служба рекламы и маркетинга:
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66
Елена Фетищева
E-mail: sales@aqua-therm.ru
Елена Демидова
E-mail: ekb@aqua-therm.ru

Служба подписки
E-mail: 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, начальник
отдела котлонадзора
и надзора за подъемными
сооружениями
Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
Научный консультант
Я.Е. Резник

Учредитель журнала
ООО «Издательский Центр
«Аква-Терм»

Издание зарегистрировано
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
13 августа 2010 г.
Рег. № ПИ № ФС77-41685
Тираж: 7000 экз.
Отпечатано в типографии
ООО «Рекламно-производственная
группа ГЕЛИОС»

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:



Уважаемые читатели!

В этом году исполняется 60 лет одному из старейших участников российского теплоэнергетического рынка – ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж», крупнейшему предприятию, выполняющему комплекс работ по строительству котельных и мини-ТЭЦ от разработки проектной документации до сдачи в промышленную эксплуатацию объекта любой сложности. Управление образовано в 1953 г., имеет Центральный офис в Москве и многопрофильную производственно-техническую базу в г. Щелково (Московская обл.), где производятся модульные котельные, дымовые трубы, технологические блоки и компоненты котельных, а также располагается сервисная служба для Москвы и Подмосковья. Кроме того, управление имеет свои многофункциональные участки в Брянске, Туле, Самаре, Казани, Нижнем Новгороде.

В своей работе управление использует только передовые технологические методы и самое современное оборудование, в связи с чем сотрудничает с ведущими российскими и зарубежными предприятиями-производителями. За годы работы в промышленную эксплуатацию сдано свыше 6 тыс. объектов. Только за последние 5 лет выполнены работы по проектированию, комплектации, монтажу и пусконаладке котельного оборудования на 550 теплотехнических объектах. В их числе производственные и отопительные котельные известных российских и зарубежных фирм и организаций, в числе которых «Балтика», «Нестле», «Пепси-Кола», «Нидан», «Сады Придонья», «Вимм Билль Дамм», «Кампина», «Рот Фронт», «Содружество Соя», «Центр хирургии им. Бакулева», Академия госслужбы при Президенте РФ и др.

Управление ведет активную работу по сравнительно новому для России направлению теплоэнергетики – проектированию и строительству мини-ТЭЦ. Проведены работы от экспертизы до сдачи в эксплуатацию более 30 комплексов мини-ТЭЦ. Смонтированы энергоцентры для компаний «Три кита» и «Пепси-Кола», для комплекса зданий Делового центра концерна «Бородино» по ул. Русаковской в Москве, торгового комплекса «Корзинка» в Липецке, комплекса зданий Правительства Московской области, электросетевой компании в Черкесске и ряда других. За последние 3 года общий пакет заказов на мини-ТЭЦ превысил 300 МВт.

Фирма выполняет ТЭО и бизнес-планы; только для администрации Красноярского края было выполнено 8 бизнес-планов по котельным и мини-ТЭЦ. Кроме того, специалисты МПНУ выполняют энергоаудит предприятий.

ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» является одним из основателей российского Клуба теплоэнергетиков «Флогистон» (КТЭ «Флогистон»). Клуб учредил профессиональные журналы «Аква-Терм» и «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ», которые в настоящее время выходят тиражами более 10 тыс. экземпляров и пользуются большой популярностью и авторитетом у специалистов. Начиная с 1994 г., ОАО «Энерготехмонтаж» совместно с КТЭ «Флогистон» проводит ежегодные международные научно-технические конференции «Теплоэнергетика XXI века». Проведено 16 конференций, свыше 1200 специалистов более чем из 16 стран приняли в них активное участие.

В юбилейный год хочу от лица компании «МПНУ Энерготехмонтаж» пожелать всем читателям журнала успехов, эффективности и стабильного развития!

Руслан Ширяев,
Генеральный директор ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,
Президент Клуба теплоэнергетиков «Флогистон»,
Президент Некоммерческого партнерства (СРО) «КотлоГазМонтажСервис»

Новый жаротрубник Buderus

Компания «Бош Термотехника» представила в Москве новые 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 %.



Промышленные напольники от De Dietrich

Компания De Dietrich (Франция) представила серию напольных водогрейных двухходовых отопительных котлов CABK со стальным теплообменником, предназначенных для работы с жидкотопливными или газовыми надувными горелками. Серия включает 19 типоразмеров котлов, из них 14 моделей CABK 8-80 с диапазоном мощности от 79 до 930 кВт и 5 моделей высокой производительности CABK PLUS с диапазоном мощности от 968 до 2900 кВт. Котлы работают при максимальном рабочем давлении от 4 до 5 бар и максимальной t 100 °C, оснащены регулируемым терmostатом от 55 до 90 °C и защитным термостатом 110 °C. КПД сгорания топлива для котлов CABK 8-80 заявлен в 92,4 %, для моделей CABK PLUS – больше 90 %. Котлы серии CABK поставляются с одной из 4-х панелей управления на выбор, позволяющих управлять двухступенчатой или модулирующей горелкой. Это может быть стандартная панель управления (для установок без систем регулирования или для установок, которые имеют шкаф управления в котельной), или панель ВЗ, осуществляющая регулирование отопления и ГВС при помощи электронного терmostата, или погодозависимая электронная панель DIEMATIC-m 3, позволяющая управлять тремя смесительными контурами отопления и одним контуром ГВС.

В рамках каскадной установки панель DIEMATIC-m 3 может управлять работой от 2 до 10 котлов с панелью управления КЗ.



Новый напольник от Ferroli

На выставке AQUA-THERM Moscow 2013 компания Ferroli (Италия) демонстрировалась новинка российского рынка – стальной конденсационный котел с вертикальной конфигурацией и низкой тепловой нагрузкой Ferroli Quadristar. Линейка включает три модели с тепловой мощностью от 124 до 320 кВт. Котел оборудован горелкой предварительного смешения, которая обеспечивает очень низкий уровень выбросов NOx класса 5 в соответствии с EN 297/A5 при непосредственном пропуске дымовых газов через теплообменник. Последний изготовлен из запатентованного трубного пучка спиральной формы, разработанного для оптимизации теплообмена и конденсации дымового газа. Электронная система управления может управлять каскадами котлов с помощью логики «ведущий–ведомый», производством бытовой горячей воды с баком для хранения, а также насосом нагревающей системы с компенсацией температуры на выходе. КПД, заявленный производителем, при определенных условиях может достигать 107,7 %.



Hi-Tech горелка от F.B.R.

На выставке AQUA-THERM Moscow 2013 компания F.B.R. Bruciatori S.r.l. (Италия) представила газовую модулируемую горелку GAS P250/MCE, которая является новым поколением горелочных устройств F.B.R. и позиционируется как Hi-tech продукция: ее регулирование осуществляется электронной системой, осуществляющей контроль за подачей кислорода, а применение инверторного привода позволяет сократить расход электроэнергии. Система настраивается автоматически и поддерживает оптимальный баланс между расходом энергоресурсов и выдаваемой мощностью. Благодаря двухступенчатому сжиганию обеспечиваются низкие выбросы вредных веществ. При сжигании природного или сжиженного газа на первой ступени горелка GAS P250/MCE выдает 383 кВт мощности, при сжигании на второй ступени – от 1160 до 2900 кВт. Максимальное давление составляет 200 мбар, мощность двигателя – 5500 Вт, максимальная потребляемая мощность – 6000 Вт. Расход природного или сжиженного газа на первой ступени сжигания составляет 39 или 15 м³/ч соответственно, расход на второй ступени – от 117 до 292 м³/ч для природного газа и от 45 до 113 м³/ч для сжиженного газа.



Новые горелки Elco

В ассортименте горелочных устройств компании Elco (Швейцария), представленных на российском рынке, появились комбинированные горелки Nextron® 6 и Nextron® 7 диапазоном мощности от 580 до 3600 кВт. На выставке AQUA-THERM Moscow 2013 демонстрировалась самая мощная модель серии – горелка N7 3600 GL-RZ3 с бесступенчатым регулированием, предназначенная для работы только на природном газе. Благодаря системе Low Noise горелки модельного ряда Nextron® 6 и Nextron® 7 обеспечивают уровень шума намного ниже 75 дБ (А). 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-клавишная клавиатура, обратная связь реализуется посредством пиктограмм и цифр.



Пополнение Weishaupt



На выставке ISH Frankfurt 2013 компания Weishaupt (Германия) представила новые горелочные устройства, пополнившие 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 смесительное 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 теплогенератору 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.

Новый циркуляционник от Grundfos

Компания Grundfos (Дания) представила на выставке AQUA-THERM Moscow 2013 принципиально новый циркуляционный насос MAGNA3 для промышленного применения, отвечающий самым современным требованиям к экономичности, производительности и надежности промышленного оборудования. Его главная особенность заключается в высоком уровне энергосбережения: индекс энергоэффективности MAGNA3 (EEI) ниже уровня 0,20, установленного директивой EuP как минимальный. Такой результат достигнут благодаря высокоеффективному двигателю с композитной гильзой и оптимизированным ротором, а также специальной системе управления насосом. Кроме того, модель имеет функцию AUTOAdapt и может самостоятельно выбирать оптимальный режим энергопотребления. Циркуляционный насос MAGNA3 также оснащен новым удобным порядком настроек, что существенно сокращает системные расходы. Благодаря новому режиму контроля FLOWADAPT (автоматической подстройке расхода) использование балансировочных клапанов во многих случаях становится необязательным. Расширенная серия новых насосов насчитывает 150 одинарных и сдвоенных моделей из чугуна и стали, способных работать с жидкостями при t от -10 до $+110$ °C. Поэтому MAGNA3 может применяться для перекачивания теплоносителей и хладоносителей в системах теплоснабжения и кондиционирования любой сложности.



Иновационное управление от Schneider Electric

Для централизованного управления объектами водоснабжения компания Schneider Electric (Франция) презентовала инновационную концепцию управления объектами промышленности и инфраструктуры EcoStruxure, которая позволяет объединить в одно информационное пространство управление технологическим процессом, систему видеонаблюдения, MES-систему Ampla и программный инструмент гидравлического моделирования сетей водоснабжения AQUIS, обладающий уникальной возможностью симуляции состояния сети водоснабжения в любой момент времени – в настоящем, прошлом или будущем. Благодаря наличию интеллектуальной модели программный продукт AQUIS определяет оптимальные параметры работы сетей водоснабжения с точки зрения понижения утечек в сети, обеспечения бесперебойного водоснабжения в необходимом для потребителей объеме, снижения энергопотребления насосов.

В качестве решения для управления технологическим процессом Schneider Electric предлагает использовать систему автоматизации PlantStruxure, объединяющую все уровни автоматизации – от низовой автоматики и полевых устройств до систем управления предприятием. В качестве основы этой системы используется программная платформа PlantStruxure PES, объединяющая в одном интерфейсе возможности проектирования и конфигурирования системы автоматизации, программирования ПЛК и других устройств в составе системы, визуализацию и управление технологическим процессом и функции энергоменеджмента.

Данный комплекс инновационных продуктов компания развивает в рамках концепции «умная вода» (Smart Water). Решения Smart Water повышают эффективность использования ресурсов и надежность компонентов системы водоснабжения: труб, насосов, водохранилищ и резервуаров водоканалов и станций водоподготовки. Это реализуется благодаря более точным измерениям, совершенной системе сбора и анализа данных, полученных от различных объектов сети водоснабжения, и доступности этой информации в режиме реального времени для операторов.

Новый анализатор Testo

На выставке ISH Frankfurt 2013 компания Testo AG (Германия) представила новый анализатор дымовых газов – модель testo 330-2 LL с 6-летним сроком службы сенсоров Longlife. Меню измерения позволяют выполнить профессиональную диагностику систем отопления: определить уровень и концентрацию CO и O₂, определить температуру дымовых газов, измерить дифференциальное давление, быстро определить отрицательное давление в системе отопления, проверить оборудование на герметичность и пр. Объем памяти прибора рассчитан на 500 тыс. измеренных значений. Анализатор может быть дооснащен интерфейсом Bluetooth; к устройству прилагаются считывающий адаптер для автоматических горелок, комплект шлангов с адаптером для измерения давления газа, комплект для проверки герметичности газовых труб, два зонда и адаптер для измерения дифференциальной температуры и др.

Тепловой аккумулятор HM Heizkorper

Компания HM Heizkorper (Германия) разработала и представила на AQUA-THERM Moscow 2013 тепловой аккумулятор, использующий способность сохранения латентного тепла тригидрата ацетата натрия, который может полностью или частично заменить ископаемые виды топлива. В качестве внешних источников тепловой энергии может использоваться тепло отработанных газов мини-ТЭЦ, солнечный коллектор, ветряная установка и пр. Накопитель HM Heizkorper способен сохранять тепло длительное время без утечки, с циклами повторения за счет использования энталпии обратимых изменений термодинамического состояния среды накопителя. При расплавлении кристаллической смеси ацетата натрия (среды накопителя) в течение примерно 3 ч поддерживается $t = 80^{\circ}\text{C}$. Высвобождаемое при охлаждении среды накопителя тепло может быть использовано для нужд ГВС и отопления. Когда среда накопления достигает так называемого переохлажденного расплава, возврат к предыдущему агрегатному состоянию при комнатной температуре не осуществляется – среда накопителя остается в жидком состоянии. В переохлажденном расплаве латентное тепло (до 2/3 первоначального) может сохраняться длительное время без утечки. При необходимости тепло извлекается из накопителя, при этом среда накопителя кристаллизуется. Высвобождаемое тепло (примерно 55°C) может быть использовано в цикле низкотемпературного нагревательного контура. Тепловой аккумулятор состоит из переменного числа накопителей латентного тепла, которые соединяются между собой. Использование 110 кг ацетата натрия в устройстве позволяет оптимально использовать переохлажденную жидкость; при более крупных единицах накопителя переохлажденная жидкость становится нестабильной.



Новый незамерзающий теплоноситель

Компания «Спектропласт» представила новый теплоноситель Spektrogen S-LV, предназначенный для использования в качестве рабочей жидкости в системах отопления промышленных, жилых и общественных зданий, офисов, торговых центров, спортивных комплексов, объектов транспортной инфраструктуры и т.д. Новый антифриз может применяться в котлах любых марок, в том числе импортных. Теплоноситель Spektrogen S-LV изготавливается на основе пропиленгликоля с добавлением комплекса присадок; в отличие от этиленгликоловых теплоносителей он абсолютно безопасен в случае протечки из системы отопления в жилых помещениях (согласно ГОСТу 12.1.007-76 относится к 4-му классу опасности – «малоопасные вещества»). В теплоносителях Spektrogen S-LV используется инновационная технология снижения вязкости, благодаря чему на 20 % уменьшается инерционность системы в процессе разогрева при отрицательных температурах, повышается эффективность теплопередачи за счет более быстрого распределения тепла, снижается нагрузка на насосы, что способствует экономии электроэнергии, более быстрому и равномерному прогреву помещения. Высокоэффективный комплекс присадок обеспечивает защиту системы от замерзания, перегрева, коррозии и кавитации, предотвращает образование наливных отложений, не вызывает набухания и растворения резиновых и паронитовых уплотнителей. Теплоносители Spektrogen S-LV совместимы с большинством радиаторов отопления, представленных на российском рынке, в том числе с алюминиевыми, медно-алюминиевыми и биметаллическими. Spektrogen S-LV представлен марками Spektrogen S-30LV (температурный диапазон эксплуатации – от -30 до $+110^{\circ}\text{C}$) Spektrogen S-40LV (от -40 до $+115^{\circ}\text{C}$) и Spektrogen S-65LV (от -65 до $+118^{\circ}\text{C}$) в соответствии с ТУ 2422-026-11490846-12. Теплоносители Spektrogen S-LV расфасованы в пластиковые канистры (25 л) или металлические бочки (240 кг), могут храниться при t от -50 до $+60^{\circ}\text{C}$ в течение 5 лет.

Когенерация от Viessmann

На выставке ISH Frankfurt 2013 компания Viessmann (Германия) представила когенерационную установку для электростанций промышленных предприятий и тепловых сетей Vitobloc 200, предназначенную для работы на природном газе с низкими показателями эмиссии CO₂. Линейка включает 10 моделей мощностью от 5,5 до 401 кВт электрической и от 13,5 до 549 кВт тепловой энергии. Заявленный КПД установок может достигать 95 % (например, модель Vitobloc 200 EM-20/39 имеет термический КПД около 62 % и электрический – около 32 %). Использование мини-ТЭЦ с такой эффективностью позволяет значительно снизить издержки по производству электрической и тепловой энергии. Модели Vitobloc 200 EM-5 и EM-20 оснащены встроенным теплообменником для конденсации уходящих газов. Во всех остальных моделях Vitobloc 200 для повышения эффективности можно применять внешние теплообменники Vitotrans 200 AC. Установки Vitobloc имеют интервалы обслуживания до 6 000 ч, благодаря чему могут обслуживаться не чаще 1 раза в год. Это значительно сокращает сервисно-эксплуатационные расходы и вносит существенный вклад в окупаемость мини-ТЭЦ. Также они характеризуются очень низким уровнем шума: 3-цилиндровый двигатель в сочетании с глушителем имеет уровень звукового давления всего 39 дБ (А), что делает его одним из самых тихих в своем классе. Когенерационные установки Vitobloc 200 могут работать как в островном режиме, так и в режиме передачи электроэнергии в центральную энергосистему. Кроме того, они могут быть синхронизированы с другим источником тепла.



Американское управление фильтрацией

Компания «Водная техника» представила на выставке AQUA-THERM новый клапан управления для непрерывных систем фильтрации TT 1" CI Twin Alternating производства Clack Corporation (США). Устройство имеет моноблочную электронную панель с легким фронтальным доступом, с помощью которой можно осуществлять 4 режима работы: немедленную регенерацию по сигналу счетчика, отложенную регенерацию по сигналу счетчика, отложенную регенерацию по сигналу таймера и регенерацию по сигналу от внешнего дифференциального датчика давления. Изменения производятся в ppm, французских или немецких градусах жесткости, м³ в 24-часовом режиме. Устройство характеризуется изменяемой продолжительностью циклов промывки, возможностью принудительной промывки от 1 до 28 дней, возможностью работы с баллонами диаметром до 21" по сервисным расходам и на обратную промывку, возможностью регенерации потоком вверх/вниз. Настройки системы и данные о работе системы сохраняются в энергонезависимой памяти; на случай отключения внешнего питания предусмотрена литиевая батарейка для сохранения настроек в течение 24 ч. Конструкция клапана управления обеспечивает оптимальный сервисный режим и режим обратной промывки; при его создании было зарегистрировано несколько патентов (запатентованный блок распределительных колец, запатентованный «тихий» контроллер дренажной линии и пр.).



Программа для монтажников

Компания ООО «Бош Термотехника» представила программу Bosch Plus. Она предназначена для монтажных организаций, занимающихся установкой отопительного и водонагревательного оборудования компании. Приняв участие в программе, монтажная организация может регистрировать установленные котлы и получать за них баллы, которые можно обменять на призы. После получения 25 баллов и прохождения бесплатного обучения на тренинге Bosch, участнику автоматически присваивается статус «Серебряный» и к стандартной гарантии последующего зарегистрированного оборудования Bosch добавляется дополнительный год. После получения 50 баллов участнику присваивается статус «Золотой», и к стандартной гарантии последующего зарегистрированного оборудования Bosch также добавляется дополнительный год. Помимо этого, со следующей отправкой заказа отправляются бесплатные промоматериалы для оформления места продаж, а также предоставляется возможность участвовать в розыгрыше поездки на завод Bosch в Голландию в 2014 г.

Контроллер для автоматизации инженерных систем

Компания Honeywell сообщила о выходе нового контроллера в линейке CentraLine, который воплотил в себе все тенденции развития технологий автоматизации инженерных систем и получил имя EAGLE. Обладая полным функционалом для автоматизации инженерных систем (поддержка открытых протоколов BACnet IP, BACnet MS/TP, LON, встроенный WEB-сервер, функциональная панель управления с шестью клавишами быстрого доступа и поворотно-нажимной кнопкой), EAGLE является флагманским контроллером линейки CentraLine. Компактный корпус с креплениями на DIN рейку, панель или дверь щита автоматики, съемные пружинные клеммы и специальные разделительные кожухи для кабелей сделают монтаж контроллера быстрым и удобным. Поддержка до 600 физических точек (с установкой модулей входов / выходов) сделает EAGLE центральным контроллером системы, а автоматический вывод всех данных в BACnet IP позволит легко интегрировать его в SCADA-системы.



www.ecostargorelka.ru



... Технология, превращающая
холодную зиму в теплые летние дни.

“

Моноблочные и двухблочные горелки.

Широкий ассортимент продукции от 24 кВт до 47.000 кВт для жилых домов и промышленности.

- ✓ Высокая производительность, низкий расход топлива.
- ✓ Современнейшая 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)



Котлы с кипящим слоем и сжигание биотоплива

В. Котлер, к.т.н., И. Рыжий

Одним из наиболее перспективных видов возобновляемых источников энергии является растительная биомасса, ежегодный прирост которой на Земле превышает 200 млрд т (в пересчете на сухую массу).

Найболее подходящими для использования в качестве топлива являются такие виды биомассы, как некоммерческая древесина (кустарник, тонкомер, ветки, хвоя, пни), а также обрезки досок, щепа, опилки, стружки и другие отходы лесозаготовки. В некоторых странах, не столь богатых углеводородами как Россия, используют растительное топливо, производимое из быстрорастущих деревьев и кустарников, которые специально выращивают для энергетических целей.

В последние годы все чаще используют облагороженное древесное топливо, полученное с помощью грубой переработки древесных отходов. Примером могут служить брикеты, гранулы (пеллеты), древесная пыль (пудра).

Значительную часть биотоплива составляют отходы сельского хозяйства: солома, шелуха от зерен, помет и навоз.

Теплотехнические характеристики перечисленных видов биотоплива варьируются в широких пределах. Большинство из них отличается высокой влажностью (от 25 до 55 % по массе), низкой зольностью (береза и ель, например, содержат только 0,3 % золы, если древесину отделить от коры) и чрезвычайно низким содержанием серы. Низшая теплота сгорания сухой массы большинства видов древесного топлива составляет 18–20 МДж/кг. У влажной древесины теплота сгорания существенно ниже: от 6,9 МДж/кг (парковая древесина, корни, ветки) до 8,7 МДж/кг (сосновая щепа).

Плавкостные характеристики и минеральная часть древесной золы меняются в широких пределах в зависимости не

только от вида дерева, но и от места произрастания. При выборе технологии сжигания различных видов древесины приходится учитывать, что у коры, например, плавкостные характеристики золы достаточно высокие (т. начала деформации золы – 1340–1400 °С), а для опилок сосны тот же параметр – 1150 °С. Следовательно, топочное оборудование и режим работы должны выбираться таким образом, чтобы избежать опасности шлакования в зоне горения.

Другая группа биотоплива – отходы агропромышленных комплексов. Это в первую очередь солома, а также лузга (шелуха) злаковых растений и костра (рубленые стебли и некоторые отходы предприятий по обработке сельскохозяйственной продукции).

Все эти отходы представляют собой высокореакционное топливо с высоким выходом летучих веществ, низким содержанием золы и серы. Теплота сгорания такого топлива меняется от 12,9 МДж/кг (луга подсолнечника Кропоткинского маслоэкстракционного завода) до 17,5 МДж/кг (луга Лискинского маслоэкстракционного завода).

Низшая теплота сгорания соломы при влажности 20 % меняется от 12,9 МДж/кг для соломы овса до 13,8 МДж/кг для соломы пшеницы. В некоторых сортах соломы может содержаться повышенное количество хлора (до 0,97 %), что заметно повышает опасность коррозии поверхностей нагрева в топливосжигающих установках.

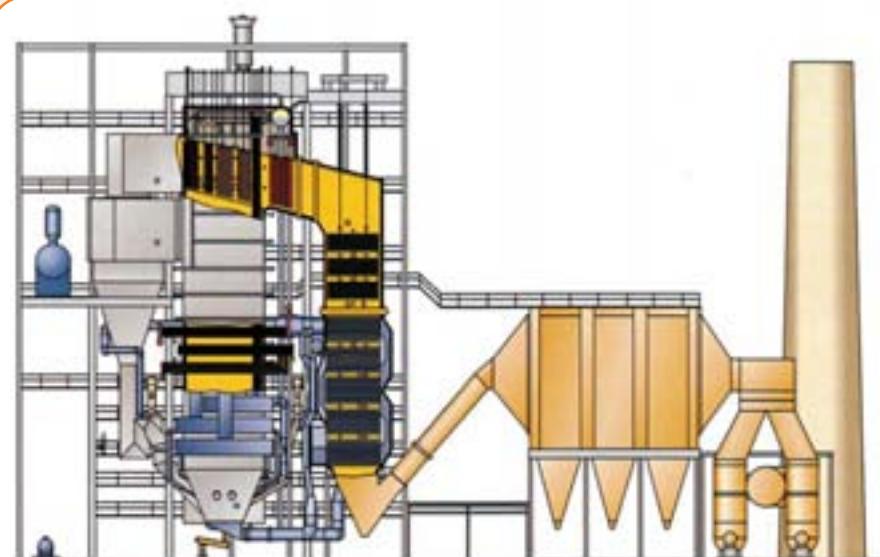


Рис. 1. Котел ЦКС с электрофильтром для сжигания торфа

В последние годы важным фактором, определяющим привлекательность использования биотоплива, считается снижение выбросов в атмосферу тепличных газов (CO_2), которые являются (по мнению большинства ученых) основной причиной глобального потепления.

Перечисленные факторы послужили в конце XX в. причиной существенного увеличения доли биомассы в топливном балансе США и некоторых европейских стран. В качестве топливосжигающего агрегата в большинстве случаев стали использовать не слоевые топки, а котлы с кипящим слоем (или с циркулирующим кипящим слоем).

Небольшие котлы с кипящим слоем для получения технологического пара или горячих газов поставляли американские компании Dedert (DED, штат Иллинойс), York-Shipley (YS, штат Пенсильвания) и Energy Products of Idaho (EPI, штат Айдахо). Известная в США и в Европе компания Foster-Wheeler (FW) наряду с крупными энергетическими котлами также поставляла на рынок небольшие котлы с кипящим слоем для сжигания биотоплива. В Европе популярны котлы с кипящим слоем, выпускаемые компанией Kvaerner (Финляндия). В России определенного успеха в области сжигания отходов сельского хозяйства добились специалисты Бийского котлостроительного завода (БиКЗ).

Особенностью сжигания древесных отходов и биомассы в кипящем слое является упрощенная система подготовки и подачи топлива. Единственное требование к топливу – отдельные фрагменты не должны быть больше определенного размера.

Как правило, не слишком мелкие котлы рассчитывают на сжигание нескольких видов топлив: древесной щепы, отходов заготовки и деревообработки, коры и др. В некоторых котлах допускается сжигание торфа и даже дробленого угля.

Важным достоинством таких котлов является снижение выбросов нетепличных загрязнителей атмосферы – оксидов серы SO_2 и оксидов азота NO_x . Другим важным преимуществом котлов с кипящим слоем можно считать возможность перехода от одного вида топлива к другому без реконструкции топочной камеры и вспомога-

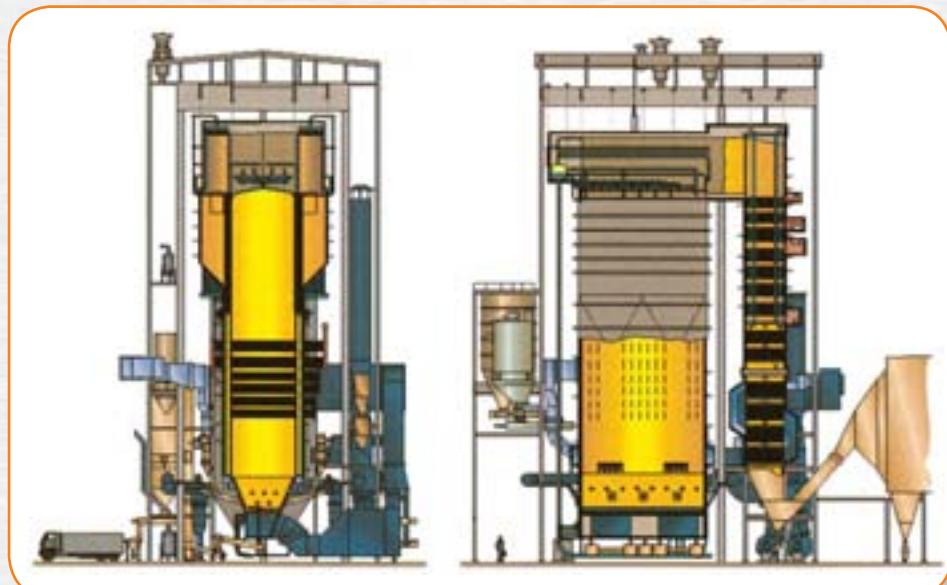


Рис. 2. Котел ЦКС для ТЭС Tha Toom (Таиланд)

тельного оборудования. Примером сравнительно крупного котла с циркулирующим кипящим слоем может служить котел, установленный на ТЭЦ Toppila II (Финляндия). Барабанный котел (рис. 1) подает пар на турбину и кроме того обеспечивает тепловую нагрузку 172 МВт. Температура уходящих газов – 128 °C, КПД котла – 91,9 %. Основным топливом для котла является торф с влажностью 52 % и теплотой сгорания 8,2 МДж/кг (1960 ккал/кг). Низкое содержание золы (3,4 %) и серы (0,1 %), а также подача в слой известняка позволяют иметь умеренную концентрацию этих загрязнителей в дымовых газах за котлом: 58 мг/м³ по золе и 400 мг/м³ по SO_2 . Концентрация оксидов азота NO_x составляет 145 мг/м³ (в пересчете на NO_2 в сухой пробе при $\text{O}_2 = 6 \%$).

Успешная эксплуатация этого котла в энергетической компании Oulun Energia подтвердила правильность выбора котельной установки, которую поставила энергомашиностроительная компания Foster Wheeler Energia Oy.

Эта же компания поставила два котла с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС) для ТЭС

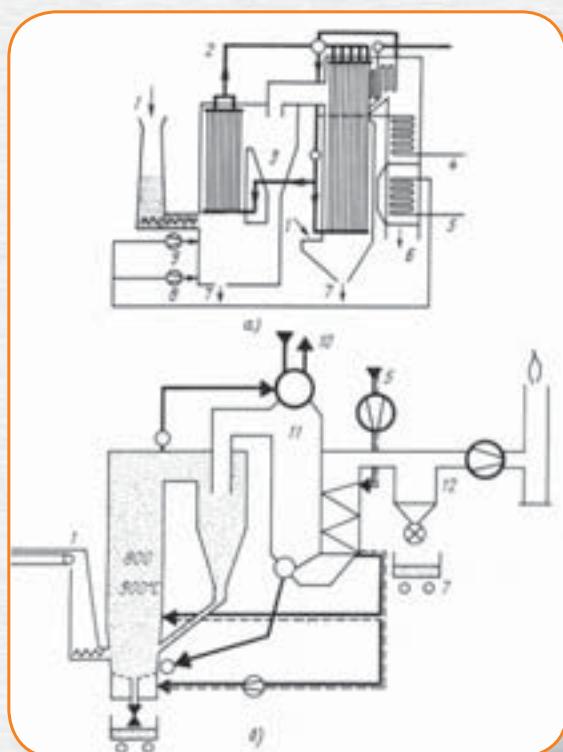


Рис. 3. Схема пароводяного (а) и газовоздушного (б) трактов котла фирмы Alhstrom с ЦКС для сжигания торфа и древесных отходов мощностью 15 МВт (1 – вход топлива; 2 – циркуляция воды; 3 – горячий циклон; 4 – питательная вода; 5 – воздух на горение; 6 – дымовые газы; 7 – зола; 8 – первичный воздух; 9 – вторичный воздух; 10 – теплоснабжение; 11 – дополнительные поверхности нагрева; 12 – мультициклоны)

Tha Toom (Таиланд) (рис. 2). Основным топливом для котлов является антрацит ($Q_f^i = 27,8 \text{ МДж/кг}$) или высококачественный каменный уголь ($Q_f^i = 24,1 \text{ МДж/кг}$). Одновременно в котле можно сжигать древесину ($Q_f^i = 7,0 \text{ МДж/кг}$ с влажностью до 50 % и зольностью 2,5 %) или рисовую шелуху ($Q_f^i = 12,7 \text{ МДж/кг}$, влажность 13,0 %, зольность 14,8 %). Доля этих видов биотоплива может составлять 15 % от максимальной тепловой нагрузки.

В коммерческую эксплуатацию котлы были сданы в 1999 г. и с тех пор успешно работают. При сжигании наиболее трудного топлива – антрацита – КПД котлов достигает 91,7 %, концентрация NO_x в дымовых газах за котлом составляет 370 мг/м³, концентрация SO_2 – 1317 мг/м³, концентрация CO – 250 мг/м³ и содержание твердых частиц – 120 мг/м³.

Большое число котлов с кипящим слоем небольшой мощности было поставлено на рынок финскими компаниями Ahlstrom (Varkaus) и Raoma-People Oy (торговая марка котлов – Witermo). Эти котлы тепловой мощностью от 1,2 до 20 МВт проектировались, как правило, на совместное или раздельное сжигание коры, торфа, щепы и других древесных отходов. На рис. 3 приведены схемы пароводяного (а) и газовоздушного (б) трактов котла фирмы Ahlstrom с циркулирующим кипящим слоем для сжигания торфа и древесных отходов тепловой мощностью 15 МВт. Устанавливались такие котлы не только в Финляндии, но также в Польше, Швеции, Чехии и даже в США.

В России пока не удалось наладить серийное производство котлов с циркулирующим или даже с пузырьковым (без рециркуляции золы) кипящим слоем. Но необходимость сжигания биотоплива и различных промышленных отходов заставила некоторые котлостроительные заво-

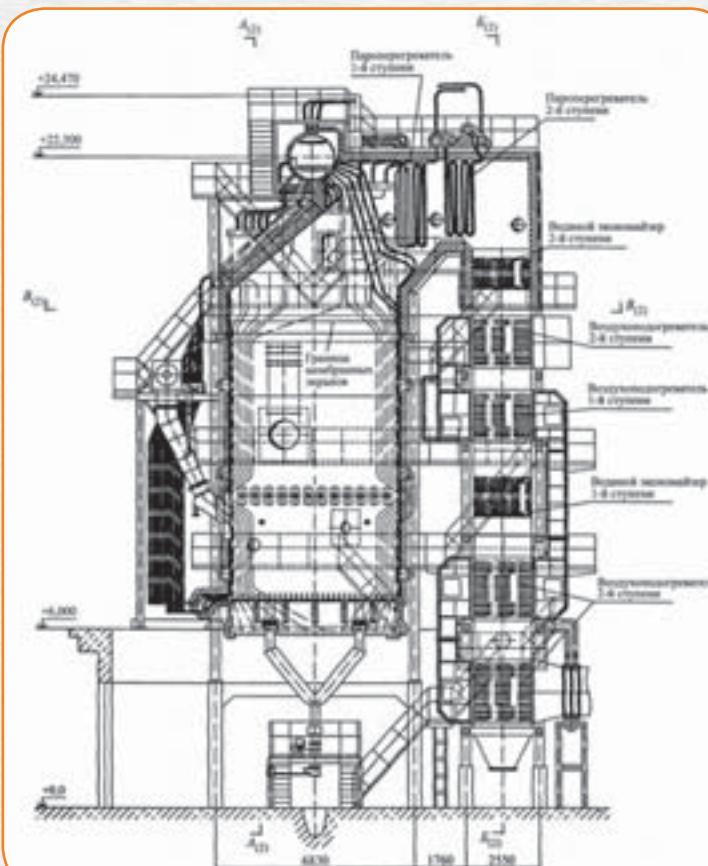


Рис. 4. Паровой котел КМ-75-40М с кипящим слоем на ТЭС-3 Архангельского ЦБК

ды реконструировать ранее выпускаемые ими котлы, рассчитанные на слоеобразное или факельное сжигание, установив на них специальные решетки для организации пузырькового кипящего слоя. Дальше других в этом направлении продвинулся Белгородский котлостроительный завод (ОАО «Белэнергомаш»).

На рис. 4 показан паровой котел КМ-75-40М с кипящим слоем, установленный на ТЭС-3 Архангельского целлюлозно-бумажного комбината. Котел еще в 2000 г. был поставлен СП «Энергософин», причем основным изготовителем был «Белэнергомаш» (за исключением колпачковой воздухораспределительной решетки).

Котел был рассчитан на сжигание кородревесных отходов влажностью до 57 % при паропроизводительности 66 т/ч. Давление пара составляло 4 МПа, $t = 440^\circ\text{C}$. Первичный воздух от высоконапорного вентилятора подавался под решет-

ку, а вторичный – к соплам острого дутья, расположенным на боковых стенах котла. Растипался котел с помощью двух мазутных горелок, а основное топливо поступало по двум наклонным течкам с фронта котла. В колпачковой беспровальной решетке имелось 6 окон для отвода донной золы, соединенных попарно коробами с линиями отвода.

Топочная камера была экранирована газоплотными панелями, нижняя часть которых была футерована. На выходе из топки продукты сгорания проходили через фестон, за которым были установлены 2 пакета паропреревателя. Регулирование температуры пара осуществлялось с помощью пароводяного теплообменника. В конвективной шахте размещались пакеты экономайзера и трубчатого воздушоподогревателя.

Во время наладки котла, которая выполнялась сотрудниками ОАО «ВТИ», пришлось слегка переделать некоторые узлы подвода топлива и воздуха,

а также установить паровые сажеобдувочные аппараты для удаления рыхлых отложений золы в зоне паропреревателя.

В сентябре 2001 г. котел был сдан в промышленную эксплуатацию. Балансовые испытания показали, что котел может устойчиво нести номинальную нагрузку, при этом его КПД равен 85 %, содержание горючих в донной золе не превышает 0,5 %, а в золе уноса – 1,7 %. Общие потери с механическим недожогом составляли 0,6 %, с химическим недожогом – 0,1 %. При паропроизводительности 75 т/ч концентрация NO_x в дымовых газах менялась от 50 до 100 мг/м³, а содержание CO не превышало 100 мг/м³ (при нормальных условиях, в пересчете на избыток воздуха $\text{O}_2 = 6 \%$).

Планируется сооружение новых котлов с кипящим слоем для утилизации отходов деревообрабатывающих предприятий и ЦБК.

RAY
INTERNATIONAL

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГОРЕЛКИ

от 10 кВт до 30 МВт для:

- водогрейных и паровых котлов;
- промышленных теплогенераторов;
- туннельных и сушильных печей;
- плавильных тигелей
- и другого промышленного оборудования.

РОТАЦИОННЫЕ ГОРЕЛКИ



Продукция компании RAY International представлена:

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

ЭнергоГаз
инжиниринг



Многие производители котельного оборудования предлагают решения по автоматизации твердотопливных котлов средней и большой мощности. Если в бытовом теплоснабжении автоматизированная подача твердого топлива в теплогенератор не рациональна по причине неокупаемости, то в промышленном сегменте она открывает большие возможности для экономии человеческих, топливных и других ресурсов.

Автоматизация твердотопливных котлов

Е. Широков

Ктвердому топливу принято относить дрова, древесные и сельхозотходы (щепа, опилки, жмы, солома и т. п.), пеллеты, уголь черный и бурый, торф и брикеты из него. Виды твердого топлива принято подразделять на возобновляемые (за которыми закрепился термин «биотопливо») и ископаемые источники энергии. На биотопливе могут работать котлы, реализующие различные схемы и даже типы теплогенерации. Непосредственно на отходах лесотехнической промышленности и сельхозпроизводства, как правило, работают промышленные котлы. Это связано с необходимостью технологического обеспечения сжигания такого биотоплива, часто имеющего повышенную (до 50 %) влажность и неблагоприятную для протекания реакций разложения и окисления

целлюлозы структуру. В этом случае в котлах применяется технология кипящего слоя или факельное сжигание.

На дровах (поленьях) работают как обычные твердотопливные, так и пиролизные котлы. Первые имеют сходные черты в ассортименте различных производителей как по конструкции (теплообменник, топка, ручное регулирование температуры и пр.), так и по возможностям (время горения одной закладки дров примерно 2 ч, КПД – около 80 %). В ряде моделей возможно использование каменного или бурого угля, а также брикетов. Автоматизировать их работу сложно, поскольку регулирование осуществляется за счет объема поступающего в зону реакции топлива. Организовать автоматическую непрерывность и дозирование этого процесса при использовании дров



Рис. 1. Станок для заготовки дров ZA 160/2

или крупнокускового угля (а именно такие фракции требуются для традиционных колосниковых решеток) представляется довольно трудной задачей. Тем не менее, на рынке появились линии предварительной подготовки дров (распил на мерные чурбаки, раскол и складирование), позволяющие автоматизировать работу и таких твердотопливных котлов. Например, это станок для заготовки дров ZA 160/2 производства германской компании BGU Maschinen (рис. 1). Он компактен, имеет низкий уровень шума и вибраций, что делает возможной его установку в помещении, работает при давлении 80 бар. Толщина выдаваемых поленьев составляет 100–220 мм (поперечный размер – до 160 мм), производительность достигает 2,4 скл. м³/ч дров.

Часто оборудование для предварительной подготовки дров позиционируется на рынке как дровоколы, но по сути оно является автоматизированными линиями для подготовки топлива и загрузки его в бункер или непосредственно в котлы. На рис. 2 показан дровокол компании Jara (Финляндия), осуществляющий операции от распила бревна до подачи поленьев на загрузочный транспортер. Он предназначен для переработки древесины диаметром не более 450 мм. Раскряжевка осуществляется шинной пилой, конвейеры, подающий и выводной – ленточные. Дровокол выполняет две операции – распил бревна на заготовки заданных размеров (200–700 мм) и расщепление заготовок на дрова, которое осуществляется выталкиванием заготовки на ножи, рассекающие заготовку на 6, 8 или 12 частей. Управление подающим ленточным конвейером, раскряжевкой и последующим расщеплением заготовки на дрова производится при помощи джойстиков, связанных с гидравлическим распределителем.

Расщепление осуществляется в одном желобе раскола с помощью двух гидроцилиндров диаметрами 70 и 100 мм. Они работают от автоматического вентиля регулировки скорости, что позволяет дровоколу быстрее колоть дрова при разных диаметрах древесины. Мощность регулируется автоматическим вентилем скорости гидроцилиндра. Затем выводной конвейер может подавать дрова

заданного размера непосредственно в бункер твердотопливного котла.

Задача автоматизированной подачи твердого топлива значительно упрощается, если применяется мелкофракционное топливо вроде щепы, торфа и пр. На рынке представлено достаточно большое количество твердотопливных котлоагрегатов с опцией автоматизированной загрузки топлива, причем, это котлы не только зарубежных производителей, но уже и отечественных. Так, компания «Балткотломаш» (Санкт-Петербург) выпускает котел КВм мощностью 2,5 МВт, относящийся к линейке водогрейных котлов (КВм расшифровывается как «котел водогрейный с механической подачей щепы»). Для автоматизации процесса размер щепы должен составлять не более 40 × 40 × 5 мм (то есть вполне стандартный размер стружки). Котел КВм (рис. 3) работает с принудительной циркуляцией воды при максимальной t до 115 °C и давлении до 6 бар.

В пиролизных котлах при термическом разложении целлюлозы образуется древесный газ, сжигание (точнее будет: дожигание) которого повышает их КПД. Важное потребительское свойство такого теплогенератора – значительное увеличение времени горения одной закладки дров. Некоторые фирмы анонсируют не только несколько часов, но даже дней работы котла на одной закладке. Например, котел Stropuva (Литва) может работать, как заявлено производителями, до 72 ч на одной закладке дров (впрочем, на номинальной мощности – только около 6 ч).

В технических характеристиках пиролизных котлов компаний Buderus, De Dietrich, Biasi, Viessmann и других указано, что они могут работать на одной закладке дров при номинальной мощности примерно 2 ч. И действительно, при обеспечении той же мощности, что и обычные твердотопливные котлы, они



Рис. 2. Дровокол Jara 450



Рис. 3 Твердотопливный водогрейный котел «Балткотломаш» с механизированной подачей щепы

вряд ли могли бы дольше сжигать тот же объем топлива. Их преимущества наиболее явно проявляются при работе на минимальной мощности, при так называемом тлеющем режиме (ожидании). В этом случае КПД достигает 92 % при использовании программируемых режимов. Автоматика, как правило, включает в себя систему управления с индикатором температуры котловой воды, термоманометром и ограничителем температуры. У всех моделей таких котлов предусмотрено автоматическое включение дымососа при открытии дверцы топки (для защиты от угарного газа). На рынке представлены модели с электронной системой управления и автоматическим регулированием температуры котла, индикацией неисправностей, закрытия дверцы, необходимости закладки топлива, выносными регуляторами с таймером.

Из числа российских производителей автоматизированные комплексы для малых и средних котельных мощностью



Рис. 4. Мини-котельная компании
«ТермоРобот»

1–3 МВт с топкой, оборудованной механической колосниковой решеткой, выпускает «Ковровский завод котельно-топочного и сушильного оборудования» (ООО «Союз»). Теплогенерация в зависимости от режима эксплуатации осуществляется с КПД до 91 %. Постоянный и стабильный режим горения обеспечивает значительную экономию угля в сравнении с обычными котлами с колосниковой решеткой. Такие комплексы поставляются в виде готовых блоков, облегчающих монтаж и подключение. В качестве топлива используется уголь фракции 0–50 мм. Подача топлива в топку и удаление шлака механизированы. Эксплуатация котла исключает непосредственное участие человека, оператор управляет работой котла вводом программы на шкафу управления. Загрузка бункера производится погрузчиком, шлак высыпается в контейнер или в тракторную тележку.

Основное преимущество такого автоматизированного комплекса состоит в том, что оператор исключен из схемы подачи угля, котел работает при закрытых топочных дверцах и не требует ручной загрузки угля и расшлаковки. Он также комплектуется регулирующей и сигнальной аппаратурой, обеспечивающей безопасную эксплуатацию. Все управление находится в шкафу управления, монтируемого в любом месте котельного зала.

Автоматическая модульная угольная мини-котельная компании «ТермоРобот» (Бердск) мощностью 25 и 40 кВт рассчитана на отопление небольших промышленных помещений (рис. 4). Машина

угля (3,5 т) обеспечивает до трех месяцев автоматической работы. Загрузка угля и вывоз золы производится с помощью бортового крана специалистами сервисной службы.

Уголь и все оборудование (котел с дожигателем и теплообменником, автоматика, циркуляционный насос) расположены в утепленном модуле размером 3,2 × 2,6 × 2,4 м, который устанавливается снаружи здания. Для теплоснабжения объектов большого объема и с высокими потерями тепла (200–600 кВт) может применяться параллельное включение 2–4 котлов. Например, в школе может быть установлен одиничный модуль при наличии резервного источника теплоснабжения. Но рациональнее для такого объекта установка сдвоенных или строенных модулей котельной.

Автоматизированные угольные котлы Carborobot (Венгрия) были разработаны для сжигания бурого угля и твердых биоотходов (рис. 5). В настоящее время в Венгрии находятся в эксплуатации несколько десятков тысяч таких котлов, причем свыше 20 000 из них работают в частных домах. Несколько лет назад такие твердотопливные котлы стали эксплуатироваться и в России. Высокий КПД (75–86 %), низкая эмиссия CO и NOx, сажи и дымовых частиц позволяют снизить нагрузку на окружающую среду до нормативно допустимого уровня. Котлы хорошо зарекомендовали себя при отоплении частных домов, небольших многоквартирных зданий, школ, больниц, заводов, теплиц – там, где требуется автоматизированное отопление без постоянного контроля. Резервуар угля позволяет работать несколько дней без

дополнительной загрузки. Пока уголь в резервуаре не кончился котел не требует человеческого вмешательства, управление происходит автоматически. Удаление шлака производится во время заполнения резервуара.

В зависимости от качества угля, горение при необходимости возобновляется автоматически в течение 2–5 дней. Полностью автоматическое управление позволяет регулировать горение по сигналам термостата. Корректный монтаж котла в соответствии с используемым топливом позволяет обойтись без непрерывного контроля оператора, при этом изменение погодных условий не влияет на качество горения. Эмиссия CO и NOx значительно снижена по сравнению с традиционными угольными котлами – до 200–500 мг/м³. Содержание до 25 % угольной пыли не препятствует работе котлов в штатном режиме. Но необходимо, чтобы топливо было сухим: загрязненный и влажный уголь может не поступать из бункера. А использование угля фракций выше 25 мм снижает мощность и ухудшает показатели по выходу вредных веществ. Номинальная мощность котлов составляет от 40 до 280 кВт.

Котлы Carborobot Bio могут работать не только на угле, но и на древесных отходах (щепе), пеллетах, отходах сельхозпроизводства (соломе, лузге подсолнечника и т.п.). Можно также использовать смесь угля и биоотходов, а также смеси биомассы – пеллет, агропеллет, щепы, зерновых отходов. Червячный транспортер (шнек) используется для транспортировки топлива в зону горения. Модели Carborobot Farmer рассчитаны для теплоснабжения и ГВС коттеджей, мастерских, теплиц, садово-воздушных парников, а также могут применяться в любых местах, где требуется непрерывная автоматическая регулировка отопления без постоянного надзора. Они тестираны на Европейский стандарт EN 303-5:1999 и имеют две камеры сгорания. Вторая камера, газификатор, предоставляет возможность регулируемой топки дровами и биобрикетами. В таком режиме котел работает с большой мощностью (импульсный режим), поэтому предлагается использовать буферный накопитель, если предполагается длительное использование дров.



Рис. 5. Котельная с венгерскими котлами Carborobot



ТЕПЛО
В НАШИХ РУКАХ!

8 800 200 8805

Звонки по России бесплатно

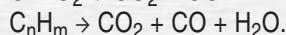
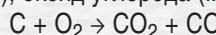
www.entroros.ru

Предупреждение коррозии в дымоходных системах

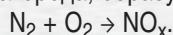
М. Иванов, к.х.н.

Продукты горения, отводимые в дымоходных системах, вызывают коррозионное разрушение поверхностей материалов, с которыми они контактируют. Причем, процессы разрушения происходят как в газовой фазе (при высокой температуре отводимых газов), так и в жидкой (при достижении температуры ниже «точки росы», когда образуется конденсат водяного пара).

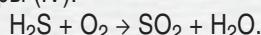
Сжигание различных видов топлива на объектах теплоэнергетики со- пряжено с процессами окисления, в результате которых образуются дымовые газы, содержащие оксид углерода (IV), оксид углерода (II) и пары воды:



Необходимый для реакции горения кислород берется из воздуха, где его содержание составляет около 21 %. Остальную часть воздуха в основном составляет азот, который при горении считается инертным газом. Однако этот с виду «инертный» газ при температурах горения топлива реагирует с молекулами кислорода, образуя оксиды:



В состав NO_x входят в основном NO_2 и NO , хотя могут образовываться и другие соединения, чью долевую составляющую обычно не расшифровывают. Кроме этого, в ряде видов топлива присутствуют примеси сернистых соединений, таких как сероводород (H_2S), меркаптаны ($\text{R}-\text{SH}$), сульфиды ($\text{R}-\text{S}-\text{R}$), дисульфиды ($\text{R}-\text{S}-\text{S}-\text{R}$), тиофены, тиофаны. В некоторых видах топлива содержание сернистых соединений может колебаться от 1 до 6 % по массе. При сжигании сернистые соединения образуют оксид серы (IV):

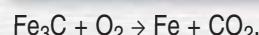


Как было сказано выше, продукты горения при повышенных температурах вызывают коррозийное разрушение стенок дымоотвода. При более низких температурах (50–150 °C), когда пары воды переходят в жидкую фазу, процессы коррозии происходят не менее активно, поскольку конденсат содержит

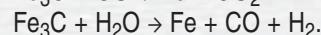
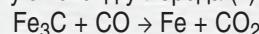
в растворенном виде сернистые соединения, окислы азота и другие компоненты. Обычно температура дымовых газов, проходящих в дымоходной системе, меняется от 700–1200 °C в зоне близкой к области горения топлива, до 60–80 °C в месте выхода в атмосферу. Очевидно, что температура дымовых газов, соответствующая точке росы, приходится на близкие к выходу участки системы.

Характер газовой коррозии зависит от температуры. Так, в зонах технологического оборудования с t от 150 до 200 °C дымовые газы для большинства металлов опасности не представляют. При повышении t до 300 °C дымы начинают оказывать разрушающее воздействие на металлы и их сплавы. С дальнейшим повышением температуры дымовых газов до 500 °C отдельные их компоненты, такие как оксид серы (IV) и оксид азота (IV), становятся химически активными по отношению к металлам, вызывая их газовую коррозию с достаточно высокой скоростью. Особенно интенсивно коррозия металлов протекает при t свыше 650 °C.

В подавляющем большинстве случаев элементы системы дымоходов изготовлены из стали и чугуна. Поэтому процесс коррозийного разрушения начинается с обеднения поверхностных слоев кристаллической решетки атомами углерода. Уместно напомнить, что железо образует с углеродом твердые растворы, в которых между узлами металлической кристаллической решетки появляются вкрапления атомов углерода. Процесс же обезуглероживания заключается в извлечении атомов углерода при восстановлении цементита под действием кислорода:



Причем, обезуглероживание происходит более интенсивно, если одновременно с кислородом в газовой фазе присутствуют оксид углерода (II) и пары воды:

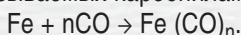


В результате извлечения из стали атомов углерода она теряет свою прочность и твердость. Вследствие этого на поверхности металла образуется окалина, которая может распространяться вглубь материала на несколько миллиметров.

Кроме этого, очень опасными для металлов являются газообразные соединения серы, особенно сероводород. Этот вид примесей встречается в значительных количествах в нефти, мазутах, а также в различных видах газового топлива. Конечно, основная доля сероводорода выгорает при сжигании топлива, превращаясь в оксид серы (IV), но некоторая его часть все же может остаться в дымовых газах и стимулировать протекание газовой коррозии материалов на основе сплавов железа. Так, уже при t около 300 °C в присутствии сернистых соединений на поверхности оборудования из стали образуется слоистая окалина, состоящая из FeS , FeO и Fe_3O_4 .

Еще более вредное влияние сернистые соединения оказывают на чугун. При t выше 400 °C начинается процесс окисления чугуна, причем, он протекает внутри деталей из данного материала и сопровождается увеличением примерно до 10 % объема деталей, образованием трещин и существенным понижением прочности материала. Максимальная интенсивность разрушения чугуна в присутствии сернистых соединений происходит при 700 °C.

Еще одним видом разрушения металлов под действием газообразных компонентов дымовых газов является так называемая карбонильная коррозия. Как известно, при низких температурах угарный газ CO, который также присутствует в дымах, инертен по отношению ко многим металлам. Однако при повышенных температурах оксид углерода (II) вступает в реакцию со многими металлами, образуя ряд комплексных соединений, называемых карбонилами:



Железо с оксидом углерода (II) может образовывать три вида карбонилов, но наиболее устойчивым среди них является только пентакарбонил $\text{Fe}(\text{CO})_5$, который разлагается только при t выше 140 °C.

Для предупреждения коррозии на металлических поверхностях оборудования в местах контакта с дымовыми газами применяют следующие меры защиты. Во-первых, для снижения интенсивности протекания газовой коррозии оборудования осуществляют мероприятия, предупреждающие образование водяного конденсата в дымоходных системах. Для этой цели температуру поверхности деталей оборудования поддерживают на 5–10 °C выше точки росы. Это может быть осуществлено различными методами, одним из которых является прогрев оборудования горячим воздухом.

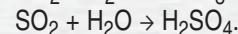
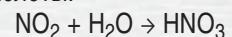
Во-вторых, для снижения скорости газовой коррозии процесс горения необходимо осуществлять при минимальном избытке свободного кислорода. Обычно для этих целей следует добиваться избытка свободного кислорода в размере 1,1–1,3 %. К сожалению, в ряде случаев избыток свободного кислорода составляет 1,8–2,3 % и больше.

В-третьих, для препятствования газовой коррозии необходимо применять коррозионно-стойкие материалы. Для этих целей можно применять низколегированные и высоколегированные марки сталей. Очень полезно использовать хромоникелевые стали, в которых присутствуют медь и марганец. Так, в ряде случаев для внутренней облицовки топок используются вставки из низколегированной стали марки CorTen, которая содержит 0,12 % углерода, 0,27–0,75 % кремния, 0,2–0,5 марганца, 0,15–0,6 % алюминия, 0,25–0,55 % меди, 0,5–1,25 % хрома и 0,65 % никеля. Применение этой марки стали позволяет понизить относительную скорость коррозии примерно в 2 раза. В то же время использование высоколегированных марок сталей позволяет понизить относительную скорость газовой коррозии от 3 до 5 раз. Для этих целей, например, может подойти высоколегированная сталь марки «Карпентен 20», содержащая 0,07 % углерода, 0,75 % марганца и 20 % хрома, или сталь марки «Хастеллой С», состоящая из 0,15 % углерода, 1,0 % марганца и 16,5 % хрома. Однако массовое применение высоколегированных сталей маловероятно из-за их высокой стоимости.

Как уже было отмечено ранее, второй тип коррозии под воздействием дымовых газов протекает при температурах ниже точки росы. Особенности этих процессов в первую очередь вызваны тем, что пары воды, присутствующие в дымах, конденсируются, образуя жидкую фазу. Для любознательных можно сообщить, что при сжигании 1 м³ природного газа образуется 2,5 кг водяного пара, из которого образуется от 1 до 1,6 кг агрессивного раствора. Интересно, что наибольшее количество конденсата в дымовых трубах образуется при температуре окружающего воздуха 6–7 °C.

Вызвано это тем, что при более низкой температуре топлива сжигается больше, что приводит к увеличению температуры дымовых газов на выходе, и вероятность конденсации водяных паров понижается. При более теплой погоде сжигание топлива сокращается и соответственно уменьшается образование пара.

Основной вред от образования водяного конденсата заключается в том, что он взаимодействует с азотным и серным ангидридами, образуя соответствующие кислоты:



Очевидно, образующиеся азотная и серная кислоты, как соединения с достаточно высокой окислительной активностью, будут разъедать различные материалы. Поскольку обычно конденсация водяных паров происходит в дымовых трубах, то они и страдают в первую очередь от такого коррозионного разрушения.

Дымовые трубы бывают разные. Они отличаются по конструкциям и материалам, из которых они построены. Предупреждение же коррозионного разрушения дымовых труб подразделяется на методы сокращения вредных примесей в дымах и методы, снижающие скорость коррозии. Среди мероприятий по снижению опасных компонентов в дымах можно отметить методы подготовки топлива, приводящие к снижению содержания в нем сернистых соединений, а чтобы снизить концентрации соединений азота в дымовых газах достаточно эффективны оказались методы беспламенного сжигания топлива.

Для снижения скорости коррозии дымовых труб применяют различные методы. Во-первых, проводятся мероприятия по сокращению образования конденсата. Для этой цели дымовые трубы снабжают теплоизоляцией. Это особенно важно для труб из металлов, которые обладают высокой теплопроводностью. В таких трубах происходит быстрое остыивание дымовых газов и интенсив-





ное выпадение водяного конденсата. В качестве утеплителя дымовых труб обычно используют негорючую минеральную вату или базальтовое волокно с наполнителем, играющим роль связующего. Толщина теплоизолирующего слоя в трубах обычно меняется от 35 до 100 мм.

Во-вторых, в ряде конструкций дымовых труб предусмотрены конденсатоотводные трубы и конденсатосборники. На внутренней поверхности дымовой трубы установлены устройства для сбора конденсата, который затем по специальному каналу стекает в сборник, расположенный у фундамента трубы. Интересно отметить, что в котлах устаревшей конструкции с относительно низким значением КПД наблюдалась достаточно высокая температура дымовых газов на выходе из дымовой трубы. Поэтому в этих случаях ни утепление трубы, ни сборка конденсата не требовались. Однако для современных котельных агрегатов, имеющих высокие значения КПД и низкую температуру дымовых газов на выходе, мероприятия по сбору конденсата необходимы.

Дымовые трубы изготавливают из стальных, устойчивых к коррозии, кирпича, железобетона и керамики. Стальные дымоходы имеют круглое сечение и гладкие стенки. Это увеличивает тягу и уменьшает сопротивление дымовых газов. Дымоходы из нержавеющей стали бывают одноконтурные и двухконтурные. Одноконтурные дымовые трубы

состоят из одного слоя оболочки, двухконтурные из двух оболочек, внутренней дымоходной трубы и наружного стального кожуха, между которыми уложен утеплитель. Толщина наружной оболочки несущего ствола зависит от ее конструкции и высоты. Обычно она меняется в диапазоне от 4 до 10 мм. Внутренние части газохода чаще всего изготавливают из двух различных материалов: нержавеющей стали толщиной 1–4 мм и углеродистой стали толщиной 3–6 мм.

К достоинствам дымовых труб из металла можно отнести легкость монтажа при сборке трубы из отдельных элементов конструкций, а к недостаткам – высокую скорость коррозии под действием кислых растворов. Так, скорость коррозии стали у оголовка трубы составляет около 0,14–0,17 мм в год, на остальной части ствола она протекает со скоростью 0,05–0,18 мм в год. В то же время отсутствие теплоизоляции приводит к возрастанию скорости коррозии более чем в 4 раза. К сожалению, необходимо отметить, что и нержавеющие стали в некоторых случаях также подвержены коррозии. Особенно заметно это происходит в присутствии в кислотном конденсате анионов галогенов, которые играют в этом случае роль катализатора.

Другим материалом, который ранее довольно часто применялся для строительства дымовых труб, был кирпич. Такие трубы строились для отвода дымовых газов различной степени агрессивности и для дымов с различной температурой. Кирпичные дымовые трубы состоят из кладки кирпичей, стянутой снаружи металлическими кольцами, конструкций ходовых маршей, светофорных площадок и средств молниезащиты. Важно отметить, что под действием кислотных растворов коррозии подвергаются не только металлы, но и материалы из обожженной глины, бетона и керамики. Коррозионному разрушению наиболее подвержены оголовки кирпичных дымовых труб. Коррозия протекает с одной стороны под воздействием агрессивных дымовых газов и конденсата, а с другой – в результате воздействия атмосферных осадков. Интенсивная коррозия вызвана тем, что на шершавой поверхности кирпичной кладки быстро образуется конден-

сат, и чем длиннее труба, тем больше его образуется. Помимо этого, на внутренней шершавой поверхности кирпичной трубы часто накапливается сажа, которая может привести к возгоранию, а затем и образованию трещин при температурной деформации. Внутренняя кирпичная поверхность также подвержена абразивному износу за счет выноса с дымовыми газами золы, образованной при неполном сгорании топлива. Чтобы избежать разрушения кирпичной кладки, внутреннюю поверхность дымовой трубы покрывают обмукровкой. Кроме того в дымоходную шахту трубы часто устанавливают специальные вставки из нержавеющей кислотостойкой стали. Основными достоинствами кирпичных дымовых труб является простота строительства и ремонта. К недостаткам следует отнести высокую трудоемкость возведения, ограничение по высоте (не более 120 м), а также необходимость регулярной подтяжки стяжных колец. Однако при правильной эксплуатации кирпичные дымовые трубы могут прослужить долго.

Другим материалом, который применяется при строительстве дымовых труб, является железобетон. Такие трубы получили наибольшее распространение для удаления дымовых газов широкого диапазона агрессивности. Для препятствования коррозии железобетонные трубы покрывают футеровкой, которая бывает различных видов. Одним из видов антикоррозионного покрытия является кирпичная футеровка. Однако, как показали практические наблюдения, этим дымовым трубам присущи серьезные недостатки, которые выражаются в высокой стоимости строительства и слабой противокоррозионной защите. Поэтому большое распространение получили железобетонные трубы с противодавлением, обладающие большей способностью противостоять коррозии. В этой конструкции между железобетонным стволом трубы и ее футеровкой предусмотрен зазор для протекания воздушного потока. Кроме этого часто строятся железобетонные трубы с монолитной футеровкой из легкого бетона. Для этих целей используется полимерцементные и полимерсиликатные марки бетонов. Футеровка из легких сортов бетонов одновременно выполняет

сразу две функции: образует защитное покрытие от коррозии и создает теплоизоляционный слой несущего ствола.

Довольно перспективными оказались конструкции дымовых труб с железобетонным стволов, внутри которого находятся газоотводные трубы из другого материала, обладающие высокой устойчивостью к коррозии. Железобетонный ствол таких труб создает устойчивость при ветровой нагрузке, а газоотводной канал принимает на себя агрессивное воздействие дымовых газов. Для газоотводной трубы применяют металл, конструкционные пластмассы и керамику. По мнению специалистов, довольно перспективным для защиты от коррозии газоотводных каналов является применение покрытия из конструкционных пластмасс. Однако необходимо помнить, что этот вид материала применим

только для отвода влажных агрессивных газов со сравнительно невысокой температурой, не превышающей 90 °С. Такие защитные покрытия создаются на основе связующего вещества и наполнителя. В качестве материала для пропитки обычно используют стеклоткани. В качестве связующего вещества применяют эпоксидные или фенолоформальдегидные смолы. Газоотводящий ствол покрывают полимерным покрытием снаружи и изнутри. Снаружи газоотводную трубу покрывают слоем толщиной в 2–3 мм, а внутри газоотводного канала толщина этого слоя составляет 1–2 мм. Кроме этого, на особо опасных участках, например, у оголовка трубы поверх защитного покрытия наносится слой толщиной 0,8–1,0 мм из огнезащитной мастики на основе водополимерной дисперсии с функциональными

минеральными и органическими наполнителями. Однако некоторые специалисты все же считают, что защитные покрытия газового канала на основе полимерных соединений не могут получить большого распространения, поскольку вряд ли удастся достичь высокой адгезии к основному материалу, с одной стороны, а с другой – предотвратить растрескивание полимерной массы под воздействием частых изменений температуры поверхности.

В связи с этим довольно выигрышным выглядит применение для защиты газоотводного канала дымовой трубы технической керамики. Этот материал не только устойчив к воздействию кислых растворов конденсата, но и с ликвой выдерживает резкие температурные изменения, включая воспламенение сажи на поверхности.

jeremias®
ДЫМОХОДЫ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

www.jeremias.ru



Во всем мире активно развивается производство тепла и электроэнергии из биомассы. Одним из перспективных направлений в реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий при одновременном снижении загрязнения окружающей среды является вовлечение в хозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов, таких как отходы органического происхождения в агропромышленном комплексе.

Опыт использования отходов агропромышленного производства в качестве топлива

В. Котлер, к.т.н., И. Рыжий

В России распоряжением Правительства РФ от 8 января 2009 г. № 1-р были утверждены «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 г.». В соответствии с этим документом предполагается увеличение производства электрической энергии от возобновляемых источников (кроме ГЭС мощностью более 25 МВт) примерно с 0,5 до 4,5 % общего объема. Наряду с малыми ГЭС, ветроэлектростанциями,

геотермальными, приливными и солнечными электростанциями поставленную задачу будут решать и тепловые электростанции, использующие биомассу в качестве основного или дополнительного топлива.

Характеристики видов органического топлива

Важнейшую роль в этом сегменте играют растительные отходы, образующиеся при производстве сельскохозяйственной продукции, а также при ее дальнейшей переработке. Значительную долю пригодной к использованию биомассы составляют отхо-

ды растениеводства: солома, костра, лузга, стебли некоторых растений (рис. 1) и др. Характеристики этих видов топлива весьма благоприятны для сжигания. Темпера тура сгорания большинства отходов растениеводства составляет 13–15 МДж/кг (3100–3600 ккал/кг), все они имеют высокий выход летучих (до 80 %) и чрезвычайно низкое содержание серы. В таблице 1 приведен элементный состав и энергетические характеристики некоторых видов топлива.

Совершенно очевидно, что перечисленные виды органического топлива и другие отходы агропромышленного ком-

Таблица 1. Состав органической массы и характеристики биотоплива

Топливо	Состав органической массы, %			Энергетические характеристики		
	C°	H°	O°+N°	Wr, %	Ar, %	Qri, МДж/кг (ккал/кг)
Солома	44,9	5,4	49,7	8,0	5,0	13,12 (3130)
Лузга подсолнечника	51,7	6,3	42,0	15,0	2,0	15,50 (3700)
Хлопок	42,4	5,9	46,6	4,0	0,5	-
Камыш	-	-	-	16,0	7,4	14,40 (3440)
Сосна	50,2	6,0	43,8	57,4	1,4	7,12 (1700)
Береза	49,3	6,1	44,6	50,4	2,1	8,14 (1940)
Осина	48,8	6,1	45,1	44,0	1,1	9,15 (2180)

плекса могут быть с успехом использованы (особенно в отдаленных и горных районах) в развивающихся фермерских хозяйствах и предпринимательских структурах в сельском хозяйстве.

Для центральных и южных районов Российской Федерации характерны следующие цифры: отходы в полеводстве состоят из соломы (90 %), стержней початков кукурузы (2 %), стеблей подсолнечника и кукурузы (2–2,5 %), костры, половы и рисовой лузги (6–7 %), лузги подсолнечника (0,7–0,9 %). Расчеты показывают, что при урожайности 40 ц/га можно получить с 1 га количество органического топлива, эквивалентное 1,5 т высококачественного жидкого топлива. Практика подтверждает, что 5 кг соломы по количеству выделенного тепла эквивалентны 1,6 кг жидкого топлива. К тому же стоимость 1 ГДж теплоты, выработанной из соломы, вдвое ниже стоимости такого же количества теплоты, полученной из жидкого топлива. При этом 70 % стоимости теплоты соломы составляют затраты на ее транспортировку и хранение, которые экономически оправданы при радиусе перевозок до 40–45 км.



Рис. 1

Эффективное сжигание органического топлива

В большинстве стран Европы (Германия, Великобритания, Дания и др.) по экологическим соображениям сжигание соломы непосредственно на полях запрещено. Не разрешается и запахивать солому на полях, так как это приводит к поглощению азота почвы. Поэтому широко практикуется энергетическое использование соломы. Для реализации этого пути во многих странах выпускают высокоеэкономичные котлы и отопительные установки с различной степенью автоматизации.

На предприятиях агропромышленных комплексов уже длительное время используются теплогенераторы мощностью 0,25 и 0,5 МВт с подачей, соответственно, 15 и 25 тыс. м³/ч воздуха, подогретого до 120 °C. Используются такие установки для сушки семян и зерна различных сельскохозяйственных культур, а также для отопления птичников и теплиц площадью до 200 м². По отзывам потребителей, эти установки, сжигая растительные отходы, с успехом заменяют жидкотопливные генераторы типа ТГ и ВПТ.

На древесных отходах работают топочные устройства типа ВЗГА мощностью от 0,1 до 0,5 МВт, выпуск которых освоил завод в г. Коврове. Более мощные

установки (до 4 МВт), оборудованные воздухоподогревателями, могут быть использованы не только для сушилок сельскохозяйственного назначения, но и для отопления производственных помещений.

Эффективное сжигание органического топлива обеспечивают рекуперативные твердотопливные воздухонагреватели ВРТ (рис. 2). Номинальная теплопроизводительность таких воздухонагревателей составляет от 50 до 500 кВт, разность температур нагреваемого воздуха ($t_{вых}$ – $t_{вх}$) меняется от 40 до 100 °C. Максимальный расход нагреваемого воздуха при $\Delta t = 100$ °C – 14 тыс. м³/ч, при $\Delta t = 40$ °C – 35 тыс. м³/ч. Габариты самого мощного воздухонагревателя: длина с вентилятором – 4 м, ширина – 1,4 м, высота – 3,2 м. Топка воздухонагревателя разделена на 2 зоны: в нижней, в которую подается первичный воздух, происходит термическое разложение топлива, в верхней – сжига-

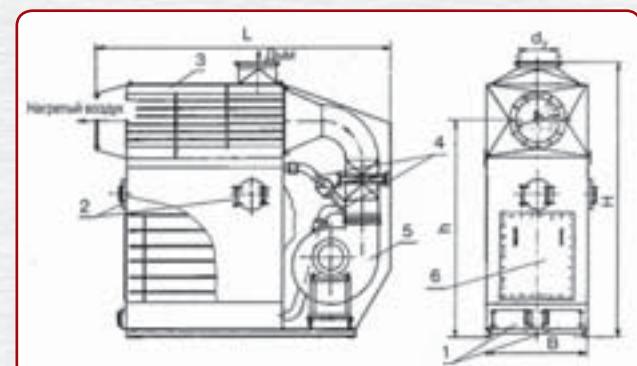


Рис. 2: 1 – люк для удаления золы; 2 – загрузочный люк; 3 – теплообменник; 4 – воздуховоды подачи первичного и вторичного воздуха; 5 – вентилятор; 6 – технологический люк

ние (за счет вторичного воздуха) образующихся продуктов разложения. Тяга осуществляется естественным образом с помощью дымовой трубы.

Для сушки растительного сырья при приготовлении витаминной муки используют отечественные пневмобарабанные агрегаты типа АВМ, которые обычно комплектуются топками на жидкотопливной мощностью от 1,8 до 5,2 МВт. Затраты дорогостоящего жидкого топлива на них достигают 200–300 кг на 1 т готового корма. Значительная экономия в случае сжигания лузги подсолнечника и риса, сечки соломы, стержней и стеблей кукурузы и подсолнечника может быть получена на отече-



Рис. 3

ственных агрегатах АВМ-0,65, АВМ-1,5 и на зарубежном агрегате СБ-1,5 (Польша).

В Европе хорошо зарекомендовали себя топочные устройства фирмы «Гарibalди» (Италия), которые позволяют эффективно сжигать растительные отходы. Мощность таких топок меняется от 1,6 до 8,0 МВт. Эти установки, как и вышеупомянутые, используются для получения тепловой энергии непосредственно на предприятиях агропромышленного комплекса, то есть там, где ощущается потребность в утилизации отходов сельскохозяйственного производства. Но за рубежом уже имеются примеры успешного использования этих отходов и для выработки электрической энергии. Следует, правда, признать, что такая практика обычно используется не крупными ТЭС, входящими в энергокомпании общего пользования (Utility), а небольшими ТЭЦ, принадлежащими муниципалитетам или агропромышленным предприятиям, технологический цикл которых предполагает образование большого количества горючих отходов.

Удачный пример использования биотоплива в США – ТЭЦ Вудленд (Woodland, штат Калифорния). Мощность ТЭЦ – 25 МВт. Котел с циркулирующим кипящим слоем имеет производительность 113,4 т/ч при давлении пара 6,45 МПа и t = 482 °C. В котле можно сжигать различные виды отходов деревообрабатывающего и сельскохозяйственного производства, включая скорлупу миндального и грецкого орехов, персиковые и оливковые косточки, солому, рисовую шелуху, а также отходы, образующиеся при обрезке виноградников. Различные виды биотоплив смешиваются для достижения относительно однородной массы с теплотой сгорания выше 16,28 МДж/кг (3890 ккал/кг). Численность штатного

персонала электростанции составляет 23 человека. Контракт с электросетевой компанией PG&E составлен таким образом, что наибольшая прибыль от продажи ей электроэнергии приходится на месяцы летней пиковой нагрузки.

Электростанция работает достаточно надежно, хотя сжигание больших объемов сельскохозяйственных отходов приводит к износу оgneупоров в циклонах золоулавливания. Дополнительные трудности связаны с тем, что объемы поставляемых на ТЭС отходов сельскохозяйственного производства меняются в зависимости от времени года. Запуск энергоблока из холодного состояния занимает от 12 до 14 ч (при этом используются две газовые горелки: одна для подогрева воздуха, другая – для самой топки).

В Великобритании производство энергии из биомассы в общем объеме генерации уже составляет 3,8 %. Показатели обещают расти и впредь, поскольку, согласно планам Европейского Союза, к 2020 г. доля возобновляемых источников энергии должна увеличиться до 20 %, а биоэнергия предположительно составит две трети всей возобновляемой энергии.

Развитие биогазовых технологий

Перспективным направлением использования в качестве топлива отходов сельского хозяйства является развитие биогазовых технологий. Эти технологии позволяют решить не только энергетические проблемы (получение газообразного топлива, электрической и тепловой энергии), но и экологические (полная утилизация всех органических отходов агропромышленного комплекса, а также бытовых и коммунальных стоков). Кроме того, некоторые технологии позволяют получить экологически чистые органические удобрения, а также улучшить условия труда и быта сельского населения.

Оборудование для реализации биогазовых технологий изготавливают как в России, так и за рубежом. На рынке предлагаются как собственно биогазовые установки, так и горелочные устройства, позволяющие сжигать биогаз на традиционных котлах большой мощности (пока только зарубежного производства). На рис. 3 показаны промышленные горелки компании Ray Oil & Gasbrenner GmbH (Германия), которые способны работать на всех видах

газового топлива, в том числе на биогазе, а также на газомазутной смеси.

Из отечественных поставщиков биогазовых установок малой мощности известен Центр «ЭкоРос». Серийно выпускаемая им биогазовая установка ИБГУ-1 используется для переработки всех видов органических отходов, образуемых в небольших хозяйствах. Даже при наличии 5–6 голов крупного рогатого скота установка позволяет получить газообразное топливо и жидкие органические удобрения. Перерабатывая ежедневно от 50 до 200 кг органических отходов при влажности не менее 85 % можно получать 50–200 кг жидких удобрений и от 3 до 12 м³ биогаза (что эквивалентно 8 кг топочного мазута).

При необходимости получения электрической энергии можно использовать биоэнергетический блок-модуль для фермерского хозяйства БИОЭН-1. Фактически это модуль мини-ТЭС в сочетании с установкой для получения биогаза. В его состав входят два биореактора объемом по 5 м³, газгольдер «мокрого типа» с полезным объемом 12 м³, бензино-биогазовый электрогенератор мощностью 4 кВт, биогазтеплогенератор мощностью 22 кВт (тепловых), инфракрасная беспламенная горелка мощностью 5 кВт и бытовая газовая плита. Перерабатывая в сутки до 1 т органических отходов, БИОЭН-1 производит:

- до 40 м³ биогаза суммарной тепловой сгорания 220 Мкал (что эквивалентно 28 кг топочного мазута);
- или 80 кВт·ч электрической энергии (220–380 В, 50 Гц);
- или 180 Мкал тепловой энергии;
- до 1 т экологически чистых органических удобрений. Годовое производство этих удобрений может составить 360 т, что достаточно для обработки 120–360 гектаров пахотной земли.

Собственные потребности установки в энергии для поддержания оптимальной температуры ферментации (52–53 °C) составляют не более 25–30 % от суточного производства биогаза.

В конце 90-х гг. другое российское предприятие – ТОО «Энерготехнология» разработало ряд термохимических газогенераторов тепловой мощностью от 40 кВт до 4,4 МВт, предназначенных для

Таблица 2. Характеристики газогенератора

Характеристика	Значение
Производительность по лузге, кг/ч	1250
Производительность по газу, м ³ /ч	3800
Состав сухого генераторного газа, % (об.):	
CO	27,6
H ₂	15,1
C _n H _m	2,2
CO ₂ + N ₂	7,0 + 48,1
Влагосодержание газа, % (об.)	15
Теплота сгорания сухого газа, МДж/нм ³	5,8
Давление в газогенераторе, кПа	2,0
Максимальная температура в зоне горения, °С	1300
Расход воздуха, нм ³ /ч	2000
Расход пара, кг/ч	200
Коэффициент полезного действия, %	95

переработки органосодержащих отходов. Эти установки в промышленном масштабе были освоены для газификации лузги семян подсолнечника на Пологовском маслозэкстракционном заводе (Украина, Запорожская обл.).

При работе этого завода ежедневно получалось около 120 т отходов в виде лузги семян подсолнечника. Завод имел котельную, укомплектованную четырьмя паровыми котлами, работавшими на мазуте. Паропроизводительность каждого котла – 20 т/ч. Даже после реконструкции одного из котлов оказалось, что сжигать в нем лузгу нецелесообразно: слишком большой механический недожог и различные эксплуатационные трудности оказались непреодолимым препятствием. Поэтому было принято решение применить термохимическую газификацию лузги с последующим сжиганием полученного газа. Чтобы избежать большой реконструкции топок, решено было сжигать газ совместно с мазутом, заменив только одну горелку в топочной камере.

В конечном варианте была принята блочная компоновка, при которой каждый из котлов получал газ от своего газогенератора, тепловая мощность которого, исходя из количества располагаемой лузги, составляла 4,4 МВт. В результате каждый котел эксплуатировался на двух видах топлива: мазуте (70 % по теплу) и генераторном газе (остальные 30 %). При этом экономилось 30 % мазута (на сниженной нагрузке доля биогаза была еще больше).

Специально для этой котельной был разработан слоевой газогенератор пря-

мого процесса, имеющий периферийное и центральное паровоздушное дутье и вращающуюся колосниковую решетку. Первый газогенератор был введен в опытно-промышленную эксплуатацию в 1995 г., а позже были сооружены еще 3 газогенератора. Оказалось, что генератор может устойчиво работать в диапазоне от 20 до 110 % номинальной мощности. При этом обеспечивается удовлетворительный сход топлива в шахте газогенератора и не происходит смолоотложения на внутренних поверхностях газопроводов. В таблице 2 приведены основные характеристики работы газогенератора в номинальном режиме.

Начальный период эксплуатации газогенератора на лузге семян подсолнечника позволил усовершенствовать конструкцию узла загрузки и колосниковой решетки. Были определены режимы работы, обеспечивающие минимальное отложение смол. Таким образом, было показано, что имеется реальная возможность при выработке энергии в сельских районах замещать существенную долю привозного топлива местным экологически чистым альтернативным топливом из отходов растениеводства.

Одним из самых успешных проектов последнего времени является внедрение БГС – биогазовой станции промышленного масштаба «Лучки» в Прохоровском районе Белгородской области (см. ПКМ, № 1 (16), 2013, «Перспективы биогазовых мини-ТЭС в России»). БГС была сдана в эксплуатацию в сентябре 2012 г. (рис. 4). Ее мощность – 2,4 МВт, что позволяет ежедневно вырабатывать 56 тыс. кВт·ч (этого количе-

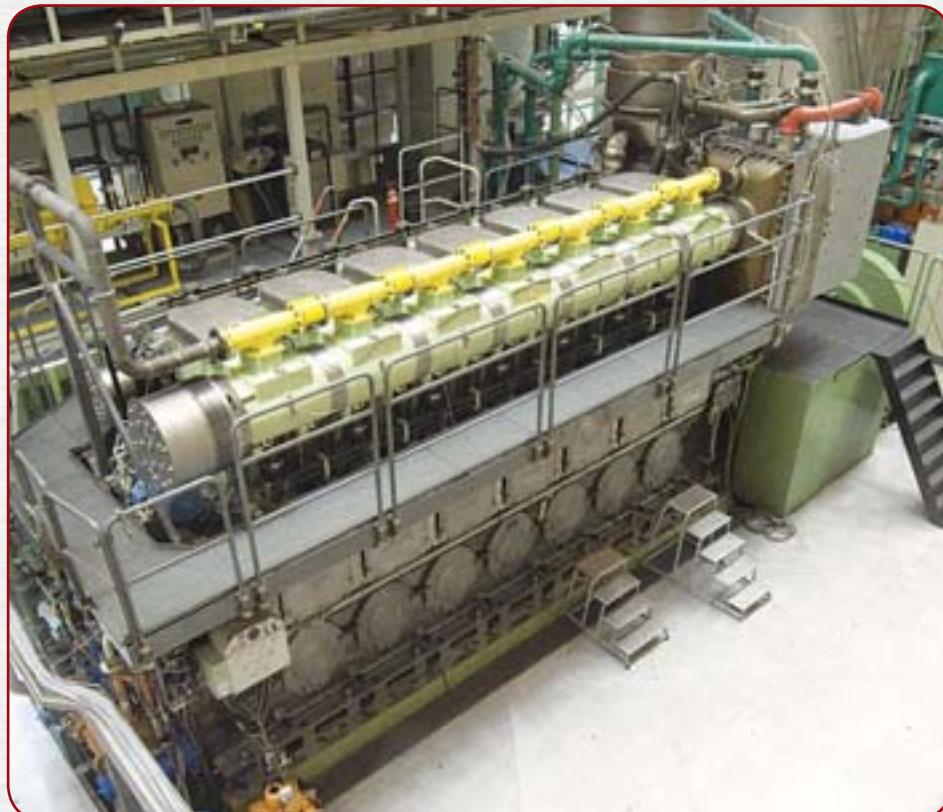


Рис. 4

ства электроэнергии достаточно для нужд жителей всего района). Сырьем для БГС служат отходы местного холдинга «АгроВолгогорье», включающего селекционно-гибридный центр и сахарные заводы.

Принцип работы биогазовой установки заключается в переработке отходов с помощью анаэробных микроорганизмов. Под их воздействием происходит процесс ферментации, в результате которой и вырабатывается биогаз, а также жидкое и твердые биоудобрения. Газ через систему охлаждения и очистки поступает для выработки электроэнергии и теплоты, а удобрения направляются в специальное хранилище.

Решение аналогичных задач за рубежом реализуется с привлечением крупных энергомашиностроительных компаний. Например, известная на мировом энергетическом рынке компания Turbomash SA (Швейцария) соорудила «под ключ» когенерационную энергетическую установку, полностью работающую на биомассе. Общая мощность комплексной установки составляет почти 30 МВт, работает она в окрестностях г. Кордова (Испания). Важнейшим элементом этого когенерационного модуля является газовая турбина TBM-T130 мощностью 14,3 МВт. Отработанные газы направляются непосредственно в две сушилки барабанного типа, поставляющие топливо в топку для сжигания отходов. Котел генерирует 55 т/ч пара при давлении 65 бар и t 450 °C. Полученный перегретый пар направляется в турбину TBM TV-3, на валу которой расположен электрогенератор мощностью 14,8 МВт. Отработанный пар конденсируется в охлаждаемом водой конденсаторе. Опыт эксплуатации установки при технической поддержке специалистов Turbomash подтвердил возможность получения экологически чистой энергии за счет использования биомассы.



Мы продолжаем разговор об оборудовании для мини-ТЭЦ, использующих биогаз в качестве основного топлива. В прошлом номере рассматривались газопоршневые установки, в данной статье рассказывается о безредукторных микротурбинных установках с воздушными подшипниками, а также о весьма необычных энергетических объектах – дизельных паровых электростанциях комбинированного цикла.

Биогазовые микротурбинные ТЭЦ и дизель-паровые электростанции

И. Трохин

Стремление повысить эффективность турбинных (особенно) и поршневых двигателей внутреннего сгорания заставляет их разработчиков искать и находить новые конструкторские и технологические решения, позволяющие наиболее рационально и экологически чисте обеспечивать выработку энергии. Развитие теплоутилизационной техники для полезного использования выхлопных газов позволяет добиваться повышения коэффициента использования теплоты сгорания топлива на электростанциях с двигателями внутреннего сгорания. Однако задача увеличения электрического КПД электростанций остается весьма и весьма актуальной. В этой связи интересными объектами представляются безредукторные микротурбинные установки, в частности, способные работать

на газообразных биотопливах и оснащаемые высокооборотными электрогенераторами, а также – сравнительно более мощные дизель-паровые электростанции комбинированного цикла, которые уже начали появляться в зарубежной практике производства электроэнергии. Причем, в последних принципиально могут использоваться не только паровые лопаточные или винтовые турбины, но и паровые поршневые машины (паромоторы) нового поколения.

Микротурбины на биогазе

Среди современных газотурбинных установок распространение за рубежом и в России получили так называемые микротурбинные установки (рис. 1). Под термином «микротурбина» стали понимать газовую лопаточную турбину мощностью до не-

скольких мегаватт (обычно, до 1–2 МВт). В качестве топлива может использоваться не только керосин, дизельное топливо или природный газ, но и биогаз. Разработкой и производством микротурбинных установок занимаются такие компании, как Calnetix Power Solutions (США), Ingersoll Rand Energy Systems (США), OPRA Technologies (Голландия). Однако весьма интересны в конструктивном и энергетическом отношении микротурбинные установки под маркой Capstone американской корпорации Capstone Turbine Corporation. Рассмотрим особенности их устройства и технические возможности при работе на различных биогазах.

Как биогазовое топливо для микротурбин Capstone можно применять газ из органических отходов, например, полученный на полигонах твердых быто-

вых отходов, или биогаз из биореактора, вырабатываемый в биотехнологическом процессе анаэробной деструкции (сбраживания). Сравнительные технические данные для микротурбинных установок Capstone электрической мощностью 200 и 1000 кВт приведены в табл. 1, из которой видно, что их электрический КПД может оставаться одинаково неизменным при работе как на природном газе, так и на биогазе.

Модельный ряд микротурбинных установок Capstone C30, C65 и C200 строится на базе микротурбин единичной электрической мощностью соответственно 30, 65 и 200 кВт. Кроме этого, модель C200 служит также основой для построения микротурбинных систем C600, C800 и C1000 электрической мощностью соответственно 600, 800 и 1000 кВт. Многотурбинные системы имеют контейнерное исполнение, в состав которого включен и шкаф с оборудованием для обеспечения синхронизации при параллельной работе электрогенераторов. Например, модель C1000 комплектуется пятью микротурбинными установками C200.

По материалам информационного проспекта «Микротурбинные установки Capstone» (www.capstone.ru) российской компании «БПЦ Инжиниринг» (Москва) известно, что рассматриваемые установки разрабатывались с начала 1990-х гг. по заказу Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США (NASA) и сегодня эксплуатируются в более чем 50 странах мира при окружающего воз-

духа от -60 до +50 °C, в том числе, для энергоснабжения стратегически важных объектов. Кратко отметим особенности их конструкции.

На валу микротурбогенераторного агрегата соосно расположены высокооборотные (45–96 тыс. об/мин) турбина, дожимной компрессор и двухполюсный электрогенератор. Последний имеет возбуждение от постоянных магнитов и охлаждается при работе набегающим потоком воздуха, поступающего в агрегат. Камера сгорания и рекуператор-теплообменник (использует теплоту отработавших в турбине газов для предварительного нагрева поступающего в камеру сгорания воздуха) тоже размещены в компактном корпусе агрегата. Применение рекуператора повышает КПД микротурбинной установки вплоть до 35 %.

Специалистам корпорации Capstone Turbine Corporation первым удалось разработать и коммерциализовать оригинальную конструкцию воздушных подшипников. Микротурбинами Capstone достигается весьма высокая частота вращения вала ротора, максимальное рабочее значение которой составляет 96 тыс. об/мин. Помимо этого, воздушные подшипники (запатентованная разработка) не требуют при своей работе смазочного масла.

Заслуживает внимания и электрическая часть микротурбинных установок Capstone. Пуск микротурбины может осуществляться непосредственно от блока аккумуляторных батарей, входящего в состав установки. Электрогенератор



Рис. 1. Электростанция с микротурбинными установками Capstone C65

при работе генерирует переменное трехфазное напряжение частотой до 1,6 кГц в зависимости от частоты вращения вала ротора микротурбины. Далее, с помощью выпрямителя, получается постоянное (выпрямленное) напряжение, которое через инвертор преобразуется в переменное трехфазное синусоидальное напряжение необходимой потребителю величины и частоты. Диапазон выходного рабочего напряжения может составлять от 380 до 480 В при частоте, например, 50 Гц. Инвертор построен с использованием быстродействующих IGBT-транзисторов, что позволяет получать выходное напряжение, показатели качества которого соответствуют требованиям международных стандартов в области качества электроэнергии. А оснащение микротурбинных установок системой управления с высокой степенью автоматизации позволяет обходиться без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Поддерживаются дистанционный мониторинг и диагностика технического состояния оборудования.

Микротурбинные установки Capstone могут функционировать в различных режимах: параллельно с сетью или автономно от нее; в составе когенерационной или тригенерационной установки (совместно со специальным водогреющим теплообменником определенного типоразмера разработки корпорации Capstone Turbine Corporation или соответствую-

Таблица 1. Технические данные микротурбинных установок Capstone

Модель	C200 НР	C1000 НР
Топливо	Природный газ, пропан, биогаз	
Электрическая мощность, кВт	200	1 000
Электрический КПД, %	33	33
Расход выхлопных газов, кг/с	1,3	6,7
Температура выхлопных газов, °C	280	280
Ресурс до капитального ремонта, ч	60 000	
Габаритные размеры, м:		
длина	3,8	9,1
ширина	1,7	2,4
высота	2,5	2,9

Примечание. Из каталога «Capstone Product Catalog 2010» (www.capstoneturbine.com).

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

Таблица 2. Технические данные электрогенераторной установки с V-образным дизельным двигателем MAN 18V48/60TS

Параметр, единица измерения	Значение для режима работы	
	I	IV
Число цилиндров		18
Диаметр цилиндра, мм		480
Ход поршня, мм		600
Электрическая мощность, кВт	18 465	21 103
Частота:		
вращения вала, об/мин	500 (514)	
электрического тока, Гц	50 (60)	
Номинальный КПД генератора, %		97,7
Габаритные размеры, мм:		
длина	4510	
ширина	4694	
высота	9023	
Сухая масса, т		407

Примечание. Из каталога «Электростанции: продукция и услуги. Программа 2012 г.» (www.mandieselturbo.ru).

Таблица 3. Технические данные паровых турбин MAN MARC2

Параметр, единица измерения	Значение
Диапазон электрических мощностей, МВт	4–10
Максимальные параметры пара на входе:	
абсолютное давление, бар	90
температура, °С	520
Частота вращения вала, тыс. об/мин	10–12

Примечание. Из каталога «Электростанции: продукция и услуги. Программа 2012 г.» (www.mandieselturbo.ru).

Таблица 4. Сравнительный пример для дизельной электростанции в простом и комбинированном конденсационном циклах работы

Количество и модель дизелей MAN	8 × 18V48/60
Электрическая мощность, кВт:	
в простом цикле	143 965
с паротурбинной установкой	155 865
Электрический КПД, %:	
в простом цикле	44,7
с паротурбинной установкой	48,4

Примечание. Из каталога «Электростанции: продукция и услуги. Программа 2012 г.» (www.mandieselturbo.ru).

щим российским теплообменным оборудованием). Теплообменник может быть «нагружен» на одну, две, четыре или более микротурбинных установок. Общий КПД для микротурбинных установок Capstone в режиме когенерации или тригенерации составляет до 92 %. Для реализации последнего

режима когенерационная установка дооснащается абсорбционной бромистолитиевой холодильной установкой, способной работать на горячей воде (от теплообменника-utiлизатора отработавших газов микротурбины). Помимо этого, каждый турбогенератор рассчитан на обособленную

или параллельную работу в системе из отдельных микротурбоустановок Capstone.

Электростанция с микротурбинными установками Capstone, использующими для работы биогаз (см. рис. 1), может служить источником электрической и, в когенерационном режиме, тепловой энергии, например, в сельском хозяйстве или на агропромышленных предприятиях.

Так, в окрестностях германского города Франкфурт с октября 2008 г. на ферме эксплуатируется биогазомикротурбинная электростанция. Теплота выхлопных газов от установок Capstone используется в теплообменном аппарате для получения горячей воды, расходуемой на подогрев метантанков, потребителями в жилых и хозяйственных строениях.

«Дизель плюс пар»

Диаметрально противоположным микротурбинному решению задачи ввода новых генерирующих мощностей для энергоснабжения потребителей является подход, основанный на создании и эксплуатации мощных электростанций с поршневыми двигателями внутреннего сгорания (рис. 2) и теплоутилизационными паротурбинными надстройками.

По сообщению пресс-релиза на интернет-сайте (www.mandieselturbo.com) компании MAN Diesel & Turbo SE (Германия, город Аугсбург) от 20 июня 2012 г., известно, что дизельная электростанция комбинированного цикла будет построена в Республике Кения (Восточная Африка) для национальной энергетической компании Kenya Power & Lighting Company и введена в эксплуатацию, как планируется, в середине этого года. Пять энергоблоков с дизельными двигателями MAN 18V48/60 (табл. 2) компании «МАН Дизель и Турбо» суммарной электрической мощностью 88 МВт и паровая лопаточная турбина MAN MARC2 (табл. 3) мощностью 6,8 МВт составят генерирующую основу этой электростанции. Паротурбинный энергоблок добавит 9 % к электрическому КПД электростанции.

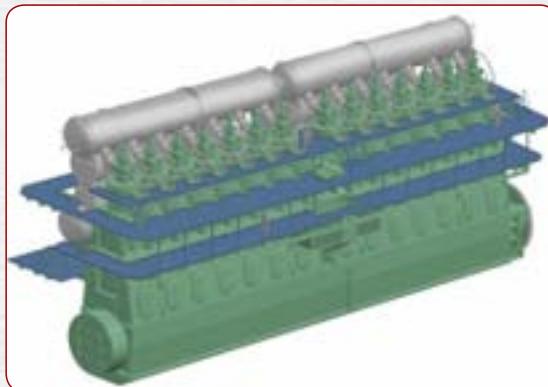


Рис. 2. Мощный поршневой двигатель внутреннего сгорания компании MAN Diesel & Turbo SE (Германия)



Рис. 3. Дизельный двигатель MAN 18V48/60TS

Дизельный двигатель MAN 18V48/60TS (рис. 3) может работать как на дизельном топливе, так и на мазуте. Он относится к классу мощных жидкотопливных поршневых двигателей внутреннего сгорания, производимых компанией MAN Diesel & Turbo SE, эффективный КПД которых составляет от 45 до 49 %.

Паровые лопаточные турбины этой же компании выпускаются под зарегистрированным товарным знаком MARC. В состав модульной компоновки турбоагрегата помимо собственно паровой турбины входят: редуктор, электрогенератор, система смазки низкого давления, гидравлическая система управления высокого давления, автоматизированная система контроля и регулирования. Перекрываемый диапазон мощностей от 1,5 до 40 МВт. Возможны исполнения турбин MARC для работы в конденсационном режиме

(с отбором пара и без него) или с противодавлением.

Сущность работы электростанции комбинированного цикла с двигателем внутреннего сгорания и теплоутилизационной паросиловой установкой состоит в следующем: теплота выхлопных газов полезно используется в паровом котле-utiлизаторе с целью обеспечения получения в нем водяного пара (обычно, перегретого), который необходим для функционирования парового двигатель-электрогенераторного агрегата. В качестве парового двигателя в принципе может применяться лопаточная или винтовая турбина, либо поршневой двигатель (классическая тихоходная или быстроходная паровая машина, паровой мотор).

Отработавший пар направляется в конденсационное устройство или (как на паросиловых ТЭЦ и в паровых котельных) для подогрева воды в пароводяном теплообменном аппарате. Подогретая вода может расходиться на собственные нужды либо для целей отопления и ГВС. Таким образом, можно повышать электрический КПД электростанции (табл. 4) или в режиме ТЭЦ – ее общий КПД.

В заключение необходимо отметить резерв повышения эффективности работы дизель-паровых электростанций комбинированного цикла, который касается топлив для поршневых двигателей внутреннего сгорания (рис. 4).

Учитывая благоприятные перспективы использования жидкого и газообразных биотоплив вместо традиционных (мазута, дизельного топлива и природного газа), получаемых из невозобновляемых природных ресурсов, в двигателях внутреннего сгорания компания MAN Diesel & Turbo SE в линейке своих дизельных, газопоршневых и двухтопливных поршневых двигателей для электростанций предлагает (по данным интернет-сайта MAN Diesel & Turbo SE, дата обращения: 04.02.2013):

- двух- и четырехтактные двигатели в диапазоне единичных мощностей от 450 кВт до 80 МВт для работы на жидком топливе (дизельном, мазуте, сырой нефти), в том числе возобновляемых биотопливах;

- газовые и двухтопливные двигатели единичной мощностью от 2,3 до 17,55 МВт, способные работать на природном газе или биогазе, а также (для двухтопливных) которые возможно переключать на работу с одного вида топлива на другой (например, с жидкого на газообразное) и наоборот.

В режиме когенерации электрической и тепловой энергии на биотопливных электростанциях (без паросиловой надстройки) с поршневыми двигателями внутреннего сгорания MAN, по крайней мере, при их единичных мощностях от 1 до 20 МВт общий КПД составляет около 90 %. Такие проекты реализованы, к примеру, в Бельгии (Electrawinds, с одним двигателем MAN 18V48/60) и Австрии (Fritzens, с одним двигателем MAN 5L16/24).



Рис. 4. Дизельный электроагрегат компании MAN Diesel & Turbo SE для работы на жидкком топливе



Сегодня за рубежом прослеживается определенная тенденция к развитию паровых поршневых когенерационных установок, работающих на биотопливе. К примеру, на территории Италии успешно эксплуатируется паромоторная мини-ТЭЦ, топливом для которой служит древесная щепа и пеллеты (древесные гранулы). Результаты этого проекта могут быть полезными для специалистов российской лесотехнической промышленности.

Опыт успешной эксплуатации паромоторной мини-ТЭЦ на биотопливе

И. Трохин

ВИталии реализован проект паромоторной мини-ТЭЦ на биотопливе – древесной щепе. Она была запущена в эксплуатацию в ноябре 2003 г. и предназначена для производства тепла, необходимого коммунальным и промышленным потребителям, и электроэнергии. Последняя вырабатывается с помощью электромашинного генератора, напрямую приводимого двухцилиндровым рядным германским паровым мотором, широко известным в европейских и ряде других зарубежных стран как «двигатель Шпиллинга» вертикального типа. Стоит сразу заметить, что для большей надежности и удобства проведения регламентных работ лучше иметь на мини-ТЭЦ как минимум по два мотора и генератора. Вообще, паровой мотор по современной научно-технической

терминологии представляет собой паровой поршневой двигатель однократного расширения пара, своей компоновкой напоминающий современный дизельный двигатель внутреннего сгорания и который может работать с частотой вращения вала в пределах от 400 до 3000 об/мин. Spilling-мотор включен параллельно редукционной задвижке между парогенераторным блоком и конденсационным теплообменником (бойлером для нагрева воды на нужды тепло- и горячего водоснабжения потребителей). Мини-ТЭЦ (рис. 1) соединена с централизованной электрической сетью, так как, по всей видимости, не оборудована выпрямительно-инверторными устройствами для обеспечения автономной от сети высокоточной стабилизации частоты электрического тока.

Территориальное размещение

Паросиловая мини-ТЭЦ с двигателем Шпиллинга расположена в административно-территориальном образовании «коммуна Фондо» автономной итальянской провинции Тренто. Сама коммуна находится в центре Анауйской долины на северо-западе Тренто. Численность населения составляет около полутора тысяч человек (2003–2005 гг.). Фондо является сельскохозяйственным центром и площадкой лесопромышленных предприятий.

Топливная инфраструктура

В лесной промышленности очень велик оборот первичного и вторичного древесного сырья, то есть самой древесины и ее отходов (кора, щепа, стружка, опилки). Древесина поставляется на мини-ТЭЦ в Фондо

главным образом из местных лесов и от множества компаний, производящих древесные строительные материалы для судов, модули для деревянных бревенчатых домов и крыш, а также – пеллеты (древесные гранулы, рис. 2). Поэтому строительство энергетической установки, которая может работать на древесных отходах и пеллетах, оказалось весьма привлекательным в инвестиционном плане проектом.

Кстати, в России тоже выпускаются паровые котлы для мини-ТЭЦ, топки которых адаптированы под эффективное сжигание древесных отходов, например, по технологии в высокотемпературном циркулирующем кипящем слое (ВЦКС), разработанные компанией ООО «Петрокотел-ВЦКС» (Санкт-Петербург). Их энергетические показатели (табл. 1) неплохие по сравнению с котлами на тра-

диционных невозобновляемых топливах, а экологические характеристики удовлетворяют требованиям Ростехнадзора.

Особенности устройства

На итальянской мини-ТЭЦ хранилище для древесной щепы имеет полезный объем 5,5 тыс. м³. Этого оказывается вполне достаточно для обеспечения ее работы на период около 25 дней. Древесное топливо загружается в два бункера с помощью механического податчика. Из бункеров оно в автоматическом режиме направляется в топки двух паровых котлов посредством гидравлической системы подачи.

Пар от котлов поступает в мотор (см. рис. 1), где, отработав, направляется в бойлер для нагрева воды. Последнийключен в районную тепловую сеть, и в зависимости от температуры наружного

воздуха, противодавление отработавшего в моторе пара регулируется для обеспечения требуемых по тепловому графику параметров теплоносителя в системе водяного теплоснабжения потребителей. Если противодавление на выходе мотора уменьшается, то выработка электроэнергии в мотор-генераторном блоке увеличивается. Когда паровой мотор выключен, пар от котлов проходит через редукционную дроссель-задвижку прямо в бойлер.

Паровой мотор запускается и останавливается по команде оператора путем дистанционного открытия и закрытия соответствующих задвижек. При таких переключениях, пока не будет включена аппаратура синхронизации с централизованной электросетью, мотор-генераторный блок работает на холостом ходу. Этот блок в целом и особенно генератор автоматически отключаются от электросети в случае возникновения неполадок. Управление и контроль за работой всех систем мини-ТЭЦ вместе с районной тепловой сетью обеспечивается дистанционно. Рабочие места операторов мини-ТЭЦ оснащены современным компьютерным оборудованием и средствами телефонной связи. На плоских экранах цветных жидкокристаллических мониторов отображается информация о параметрах на схемах тепловой и электрической частей мини-ТЭЦ в режиме реального времени. В парогенераторном блоке помимо котлов установлены устройства для очистки дымовых газов: батарейные циклоны и электростатические фильтры. Две батареи циклонов обеспечивают снижение выбросов летучей золы, а фильтры – удаление из дымовых газов аэрозолей в виде твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии.

В районную (локальную) сеть централизованного теплоснабжения потребителей коммуны Фондо горячая вода подается от мини-ТЭЦ 220 абонентам: коммунальным и частным. Конечные потребители тепловой энергии подключены к сети через главный тепловой пункт, в котором расположены теплообменник, арматура и необходимые контрольно-измерительные приборы. Каждый абонент имеет свой блок контроля фактического теплопотребления.

В табл. 2 представлены некоторые рабочие характеристики паромоторной

Таблица 1. Сравнительные характеристики паровых котлов для мини-ТЭЦ

Наименование топлива	Низшая рабочая теплота сгорания топлива	Топливосжигающее устройство	КПД нетто, %
Природный газ	34,86 МДж/м ³	Горелка	91–94,5
Каменный уголь	18,9–22,3 МДж/кг	Топка ВЦКС	85–87
Древесные отходы*	10 МДж/кг	Топка ВЦКС	83,8

* Имеют резкопеременный фракционный состав и влажность.

Таблица 2. Рабочие характеристики паромоторной мини-ТЭЦ на древесной щепе

Наименование, единица измерения	Значение
Установленная электрическая мощность, кВт	220
Суммарная тепловая мощность двух паровых котлов, МВт	3,5 + 2,5
Максимальный электрический КПД, %	18–19
Тип парового котла	С наклонной подвижной колосниковой решеткой
Средний КПД парового котла, %	90
Абсолютное давление пара, МПа:	
на входе в мотор	1,6
противодавление на выходе мотора	0,15
Количество производимой энергии, МВт·ч/год:	
электрическая (при 3556 ч/год)	1200
тепловая	7000
Суммарный объем отапливаемых помещений, м ³	183 750
Протяженность тепловых сетей, км:	
магистральные трубопроводы	2,6
распределительные трубопроводы	5,5
Расход щепы (влажность – 35–40 %), т/год (м ³ /год)	7500 (30 000)
Цена древесной щепы (2003 г.), евро/т	45
Средняя выработка древесной золы на сельхознужды, кг/ч	170–200
Суммарные капиталовложения (2003 г.), евро	6 040 000

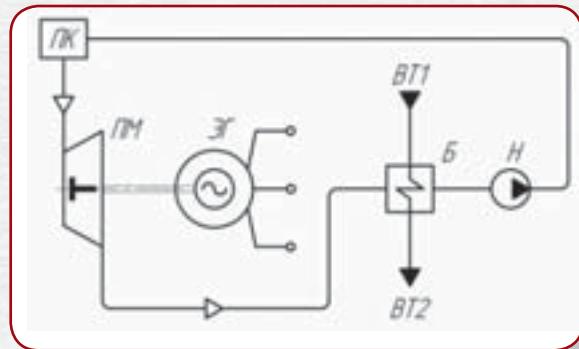


Рис. 1. Фрагмент принципиальной тепловой схемы паромоторной мини-ТЭЦ: ПК – паровой котел; ПМ – паровой поршневой мотор; ЭГ – электрогенератор переменного трехфазного тока; Б – бойлер системы тепло- или горячего водоснабжения; ВТ1, ВТ2 – соответственно поток воды с низкой температурой на входе в бойлер и более высокой на выходе из него; Н – насос подачи конденсата в паровой котел через системы очистки и деаэрации (на схеме условно не показаны). Редукционная задвижка и контур подачи подпиточной воды в паровой котел на рисунке условно не изображены

мини-ТЭЦ в Фондо. Потенциал древесного топлива используется максимально выгодно: топки для работы на твердой биомассе (пеллеты, щепа, стружка) могут функционировать также на древесной коре. Кроме этого, в топках обеспечивается получение древесной золы (см. табл. 2), поступающей оттуда в специальный контейнер.

Российские перспективы

Мини-ТЭЦ на древесном биотопливе как возобновляемом энергетическом ресурсе в комплексе с паровыми моторами –

один из «ключей» к повышению энергетической эффективности лесопромышленной и деревообрабатывающей отраслей на территории России. Разработки российских паропоршневых двигателей для мини-ТЭЦ ведутся (см. №№ 4 и 5 за 2012 г.), германская фирма Spilling Energie Systeme GmbH в принципе тоже может поставлять в Россию свои паровые моторы. Создается мощная отечественная инфраструктура производства биотоплива из древесных отходов и весьма перспективными здесь являются именно пеллеты (табл. 3), а не щепа, как на итальянской мини-ТЭЦ в Фондо. Ведь на территории России находится примерно четверть мировых лесных ресурсов, а годовой прирост древесины составляет почти 1 млрд м³.

По данным отчета «Изучение мирового рынка древесных пеллет» (2011 г.) Секции биоэнергетики Международного энергетического агентства в соответствии с рабочим заданием 40 «Устойчивая международная биоэнергетическая торговля», в России технологии возобновляемой энергетики не имеют широкого распространения по причинам, в частности, недостаточного развития соответствующей инфраструктуры и относительно низких цен на невозобновляемые первичные энергоснабжающие (природный газ, нефть, уголь).

Тем не менее, ряд проектов пеллетных заводов уже реализован и они введены в эксплуатацию. Крупнейший из них – ОАО «Выборгская целлюлоза» – будетпущен на территории Ленинградской области в несколько этапов. Проектная мощность – около 1 млн т древесных пеллет в год. Их производство началось в 2011 г. Исходное сырье в объемах 2,5–3 млн м³ планируется ежегодно перерабатывать в древесные пеллеты (табл. 4). Кроме этого, предприятие оборудуется соответствующими терминалами для отгрузки пеллет, в том числе на экспорт.

Сегодня российские древесные пеллеты производят и на более мелких заводах производительностью порядка 50 тыс. т в год. Почти 50 новых предприятий должны быть построены в ближайшие годы. Использование пеллетного биотоплива на внутреннем рынке производства электрической и тепловой энергии в секторе малой энергетики при условии внедрения паромоторных мини-ТЭЦ на древесном топливе может дать положительные результаты для воплощения в реальность государственной политики энергосбережения и повышения энергетической эффективности деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства по примеру мини-ТЭЦ в итальянской коммуне Фондо. Тем более, что по данным доклада доктора технических наук И. Я. Редько «Предложения по развитию биоэнергетики на территории Российской Федерации» на III Общероссийской конференции «Государственная политика в области энергоэффективности и энергосбережения» 26 апреля 2012 г., паропоршневые электростанции являются перспективными для малой энергетики России.

Таблица 3. Сравнительные характеристики древесной щепы и пеллет

Параметр, единица измерения	Наименование биотоплива	
	Щепа	Пеллеты
Влагосодержание, %	35	10
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	9,7–10	17–18
Объемная плотность, кг/м ³	240	650
Энергетическая плотность, ГДж/м ³	2,5	10

Таблица 4. Технологические составляющие производства древесных пеллет

Исходное сырье	Укрупненный этап производства	Оборудование
Древесная биомасса в виде опилок, стружки, щепы	1. Измельчение исходного сырья	Автоматизированная технологическая линия многоблочной структуры
	2. Термическая сушка сырья	
	3. Прессование (гранулирование) сырья	
	4. Охлаждение готового продукта	



Рис. 2. Древесные пеллеты – перспективное биотопливо XXI века

Котлы и горелки в наличии со склада в Москве мощность от 64 до 7000 кВт



Официальный представитель "Unical AG S.p.A." и "F.B.R. Bruciatori S.r.l."
«ЭнергоГазИнжиниринг» предлагает Вашему вниманию продукцию со склада в
Москве:

Котлы водогрейные «UNICAL» (Италия)

Серия Ellprex мощностью от 340 до 7000 кВт

Серия Modal мощностью от 64 до 291 кВт

Горелки «F.B.R.» (Италия)

Газовые мощностью до 7000 кВт

Дизельные мощностью до 3000 кВт

Мы уверены, Вас заинтересует наше предложение, и мы будем рады
взаимовыгодному сотрудничеству.



Котлы «Unical»	Горелки «F.B.R.» Газовые	Горелки «F.B.R.» Дизельные
Modal 64	GAS X2 CETL	G 2S MAXITL
Modal 76	GAS X2 CETL	G 2S MAXITL
Modal 93	GAS X3 CETL	G 2S MAXITL
Modal 105	GAS X3 CETL	G X3STL
Modal 116	GAS X3 CETL	G X3STL
Modal 140	GAS X3 CETL	G X3STL
Modal 163	GAS X4 CETL	G X4STL
Modal 186	GAS X4 CETL	G X4.22TL
Modal 233	GAS X5 CETL	G X5.22TL
Modal 291	GAS X5 CETL	G X5.22TL

Котлы «Unical»	Горелки «F.B.R.» Газовые	Горелки «F.B.R.» Дизельные
Ellprex 340	GAS XP 60 CE T C	FGP 50/2 T C
Ellprex 420	GAS XP 60 CE T C	FGP 50/2 T C
Ellprex 510	GAS P 70/2 CE T C	FGP 50/2 T C
Ellprex 630	GAS P 70/2 C E T C	FGP 70/2 T C K
Ellprex 760	GAS P 100/2 CETL	FGP 100/2 T L K
Ellprex 870	GAS P 100/2 CETL	FGP 100/2 T L K
Ellprex 970	GAS P 100/2 CETL	FGP 100/2 T L K
Ellprex 1100	GAS P 150/2 CE-03 TL	FGP 120/2 T L
Ellprex 1320	GAS P 150/2 CETL	FGP 150/2 T L
Ellprex 1570	GAS P 150/2 CETL	FGP 150/2 T L
Ellprex 1850	GAS P 190/2 CETL	FGP 190/3 T L
Ellprex 2200	GAS P 250/2 CETL	FGP 250/3 T L
Ellprex 2650	GAS P 350/M CETL	FGP 350/3 T L
Ellprex 3000	GAS P 350/M CETL	FGP 350/3 T L
Ellprex 3500	GAS P 350/M CETL	FGP 350/3 T L
Ellprex 4000	GAS P 450/M CETL	FGP 450/M T L
Ellprex 4500	GAS P 450/M CETL	FGP 450/M T L
Ellprex 5000	GAS P 550/M CETL	FGP 550/M T L
Ellprex 5500	GAS P 550/M CETL	FGP 550/M T L
Ellprex 6000	GAS P 650/M CETL	FGP 650/M T L
Ellprex 6500	GAS P 650/M CETL	FGP 650/M T L
Ellprex 7000	GAS P 750/M CETL	FGP 750/M T L



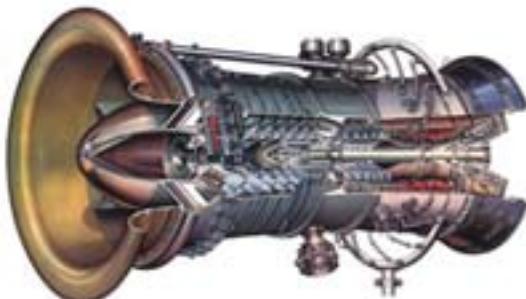
Представительство компании UNICAL AG S.p.A. в России:
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

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

Новости когенерации

Новинка от Rolls-Royce

Компания Rolls-Royce (Великобритания) представила модернизированный газогенератор RB211-Gzero, который в зависимости от типа двигателя и условий эксплуатации способен повысить на 10 % мощность промышленных газовых турбин серии RB211. Модернизированный газогенератор заменит находящиеся в эксплуатации модели RB211-C и RB211-G, работающие с силовыми турбинами RT-56 и RT-62. Парк данного оборудования в мире составляет 440 штук. RB211-Gzero имеет модульную конструкцию, что упрощает модернизацию газотурбинных установок на месте эксплуатации, а также техническое обслуживание нового оборудования.



Новый дизель от MAN Diesel & Turbo

Компания MAN Diesel & Turbo (Германия) представила новинку – высокооборотные дизельные V-образные двигатели серии D7, имеющие мощность от 1,5 до 5,0 МВт при частоте вращения 1000–2000 об/мин, которые предназначены для силовых установок буксируемых и патрульных катеров, скоростных паромов и других судов, а также для стационарных генераторных установок. Приводы имеют оптимальные показатели по эффективности использования топлива, характеризуются увеличенными интервалами между техническим обслуживанием. На рынке они будут предлагаться в составе полнокомплектных установок не раньше конца 2013 г.



Высокоэффективные газотурбины из Рыбинска

В феврале 2013 г. компания Renaissance Construction (Санкт-Петербург) приступила к строительству завода по сборке и испытаниям газотурбинных установок 6FA по заказу ООО «Русские Газовые Турбины» (совместного предприятия General Electric, Группы «ИНТЕР РАО ЕЭС» и корпорации «Ростехнологии»). Объект возводится на базе Восточной промышленной зоны г. Рыбинска (Ярославская обл.); территория завода составит 20 га, а площадь производственных корпусов около 20 тыс. м². К моменту подписания договора с Renaissance Construction «Русские Газовые Турбины» завершили подготовку строительной площадки, объектов временной инфраструктуры и провели свайные работы. После ввода завода в эксплуатацию во II квартале 2014 г., «Русские газовые турбины» будут производить, продавать и обслуживать на территории России и стран СНГ газотурбины 6FA мощностью 77 МВт с низким уровнем выбросов. Мощность завода на начальном этапе составит 14 установок в год; в дальнейшем объемы производства позволят удовлетворить растущий

спрос в России на высокоэффективные среднеразмерные энергоблоки для проектов комбинированного производства тепловой и электрической энергии.



Модульные мини-ТЭС от ROLT

Компания «Ролт Инжиниринг» запускает в производство линейку модульных мини-ТЭС ROLT PS GE 1000 на базе газопоршневых установок GE Jenbacher 3-й серии. Модельный ряд этих двигателей в диапазоне мощности от 625 до 1063 кВт широко востребован для строительства мини-ТЭС суммарной электрической мощностью до 12 МВт. Прогрессивный шаг мощности позволяет компоновать электростанции, удовлетворяющие требованиям заказчиков с очень сложным графиком энергопотребления.

Блок-контейнеры ROLT представляют собой цельнометаллическую конструкцию, обеспечивающую достаточную прочность и жесткость для размещения и транспортировки многотоннных двигателей и дополнительного оборудования. Наружные стены модуля изготовлены из профильного листа толщиной 1,5 мм. Основание контейнера выполнено из профильной прямоу-

гольной трубы 240 × 160 мм. Конструкция пола, потолка и стен контейнера не допускает наличия «мостиков холода» и заполняется негорючим синтетическим тепло- и звукоизоляционным материалом – минеральной ватой с повышенной устойчивостью к колебательным нагрузкам, исключающей воздействие вибраций. Уровень внешнего шума не превышает 52 дБ. Системы вентиляции и обогрева поддерживают оптимальную температуру воздуха внутри станции.



Новые ветротурбины от Suzlon

Корпорация Suzlon Energy (Индия) расширила серию ветровых турбин 3.XM, которая до настоящего времени состояла из двух моделей: 3.2M114 (3,2 МВт) и 3.4M104 (3,4 МВт). Они были созданы для работы с высокими ветровыми нагрузками и использовались при строительстве морских ветропарков. В начале этого года компания представила на рынке новую модель ветротурбины – 3.0M122 мощностью

3 МВт. Новинка имеет ротор диаметром 122 м, который покрывает площадь 11 600 м². Высота башни, составляющая 139 м, разработана для невысоких ветровых нагрузок и является оптимальной для наземного применения. В настоящее время уже заключены контракты на поставку пилотных образцов новой ветротурбины, которые будут введены в коммерческую эксплуатацию в конце 2013 г.

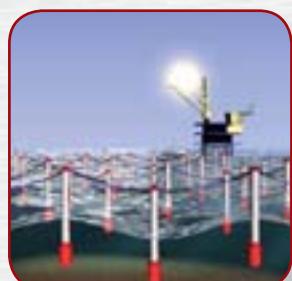
Утилизация ПНГ на 98 %

ОАО «Татнефть» планирует довести утилизацию попутного нефтяного газа до 98 %. В настоящее время направлено 440 млн руб. на внедрение микротурбинных энергоустановок Capstone, которые работают на попутном нефтяном газе (ПНГ). Суммарно они будут вырабатывать 4,8 тыс. кВт^ч электроэнергии. Благодаря этим установкам будет решена проблема сбора и утилизации ПНГ на удаленных промыслах с небольшими дебитами газа. В результате уровень полезной утилизации ПНГ в «Татнефти» вырастет с нормативных 95 % до 98 %. К тому же промыслы будут обеспечены собственной дешевой электроэнергией. В 2012 г. «Татнефть» приняла 3-летнюю программу по внедрению таких энергоустановок. За этот период на объектах компании предполагается установить порядка 40 микротурбин.



Новый резидент «Сколково»

Участником проекта «Сколково» стала компания «Маринеко», разрабатывающая новую технологию преобразования энергии морских волн в электроэнергию с помощью поплавковых волновых электростанций (ПВЭС). Модуль ПВЭС представляет собой продолговатую осесимметричную капсулу-поплавок, внутри которой размещаются колебательное устройство с приводом, электрогенератор и вспомогательный накопитель энергии. Преимущество технологии «Маринеко» состоит в использовании колебательного механизма и устройств, обеспечивающих наиболее эффективный отбор энергии у волн. Разработчик может создавать как одномодульные устройства мощностью до 50 кВт, так и многомодульные установки в виде сетей с суммарной электрической мощностью в десятки мегаватт. Экспериментальные исследования модуля ПВЭС доказали эффективность и работоспособность устройства.



Зарубежные многотопливные котлы на твердом топливе мощностью от 100 кВт

Твердотопливные теплогенераторы большой мощности позволяют надежно обеспечить теплом и горячей водой коммерческие и промышленные объекты даже при отсутствии магистрального газа. Кроме того, их применение может быть экономически оправдано при наличии регулярных источников дешевого местного топлива – отходов древообрабатывающего и сельскохозяйственного производства, угля, торфа, соломы.

В настоящий обзор включены котлы ведущих производителей из ближнего и дальнего зарубежья, имеющие мощность от 100 кВт и способные работать на нескольких видах твердого топлива (многотопливные). Несмотря на востребованность такой техники и большой ассортимент твердотопливных те-

плогенераторов бытовой мощности, выбор многотопливных котлов мощностью от 100 кВт, работающих на различных видах твердого топлива, на российском рынке пока не очень широк. Например, одна из новинок итальянской компании Beretta — серия чугунных многотопливных котлов Karbor, работающих на дро-

вах, коксе, антраците, каменном и буром угле, а также на других видах твердого топлива, – не попала в обзор: мощность «старшей» модели серии – 95 кВт. Не нашлось подходящей продукции в производственных программах и ряда других крупных игроков мирового рынка тепло-техники.

Faci

Серия стальных водогрейных котлов Eco, поставляемых в нашу страну фирмой Faci (Италия), включает шесть моделей номинальной мощностью от 33 до 152 кВт, в том числе – две модели мощностью более 100 кВт: Eco-7 (105 кВт) и Eco-10 (152 кВт). Котлы Eco разработаны для сжигания пеллет и других видов измельченного твердого топлива, включая жмых, скорлупу миндаля, шишки и дре-

весную щепу. Горизонтальный двухрядный стальной теплообменник сконструирован таким образом, чтобы при работе нагревалась не только нижняя часть, но и боковые стенки котла, в которых также находится теплоноситель. Теплообменник располагается в верхней части камеры сгорания, снабженной нисходящим шнеком, что обеспечивает защиту от обратного пламени. Нижняя дверца стального корпуса используется как для чистки, так и для загрузки крупных кусков топлива. Аналоговая панель управления позволяет регулировать основные параметры режима работы. Предусмотрено подключение к другим источникам тепла: солнечному коллектору, газовому котлу, камину.

Диапазон рабочей температуры находится в пределах от 65 до 90 °С. Рабочее давление составляет 2 бара, объем водяной рубашки – 190 (Eco-7) и 220 (Eco-10) л. Заявленный производителем КПД составляет не менее 80 %.

В базовый комплект поставки входят аналоговая панель управления, шнековая система подачи топлива, бункер объемом 200 л (располагается справа от котла), система наддува воздуха с вентилятором, колосниковые решетки, контейнер

для сбора золы, а также инструменты для чистки и обслуживания оборудования. Кроме того, возможно увеличение объема топливного бункера до 400 л, увеличение длины шнека подачи топлива, размещение бункера слева (самостоятельно) или сзади (только в заводских условиях) от котла, установка системы автоматического розжига, а также комплектация дополнительным теплообменником-змеевиком для обеспечения ГВС.

Вместо двухрядных теплообменников, изготовленных из бесшовных стальных труб, в котлах серии Faci (в отличие от Faci Eco) используются трехрядные. Котлы серии Faci комплектуются цифровой панелью управления. Всего в серию входит 16 моделей номинальной мощностью от 42 до 1256 кВт, в том числе 13 моделей мощностью свыше 100 кВт. По желанию заказчика объем топливного бункера может быть увеличен с 200 до 600 л.

Ferroli

В широкий спектр отопительного оборудования, поставляемого на российский рынок компанией Ferroli (Италия), входят водогрейные котлы на различных видах твердого топлива. Так, серия во-





дотрубных котлов Forest включает пять моделей мощностью от 116 до 700 кВт. Используемое топливо: пеллеты, необработанные отходы переработки дерева и пробки, растительные отходы сельского и лесного хозяйства, отходы первичной обработки сельскохозяйственной продукции. Шnekовая система подачи топлива с терmostатической системой управления и колосниковая решетка обеспечивают непрерывность дозирования топлива, в том числе кускового. Котлы оборудованы механической топкой с футеровкой из огнеупорного кирпича (верхняя часть футеровки имеет форму свода). Снаружи корпус котла теплоизолирован водяной рубашкой. Подача первичного воздуха осуществляется дифференцированно в не сообщающиеся между собой зоны подколосникового пространства. Горение происходит в два этапа с образованием горючего древесного газа на колосниковой решетке и последующим сжиганием его. Расход первичного и вторичного воздуха горения в надколосниковом пространстве регулируется в широком диапазоне в зависимости от свойств используемого топлива. Возможна работа на пониженной (50–100 %) мощности и в режиме «старт–стоп». Предусмотрен легкий доступ ко всем узлам.

Максимальное рабочее давление – 2 бара. Водяной объем – от 398 до 1022 л в зависимости от модели. Площадь теплообменной поверхности – от 10,9 до 38,4 м². Объем топочной камеры состав-

ляет от 0,41 до 1,11 м³, масса котла – от 1230 до 2730 кг. КПД достигает 90 % (при работе на пеллетах).

Серия водотрубных котлов с механической топкой и неподвижной решеткой Woodmatic S представлена девятью моделями мощностью от 175 до 2326 кВт. В качестве топлива могут использоваться пеллеты, отходы деревообрабатывающих и сельскохозяйственных производств, пробка. Сгорание топлива происходит в два этапа: с разложением древесного топлива на колосниковой решетке и последующем сжиганием древесного газа в камере сгорания. Работа вентиляторов подачи первичного и вторичного воздуха регулируется в зависимости от свойств используемого топлива.

Максимальное рабочее давление – 2 бара. Водяной объем – от 656 до 2755 л в зависимости от модели. Площадь поверхности теплообмена – от 15,6 до 128,3 м². Объем топочной камеры составляет от 0,94 до 6,96 м³, масса котла – от 1330 до 5890 кг. До 90 % (при работе на пеллетах). КПД – до 85 %.



В качестве дополнительных опций предлагаются моноблокная пилотная горелка (дизтопливо–метан) для автоматического розжига отсыревшего топлива, система модуляции мощности работы (50–100 % от номинальной), регулятор наддува для камеры сгорания, подключаемый к компьютеру контроллер содержания остаточного кислорода и угарного газа в продуктах сгорания, лесенка для доступа к боковым дверцам и дополнительные принадлежности для чистки котла.

Также предлагаются котлы Woodmatic SGM с неподвижной решеткой. Мощность пяти моделей серии – от 930 до 2326 кВт.

Водотрубные котлы с подвижной решеткой BI COMB S/SGM имеют мощность от 930 до 5815 кВт и могут использоваться для производства горячей и перегретой воды, а также пара. Топливом могут служить отходы первичной и вторичной обработки древесины, пробка, растительные отходы сельскохозяйственного производства и лесного хозяйства, отходы первичной обработки пищевых продуктов, мука из виноградных косточек, отходы фруктов, скорлупа и другие растительные отходы. Топка котла оборудована шнековым питателем. Сжигание топливо происходит в две фазы. Огнеупорная футеровка выполнена из жаростойкого бетона и кирпича. Для удобства монтажа все агрегаты котла размещены в одном компактном блоке. Рабочее давление – 1, 5, 8, 12 и 15 бар. Паропроизводительность при давлении (при давлении 12 бар и температуре питательной воды 65 °C) – от 1330 до 8313 кг/ч.

Grandeg

Производственная программа фирмы Grandeg (Латвия) включает серию водогрейных котлов Turbo, состоящую из пяти



моделей мощностью от 70 до 500 кВт. В качестве топлива применяются пеллеты, также возможно сжигание дров. Конструкция обеспечивает автоматическую очистку горелки и жаровых труб. Автоматика котла контролирует процесс горения, регулируя подачу топлива и воздуха с учетом расхода горячей воды и по показаниям датчика остаточного кислорода в дымовых газах. Автономность работы – до семи дней.

Максимальное давление – 3 бара, рабочая – от 70 до 90 °С. Электропитание: трехфазное, 380 В. Масса котла – от 700 до 1885 кг (бункера – 50 кг). Потребляемая мощность – от 2 до 4,5 кВт в зависимости от модели. КПД – до 92 %.

Herz



Компания Herz Energietechnik (Австрия), входящая в концерн Herz, выпускает автоматизированные водогрейные установки на биомассе. Так, автоматизированные установки Herz Biomatic мощностью от 220 до 500 кВт работают на пеллетах и щепе. Стандартная комплектация включает сдвоенный шnek подачи топлива, цепной привод, дымосос и воздуховоды первичного и вторичного воздуха с плавным регулированием частоты вращения, системы автоматического разжига, 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-акмулятора.

Установки оснащены контроллером BioControl 3000 с жидкокристаллическим экраном. Он 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 магистрали) также осуществляются автоматически.

Рабочая t – до 90 °С, давление – 3 бара. Площадь теплообменной поверхности – от 16,35 до 38,8 м² в зависимости от модели. Водяной объем – от 500 до 940 л. Масса котла – от 2600 до 3500 кг. КПД – 93 %.

Кромето, выпускаются пиролизные котлы Firematic мощностью от 20 до 100 кВт, также работающие на пеллетах и древесной щепе. Управление работой котла осуществляется контроллером BioControl 3000. Предусмотрено подключение к котлу накопительного бака ГВС. Тепловая мощность старшей модели серии регулируется в пределах 24,9–100 кВт. Водяной объем составляет 100 л, масса – 750 кг. КПД пиролизных котлов Firematic достигает 94 %.

Kalvis

Компания Kalvis (Литва) специализируется на выпуске отопительного оборудования, работающего на различных видах твердого топлива. Мощность жаротрубных трехходовых моделей Kalvis-100...700 – от 95 до 700 кВт. Используемое топливо – дрова, древесные отходы, опилочные и торфяные брикеты, каменный уголь. Загрузка топлива

производится вручную. Продолжительность горения одной загрузки – от 2 до 7 ч. Оборудованы вентиляторами первичного и вторичного воздуха.

Температура теплоносителя составляет от 70 до 105 °С. Рабочее давление – 4 бара. Объем котловой воды – от 220 до 2300 л в зависимости от модели. Размеры загрузочного отверстия – от 400 × 450 до 600 × 620 мм. Масса – от 800 до 4700 кг. Подключение к сети: 50 Гц, 230 В. КПД – от 80 %.

Котлы серии M отличаются механизированной подачей топлива (измельченная древесина, опилки, пеллеты). Жаровые трубы оснащаются съемными турбулизаторами. Мощность моделей – от 95 до 950 кВт. КПД – от 82 %.

Четырехходовые модели серии M-1 дополнительно оснащены механизмом золоудаления. Используемое топливо: щепа, опилки, топливные гранулы (опилочные, торфяные и другие), торфокрошки, зерно, зерноотходы и другое сыпучее топливо. Мощность – от 140 до 950 кВт. Рабочее давление – 6 бар. КПД – от 85 %.

Котлы KSM оборудованы системами подачи топлива и чистки теплообменника, а также удаления золы и сажи. Мощность модельного ряда – от 13 до 290 кВт. Используемое топливо: древесные гранулы, щепа, зерно. Рабочее давление – 4 бара. КПД – от 88 %.

Промышленные жаротрубные трехходовые котлы серии MD (95–500 кВт) могут оснащаться горелкой или приставной топкой, параметрами которой определяются типы допустимого сыпучего топлива. Рабочее давление – 6 бар. КПД – от 85 %.

Серия MK представлена жаротрубными четырехходовыми моделями с механической топкой, работающими на древесных отходах, щепе и опилках. Мощность – от 720 до 5000 кВт. Рабочее давление – 6 бар, t теплоносителя – от 70 до 110 °С. КПД – 85 %.

Дополнительно предлагаются мультициклонные фильтры, дымососы, экономайзеры, бункеры, промежуточные емкости и системы подачи топлива, баки ГВС, змеевики аварийного охлаждения.

Kostrzeva



В числе выпускаемого фирмой Kostrzeva (Польша) оборудования для сжигания биомассы имеются теплогенераторы повышенной мощности. Так, «старшая» модель серии Pellets Fuzzy Logic 2 имеет мощность 100 кВт. Котел может работать на пеллетах, мелком угле, зерне, древесине и дровах. Котел оборудован вертикальным стальным теплообменником и ретортной горелкой с тремя насадками для различных видов топлива. Предусмотрена работа на пониженной (до 30 кВт) мощности. Помимо дымососа имеется вытяжной вентилятор, используемый для предотвращения попадания пыли в помещение и очистки теплообменника от золы. Большая загрузочная камера позволяет загружать в котел древесину без снятия колосников. Топливный бак большой емкости обеспечивает работу на одной загрузке до двух недель. Зольник большого объема требует очистки от одного раза в неделю (рекомендуется) до раза в месяц. Встроенный контроллер может управлять работой котла по показателям датчика наружной температуры и содержанию остаточного кислорода в дымовых газах. Возможно программирование режима работы на неделю. Предусмотрено подключение внешнего бака ГВС и работа только на приготовление горячей воды (режим «лето»).

Рабочее давление составляет 2 бара, t теплоносителя – 70 °C, минимальная t в обратной линии – 50 °C. Масса – 1100 кг. КПД котлов серии Pellets Fuzzy Logic 2 достигает 92 %.

Мощность модельного ряда Warmet SDS Ceramik составляет от 14 до 115 кВт. Допускается сжигание древесины, щепы, опилок, древесных и торфяных брикетов, соломы и угля. Микропроцессорный контроллер Luxus 4 управляет режимом работы котла, контурами ГВС и системы «теплый пол». Сжигание топлива происходит в два этапа с газификацией и последующим дожигом газов в керамических вкладышах при 1000–1100 °C.

Thermax

Ассортимент котельного оборудования компании Thermax (Индия) включает многотопливный паровой котел Combiplus паропроизводительностью до



30 т/ч, работающий на доступных и дешевых видах топлива: угле, торфе, древесине, древесных опилках и отходах, лузге подсолнечника, растительной шелухе, кукурузных кочерыжках, сельскохозяйственных отходах и другой биомассе. КПД при сжигании угля составляет 82 %, при сжигании агротоплива – 80 %.

По конструкции Combiplus представляет собой трехходовой котел модульного исполнения с естественной циркуляцией и уравновешенной тягой, который работает с использованием технологии псевдоожиженного кипящего слоя. Конструкция предполагает оптимальную комбинацию водотрубной и дымогарной технологий: 4-х сторонние водяные стенки топки котла увеличивают площадь теплообмена в лучистой зоне и снижают температуру дымовых газов на входе в конвективные трубы, обеспечивая больший срок службы,

а барабан котла, состоящий из двух наборов дымогарных труб диаметром 76 мм с двумя ходами дымовых газов, имеет большие объемы воды и парового пространства, создающие достаточную тепловую инерцию при работе на изменяющихся нагрузках. Поверхность раздела и высота парового пространства обеспечивают выдачу пара сухостью 98 % при всех режимах работы.

Выбор системы питания зависит от вида сжигаемого топлива, здесь возможны два варианта: во-первых, подача поверх псевдоожиженного кипящего слоя (применяется для легких видов топлива, таких как рисовая шелуха, луга подсолнечника, отходы кофе и т.д.), а во-вторых, комби-питание, то есть комбинация подачи поверх слоя и под слой. Система подачи под слой подходит для мелкозернистых топлив, таких как древесные опилки, уголь с 40 % пыли размером менее 1 мм, топливо с высокой влажностью и т.д. Конструкция камеры отстоя золы в топке позволяет свести к минимуму унос золы и тем самым уменьшить эрозию.

Давление пара составляет 10 или 17 бар, t насыщенного пара на выходе – 175 и 200 °C (с пароперегревателем – до 300 °C). Котел Combiplus имеет автоматизированную систему управления – логический контроллер.

«Мотор Сич»

Под украинской маркой «Мотор Сич» на российский рынок поставляются пиролизные водогрейные котлы, в том числе повышенной мощности – от 98 до 300 кВт. Они разработаны для сжигания древесины в виде поленьев (длиной до 1 м), прессованных топливных брикетов, отходов кусковой древесины, опилок. Загрузочная камера и камера сгорания футерованы. Время работы на одной загрузке – от 6 до 12 ч.

Рабочее давление – 3 бара, t теплоносителя – от 65 до 90 °C. Водяной объем – от 322 до 785 л в зависимости от модели. Масса – от 2260 до 6200 кг. КПД – от 82 (при влажности топлива 40 %) до 90 (при влажности 20 %).

Подготовил М. Лукьянцев



Водоподготовка в системах тепло- и водоснабжения понимается как доведение параметров качества воды из источника до требуемых значений. Обычно она состоит из заborа воды, ее осветления, умягчения, обессоливания, дегазации, а также, в случае необходимости, и кондиционирования. Этот процесс является многостадийным и достаточно трудоемким, поэтому для его осуществления целесообразно применять системы автоматизации.

Автоматизация систем водоподготовки

М. Иванов, к.х.н.

Под автоматизацией водоподготовки обычно понимают совокупность методов и средств, которые позволяют сократить ручной труд, усилить контроль за качеством воды на каждой стадии, а также повысить производительность процесса, сократить расход реагентов и улучшить экономические показатели. Кроме этого автоматизация водоподготовки позволяет повысить эффективность использования оборудования и снизить его аварийность.

Обычно работа системы автоматизации базируется на данных, представляемых типовыми элементами автоматики, в число которых входят датчики различных параметров состояния воды, устройства управления, различные регуляторы и исполнительные механизмы, входящие

в систему контрольно-измерительных приборов и автоматики. Современные виды этих устройств имеют дистанционное управление, а также каналы для предоставления данных о текущих значениях параметров воды. В некоторых случаях используются автоматические устройства, производящие отдельные операции без участия персонала. Данные о протекании каждой операции стадии водоподготовки передаются на пульты управления оборудованием, которые связаны в единый комплекс.

Однако осуществление автоматизации процесса водоподготовки сопряжено с рядом трудностей, прежде всего связанных с сезонным и погодным изменением качества исходной воды из источника. Поэтому на станциях водоподготов-

ки, оснащенных современной системой автоматизации, проводится непрерывный мониторинг качества исходной воды. Автоматизированные системы контроля оценивают воду по значениям мутности, цветности, электропроводности, уровню pH, а также по содержанию в ней растворенных соединений железа, марганца, фосфатов, хлоридов и растворенных кислорода и аммиака. Для удобства работы персонала во многих случаях предусмотрены автоматизация процесса отбора проб воды и пробоподготовка. Контроль за этими параметрами осуществляется с помощью соответствующих инструментальных методов, которые все вместе формируют систему контроля качества воды и передают параметры ее состояния на диспетчерский пульт.

Для создания таких систем мониторинга состояния воды, а также для хранения архивных данных чаще всего используют программное обеспечение SCADA. В обычном понимании SCADA является пакетом компьютерных программ, предназначенных для обеспечения работы систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объектах мониторинга и управления системой регулирования при обеспечении операторского контроля за технологическим процессом водоподготовки. Это программное обеспечение устанавливается на компьютерное оборудование, а для связи с объектом управления и наблюдения используются драйверы «ввода-вывода» или OPC/ DDC серверы. Система автоматического контроля качества воды позволяет сократить время проведения анализов от нескольких часов до нескольких минут, моделировать изменение состояния воды в водоисточнике и осуществлять подачу сигнала о приближении аварийного состояния воды.

Ряд операций, таких как забор воды, ее перемещение по трубопроводам на различные стадии водоподготовки, подача воды для приготовления рабочих растворов, промывки оборудования и восстановления фильтровальных сред, а также регенерации сорбентов, производится с помощью насосов (рис. 1). Работа агрегатов насосной группы должна обеспечивать бесперебойное функционирование всего комплекса оборудования данного технологического процесса при рациональном использовании воды и электроэнергии. Автоматизированная система управления агрегатами насосной группы (рис. 2) позволяет осуществлять дистанционное включение-выключение электродвигателей насосов в соответствии с заданным давлением в напорном коллекторе и графиком подачи воды по утвержденному алгоритму. Кроме этого в обязательном порядке должна быть предусмотрена система аварийной сигнализации и блокировка систем энергопитания при срабатывании токовой защиты, а также при повышении температуры нагрева подшипников насосных агрегатов. Помимо этого контролю также подлежат значе-



Рис. 1

ния давлений на всасывающих и нагнетательных линиях. При создании системы управления агрегатами насосной группы широкое применение находит пускорегулирующая аппаратура, которая представляет собой оборудование, осуществляющее управление работой промышленного электрооборудования, такого как электродвигатели насосов, дозаторы и приводы мешалок. Она включает устройства защиты двигателя, реле контроля управления, тепловые и силовые реле, устройства плавного пуска, частотные преобразователи и бесконтактные датчики.

После забора вода направляется на стадию осветления, на которой происходит удаление взвешенных и коллоидных примесей, делающих ее окрашенной и мутной. Обычно на станциях водоочистки применяют одну из двух основных форм осветления: фильтрование или осаждение. При фильтровании происходит задержка примесей при протекании воды через мелкую пористую фильтрующую среду. Процессы фильтрации воды при водоподготовке производятся неоднократно на различных стадиях водоочистки. При отсутствии автоматизированной системы управления процессы фильтрации воды являются чрезвычайно трудоемкими. Так, сначала воду направляют в фильтрационные аппараты путем ручного переключения

соответствующих задвижек. Операторы также вручную следят за скоростью фильтрации, а после выработки фильтрами своего ресурса промывают их методом обратной промывки. Поскольку число фильтров на некоторых станциях промышленной водоподготовки может превышать 100 единиц, то работа с этим видом оборудования очень затруднительна. Очевидно, большое число фильтров затрудняет работу с ними в ручном режиме. Поэтому основными задачами, которые возлагаются на автоматизированную систему управления, являются следующие:

- автоматическое поддержание заданной скорости фильтрации и посто-



Рис. 2

янное ведение учета объема отфильтрованной воды на каждом фильтрационном агрегате;

- автоматический учет времени работы фильтра, вывод его из режима очистки по завершению фильтроцикла, либо при значительных потерях водяного напора или ухудшении качества очищаемой воды;

- автоматическое осуществление регенерации фильтровальной среды фильтра путем обратной промывки при подаче сжатого воздуха, или промывки специальными растворами, при этом необходим постоянный учет объема воды, израсходованной на промывку.

Для решения поставленных целей создается автоматизированная система контроля и управления фильтрами, сокращающая численность занятого персонала и обеспечивающая постоянный централизованный контроль за всей системой фильтрации.

Техническое осуществление поставленных задач обычно решается при применении промышленных контроллеров, коммутирующей и пускорегулирующей аппаратуры. Под термином «промышленный контроллер» обычно понимается программируемое интеллектуальное реле, которое на основе механических, электрических или пневматических схем позволяет оптимально решать некоторые задачи управления электрическим двигателем насоса. Для программирования промышленных контроллеров используется программное обеспечение SCADA, которое в этом случае должно комплектоваться дополнительным набором подпрограмм. Для хранения архивных данных по использованию каждого фильтрационного агрегата обычно применяют Microsoft SQL-сервер, предназначенный для управления реляционными базами данных. Эта система является совокупностью программных и лингвистических средств общего и специального назначения, обеспечивающих управление базой данных. Основными функциями этой системы является управление данными во внешней и оперативной памяти и их манипулирование. В качестве физических каналов связи используются волоконно-оптические линии, высокоскоростные линии Internet, ModBus и UnitWay.

На стадии осветления происходит удаление примесей в процессе осаждения при отстаивании. Этот процесс напрямую зависит от размера частиц, их плотности и устойчивости в дисперсионной среде. Часто его осуществляют в две стадии: сначала удаляют крупные частицы, затем более мелкие. В ряде случаев, чтобы достичь требуемой степени осветления, производят химическую обработку воды, которая приводит к коагуляции или флотации примесей. Перед автоматическим управлением этим процессом ставятся задачи по стабилизации потока исходной воды, поступающей на обработку, и автоматической подготовке коагулянтов к автоматическому дозированию. Поэтому на автоматизированную систему возлагаются задачи по приготовлению растворов коагулянта и контролю за его состоянием. Но самым главным является то, чтобы автоматическое дозирование коагулянта производилось таким образом, чтобы расход реагента был минимален, а осаждение примесей проходило наиболее эффективно. Кроме этого автоматизированные системы должны формировать базы данных по отчетности протекания этого процесса и подавать сигнал в случае возникновения отклонений от установленного регламента. Для дозирования раствора коагулянтов могут использоваться различные автоматические дозирующие системы, о которых писалось в последнем номере нашего журнала за прошлый год (см. ПКМ 5/15 2012, «Дозировочное оборудование для промышленных котельных»). Необходимо отметить, что внедрение систем автоматизации на стадии коагуляции обычно приводит к повышению качества очистки, сокращает объем потребляемых растворов и реагентов, а также снижает численность обслуживающего персонала.

После проведения коагуляции образуются обильные рыхлые осадки, которые удаляются в отстойниках различных



Рис. 3

конструкций. В рамках автоматизированной системы управления решаются следующие задачи:

- автоматическое поддержание уровня в отстойных аппаратах в заданных интервалах;
- автоматическое удаление осадков;
- автоматическое обезвоживание осадка;
- автоматическая подача аварийных и предупредительных сигналов, а также постоянный контроль за параметрами качества воды. Необходимо отметить, что контроль за состоянием стоков производится не только после стадий коагуляции и отстаивания, но и после других стадий обработки воды.

Помимо осветления воды коагуляцией довольно перспективным считается очистка воды путем осаждения примесей при использовании озоно-сорбционного метода очистки. В традиционных технологических схемах озонирование воды обычно предназначалось для обеззараживания, но как показали практические наблюдения, обработка воды озоном, приводящая к окислению ряда примесей и последующему их выпадению в осадок, является достаточно эффективным методом очистки воды и одновременной ее дезинфекцией.

При осуществлении автоматизированного управления этим процессом на систему управления возлагаются задачи по подготовке воздушной массы, ее осушке и охлаждению, по контро-

лю за работой генератора озона, а также по дозированию озона и учету запасов воды в контактных бассейнах. Также в общую схему управления обычно включают системы подачи воздуха, охлаждения генератора, деструкции неизрасходованного озона и системы обнаружения его утечек. Особое внимание уделяется автоматическому дозированию озона, которое должно осуществляться с одной стороны пропорционально потоку обрабатываемой воды, а с другой – обеспечивать постоянную концентрацию остаточного озона в воде. Сложность такого регулирования заключается в том, что работа генератора озона обладает достаточно высокой инерционностью.

Следующей стадией водоподготовки обычно бывает умягчение воды, которое заключается в удалении из воды солей кальция и магния. Для этого можно использовать безреагентный, химический, термический или катионитовый методы. В первом случае обычно применяют проточные электрохимические методы обработки воды, которые в большинстве случаев имеют собственную систему автоматики и контроля.

При химическом методе в воду обычно вводится известь или сода. Автоматизация этих процессов подобна тем, которые используются в реагентном хозяйстве на других стадиях. Целесообразность осуществления термического метода может быть оправдана только в случае доступного нереализованного тепла, которое отбирается в процессе выработки тепловой энергии. В этом случае автоматизация процесса осуществляется в рамках управления работой теплоагрегата. И наконец, в последнем случае для удаления из воды солей жесткости используется ионообменная фильтрация на катионообменных смолах. Про этот метод очистки писалось во втором и третьем номерах нашего журнала за прошлый год. Автоматизация этого процесса подобна управлению другими методами фильтрации (рис. 3). Различие наблюдается лишь в операциях по приготовлению рабочих растворов, регенерации отработанных сорбентов и утилизации отработанных жидких смесей.

Для дальнейшего удаления лишних водорастворимых солей используется



Рис. 4

стадия обессоливания. Необходимость этой стадии, а также глубина ее проведения, определяется в основном назначением получаемой воды. Для обессоливания можно применять ионную фильтрацию, мембранный фильтрацию на установках обратного осмоса, нанофильтрацию, электродиализ на ионообменных мембранных и выпарку. Поскольку процесс ионообменного обессоливания аналогичен фильтрации на сыпучих сорбентах, а регенерация ионообменных смол подобна восстановлению ионообменников при умягчении воды, то и методы автоматизации те же. Процесс выпарки подчиняется методам управления, существующим при получении тепла на энергетическом объекте. Применяемые же для обессоливания установки обратного осмоса, фильтрации на нановолокнах или ионообменных мембранных имеют собственные системы автоматизации и контроля (рис. 4, 5). Обычно такие установки могут встраиваться в общую систему автоматизированного управления.

После удаления из воды механических загрязнений, коллоидных и растворимых примесей из нее извлекают растворимые газы. Наиболее распространенным промышленным способом является термическая деаэрация, которая осу-

ществляется в вакуумных и атмосферных аппаратах, а также деаэраторах постоянного давления. Все эти виды оборудования работают при подаче в них водяного пара, получаемого от теплоагрегата. Поэтому в большинстве случаев автоматизация этой стадии входит в общую систему управления производства водяного пара.

В зависимости от назначения получаемой воды ее подвергают кондиционированию. Для этого в нее вводят необходимые добавки, которыми могут быть препараты и реагенты, препятствующие образованию накипи, коррозии оборудования и трубопроводов, а также формированию минеральных отложений на поверхностях контакта с водой. Обычно для этих целей используются автоматические дозирующие устройства.



Рис. 5



Экологическая общественность как в России, так и за рубежом настаивает на гармонизации требований по защите атмосферы от вредных выбросов, образующихся при сжигании органического топлива. Поэтому для владельцев промышленных котлов в России интересно будет познакомиться с новыми принципами технологического нормирования, принятыми в Европейском сообществе.

Европейские нормы по допустимым выбросам в атмосферу для промышленных котлов

В. Котлер, к.т.н., И. Рыжий

Мировой опыт подтвердил, что прогресс в направлении снижения негативного воздействия предприятий на окружающую среду может быть достигнут поэтапным предъявлением к предприятиям технически выполнимых, экологически и экономически приемлемых мер по переходу к использованию наилучших доступных технологий – BAT (Best Available Technology).

До последнего времени страны ЕС руководствовались Директивой 2001/80/ЕС «Об ограничении выбросов определенных загрязнителей в воздух от крупных установок, сжигающих топливо». Эта директива была принята в связи с подпи-

санием в 1999 г. в г. Гетеборге (Швеция) Протокола о загрязнении воздуха на большие расстояния. В Директиве речь шла о котлах различной тепловой мощности, начиная от 50 МВт.

С учетом специфики нашего журнала далее мы будем рассматривать только те нормы, которые относятся к паровым и водогрейным котлам тепловой мощностью от 43 до 86 Гкал/ч (50–100 МВт). В эту категорию попадают широко распространенные в России паровые котлы БКЗ-75, ПК-120-100, водогрейные котлы ПТВМ-50, КВГМ-50 и др.

Значения нормативов в мг/м³ были установлены для нормальных условий:

температура 0 °С и давление – 101,3 кПа. При сжигании твердого топлива фактический результат измерения концентрации должен быть пересчитан на содержание кислорода 6 % (коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,4$), а при сжигании жидкого и газообразного топлива – на O₂ = 3 % ($\alpha = 1,167$). При этом концентрация газообразных выбросов (оксидов азота NO_x и диоксида серы SO₂) измеряется в сухих дымовых газах.

Согласно этой Директиве для действующих котельных установок, которые были сданы в эксплуатацию до 27.11.2003 г. и для новых установок, введенных после 27.11.2003 г., концентрация оксидов азота

Таблица 1. Предельная концентрация NO_x для старых и новых котлов в соответствии с Директивой 2001/80/ЕС

Вид топлива	Коэффициент избытка воздуха	Предельная концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$) для котлов, сданных в эксплуатацию:	
		до 27.11.2003	после 27.11.2003
Твердое (уголь, торф, сланцы)	1,4	600	400
Жидкое	1,167	450	400
Газообразное	1,167	300	150

Таблица 2. Предельные концентрации SO_2 для старых и новых котлов в соответствии с Директивой 2001/80/ЕС

Вид топлива	Коэффициент избытка воздуха	Предельная концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$) для котлов, сданных в эксплуатацию:	
		до 27.11.2003	после 27.11.2003
Твердое (уголь, торф, сланцы)	1,4	2000	850
Жидкое	1,167	1700	850

Таблица 3. Предельные концентрации твердых частиц в уходящих газах старых и новых котлов в соответствии с Директивой 2001/80/ЕС

Вид топлива	Коэффициент избытка воздуха	Предельная концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$) для котлов, сданных в эксплуатацию:	
		до 27.11.2003	после 27.11.2003
Твердое	1,4	100	50

Таблица 4. Предельная концентрация NO_x и CO ($\text{мг}/\text{м}^3$) при сжигании газообразных топлив

Топливосжигающие установки и вид топлива	Концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$)	
	NO_x	CO
Котлы на природном газе	100	100
Котлы, сжигающие доменный газ, коксовый газ и низкокалорийный продукт газификации отходов нефтепереработки	200	–
Котлы, сжигающие другие виды газов	200	–
ГТУ на природном газе (в пересчете на $\text{O}_2 = 15\%$)	50	100
ГТУ на других видах газообразного топлива (включая продукты газификации угля), ($\text{O}_2 = 15\%$)	120	–
Газопоршневые агрегаты (ГПА), ($\text{O}_2 = 15\%$)	100	100

Таблица 5. Предельные концентрации основных загрязнителей в дымовых газах за котлами в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС

Вид топлива	Предельная концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$) для установок, получивших лицензию до 07.01.2013 г.		
	NO_x	SO_2	твердые частицы*
Каменный и бурый угли	300/400	400	30
Биомасса	250	200	30
Торф	250	300	30
Жидкое топливо	300	350	30

*) – В случае использования жидких отходов очистки сырой нефти для собственного потребления, котлы нефтеперерабатывающих заводов могут иметь концентрацию твердых частиц в дымовых газах до $50 \text{ мг}/\text{м}^3$.

не должна была превышать значений, приведенных в табл. 1.

Предельные концентрации SO_2 в уходящих газах за новыми и старыми котель-

ными установками приведены в табл. 2. Требования по допустимым выбросам твердых частиц в уходящих дымовых газах новых и старых котельных установок приведены в табл. 3.

Но с 6 января 2012 г. в Европейском сообществе вступила в силу новая Директива 2010/75/ЕС, касающаяся тех же загрязнителей. Как и в предыдущей Директиве, предельные концентрации загрязнителей приводятся в пересчете на $\alpha = 1,4$ (для твердого топлива) или на $\alpha = 1,167$ (для газа и жидкого топлива). Новые требования предъявляются к котлам, получившим лицензию до 7 января 2013 г., которые будут пущены в эксплуатацию до 7 января 2014 г. Приведем некоторые цифры для топливоиспользующих установок тепловой мощностью 50–100 МВт (43–86 Гкал/ч). В табл. 4 приведены ограничения по выбросам оксидов азота иmonoоксида углерода для котлов, сжигающих разные виды газообразного топлива, а также для газовых турбин (ГТУ) и газопоршневых агрегатов (ГПА).

Кроме NO_x и CO при сжигании некоторых видов газообразного топлива имеются ограничения по выбросам в атмосферу твердых частиц:

- при сжигании доменного газа – $10 \text{ мг}/\text{м}^3$;
- при сжигании других газов, образующихся в сталелитейном производстве – $30 \text{ мг}/\text{м}^3$.

При сжигании жидкого и твердого топлив новые нормы для установок тепловой мощностью 50–100 МВт были изменены незначительно (табл. 5).

Анализ приведенных выше цифр показывает, что прямое заимствование нормативов Европейского сообщества для отечественной промышленной энергетики нецелесообразно, а в некоторых случаях (например, если речь идет о выбросах SO_2) вообще неприемлемо. Вероятно, следует выбрать путь постепенного ужесточения нормативов по мере готовности к внедрению природоохранных мероприятий без чрезмерного увеличения издержек. Выполнение уже существующих и перспективных нормативов для промышленных и отопительных котлов в России должно быть обеспечено наличием уже проверенных и экономически целесообразных технологий сокращения вредных выбросов в атмосферу городов и рабочих поселков.

Андреа Амброзини: «Марка F.B.R. – не только качественное оборудование, но и качественное техническое сопровождение»

Интервью с г-ном Андреа Амброзини, директором по продажам компании F.B.R. Bruciatori S.r.l. 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 Амброзини, Издательский Центр «Аква-Терм» рад приветствовать вас на выставке Aqua-Therm Moscow 2013. В прошлом году горелочные устройства компании F.B.R. Bruciatori S.r.l. также украшали стенд компании «Энергогазинжиниринг». Что вы можете сказать об успехах в продвижении горелок марки F.B.R. за минувший год?

Г-н Амброзини: Мы довольны работой на российском рынке, и прежде всего, сотрудничеством с нашим партнером и официальным представителем в России – компанией «Энергогазинжиниринг». В прошлом году мы значительно увеличили долю нашей продукции на российском рынке.

ПКМ: Знакомясь с вашим оборудованием здесь, на стенде «Энергогазинжиниринг», невольно приходит мысль о собственной экспозиции компании F.B.R. Bruciatori S.r.l. – по примеру других «горелочных» стендов на выставке, в частности, компании Ray OI & Gasbrenner и др.

Г-н Амброзини: Не в настоящий момент. Наша стратегия сейчас – это крепкое сотрудничество с компанией «Энергогазинжиниринг». Кроме нас она также представляет итальянскую компанию Unical AG S.p.A., продукцию которой можно видеть здесь на стенде. Но это ни в коем случае не означает, что наши горелочные устройства предназначены только для работы с котлами Unical, как это может показаться по впечатлению от экспозиции. Ассортимент компании F.B.R. очень

широк: наши горелки предназначены для работы с любыми промышленными котлами как зарубежного, так и российского производства, представленными на рынке.

ПКМ: Об ассортименте горелочных устройств F.B.R. хотелось бы задать отдельный вопрос: за счет чего расширяется модельный ряд предлагаемых решений? Какие новинки представлены на рынке, в частности, на выставке Aqua-Therm Moscow 2013?

Г-н Амброзини: Параллельно традиционным решениям сегодня мы предлагаем новое поколение горелочных устройств – так называемые Hi-tech горелки (рис. 1). «Hi-tech» в данном случае означает, что регулирование осуществляется электронной системой, осуществляющей контроль за подачей кислорода, а применение инверторного привода позволяет сократить расход электроэнергии. Вместе это дает более

эффективное использование энергоресурсов, прежде всего меньший расход топлива при сохранении мощности, а благодаря качественному сжиганию обеспечиваются низкие выбросы вредных веществ. Это как раз те преимущества, которые европейский потребитель ставит во главу угла при выборе горелки. Система настраивается автоматически и поддерживает оптимальный баланс между расходом энергоресурсов и выдаваемой мощностью.



Г-н Андреа Амброзини на стенде компании «Энергогазинжиниринг» на выставке AQUA-THERM Moscow 2013

ПКМ: А на каком топливе работают эти горелки? На газе, мазуте?

Г-н Амброзини: Фактически на любых сочетаниях мазута и газа. Это может быть природный газ, мазут, но возможно также комбинированное использование этих видов топлива с соответствующей перенастройкой. На российском рынке представлена газовая версия этой горелки.

ПКМ: Сейчас в России очень популярна тема использования биогаза, получаемого из отходов сельскохозяйственного производства, сточных вод, мусорных свалок. Существуют ли в ассортименте компании F.B.R. решения для таких видов газа?

Г-н Амброзини: Конечно. Компания F.B.R. имеет очень богатый опыт работы с альтернативными видами энергии. У нас есть специальные горелочные устройства, предназначенные для работы на биогазе. По всему миру функционирует очень большое количество энергообъектов, где используются наши горелки для утилизации биогаза, получаемого из мусорных свалок и отходов животноводческих хозяйств. Для этих целей предлагаются нестандартные версии горелочных устройств, имеющие специальные настройки, позволяющие сжигать такие виды топлива, и специальные компоненты, в частности, клапаны, допускающие большое содержание щелочных соединений в поступающем газе. На больших мощностях мы также применяем так называемое «пилотное пламя», позволяющее поддерживать горение на заданном уровне.

Если говорить о сжигании биогаза мусорных свалок, то у нас имеется большой опыт совместной работы с компанией Depuracque Group. Это ведущий итальянский производитель энергоустановок, работающих на биогазе мусорных свалок. У нас давнее сотрудничество, мы поставляем для Depuracque Group биогазовые горелки мощностью 1 и 3 МВт и принимаем участие в совместных экологических проектах на территории всей Италии. Так как мы имеем очень большой опыт производства биогазовых горелок, можно говорить об исключительной надежности и качестве выпускаемого оборудования.

По использованию биогаза животноводческих хозяйств у компании F.B.R. также достаточно обширный опыт по всему миру. Но что касается европейских проектов, то наиболее тесное сотрудничество у нас сложилось с испанской компанией Tekener S.A. К настоящему моменту реализовано большое количество совместных проектов, для которых нами были изготовлены горелочные устройства мощностью от 300–500 кВт до 4 МВт, работающие как собственно на биогазе, так и в комбинированном режиме

«биогаз-дизель». Поскольку на сельскохозяйственных объектах биогаз не всегда бывает в наличии, то в этом случае для непрерывности теплоснабжения горелка может быть перенастроена на сжигание привозного топлива. Замечу также, что в последнее время биогаз животноводческих хозяйств стал очень популярен в Румынии. В этой стране мы сотрудничаем с компанией Calor.

ПКМ: А в России предполагается использовать биогазовые горелки F.B.R. и развивать это направление с какой-либо фирмой? Имеются какие-либо предложения, проекты?

Г-н Амброзини: Наши биогазовые горелки всегда в наличии, наш российский партнер «Энергогазинжиниринг» об этом знает, а как только поступят какие-то запросы с рынка, мы с радостью на них откликнемся.

ПКМ: Тут возникает вопрос просвещения. В России новые энергоресурсосберегающие технологии, не только биогазовые, внедряются очень медленно, зачастую не двигаясь дальше пилотных проектов, хотя об этих технологиях много говорится на официальных мероприятиях, еще больше пишется в отраслевых СМИ. Нужна большая учебно-просветительская работа по ознакомлению с инновациями,



Рис. 1. Hi-tech горелка от F.B.R.

по навыкам обращения с современными средствами управления, автоматики, по сервисной и ремонтной практике и т.д. Какую деятельность в этом направлении осуществляет компания F.B.R. в России?

Г-н Амброзини: Компания F.B.R. уделяет достаточно большое внимание обучению специалистов. Мы считаем, что это один из важнейших пунктов достижения успеха на рынке: если первый базовый пункт – предоставление качественной продукции, второй – надежный высокопрофессиональный дистрибутор в стране присутствия, то третий пункт – это хорошая сеть технических специалистов по всей стране. В соответствии с этой



Рис. 2. Учебный класс компании F.B.R.



Рис. 3. Стендовый зал исследовательской лаборатории компании F.B.R. в Италии



Рис. 4. Идет испытание работы горелочного устройства F.B.R. на жаротрубном паровом котле

установкой мы вкладываем значительные средства в подготовку специалистов. Только в прошлом году более 100 человек из России приезжали в нашу исследова-

тельскую лабораторию в Италии, чтобы мы могли их обучить навыкам работы с нашей продукцией (рис. 2). У нас оборудован большой стендовый зал (рис. 3 и 4),

где проходят испытания как очень маленьких камер сгорания (порядка 20–50 кВт), так и очень больших (до нескольких мегаватт). Поэтому люди, приезжающие к нам на обучение, получают не только теоретические знания, но и практические навыки обращения с горелочными устройствами F.B.R., в том числе и с теми, которые будут эксплуатироваться на российских объектах. Так что я могу сказать, что мы предоставляем не только качественное оборудование, но и качественное техническое сопровождение для наладки и дальнейшей эксплуатации наших горелок.

ПКМ: По окончанию обучения выдаются какие-то грамоты и дипломы, подтверждающие повышение квалификации?

Г-н Амброзини: Да, конечно. В конце обучения мы проверяем уровень полученных знаний и выдаем сертификат.

ПКМ: Г-н Амброзини, вы сейчас сказали о подготовке сети хорошо подготовленных специалистов по всей стране присутствия. А страна-то у нас очень большая – как осуществляется техническая поддержка марки F.B.R. в отдаленных регионах, где нет такого квалифицированного присутствия, как в Москве, Санкт-Петербурге и других крупных центрах?

Г-н Амброзини: Мы как раз обсуждаем этот вопрос с руководством компании «Энергогазинжиниринг» – и уже пришли к соглашению, что нужно увеличивать присутствие по всей стране, и путем самого тщательного отбора партнеров создавать сеть по всем регионам России, включая отдаленные. Мы считаем, что в данный момент у нас достаточно хорошая стратегическая позиция, так как мы представлены в крупных российских центрах, но развитие нужно продолжать. «Энергогазинжиниринг» очень сильная и динамичная компания в области развития, компания F.B.R. – также очень активный участник рынка. Вместе мы способны нарастить оборот и присутствие на территории всей страны, и сделаем все возможное, чтобы получить больший и лучший результат.

Беседу вел Алексей Прудников



Мыносим тепло!

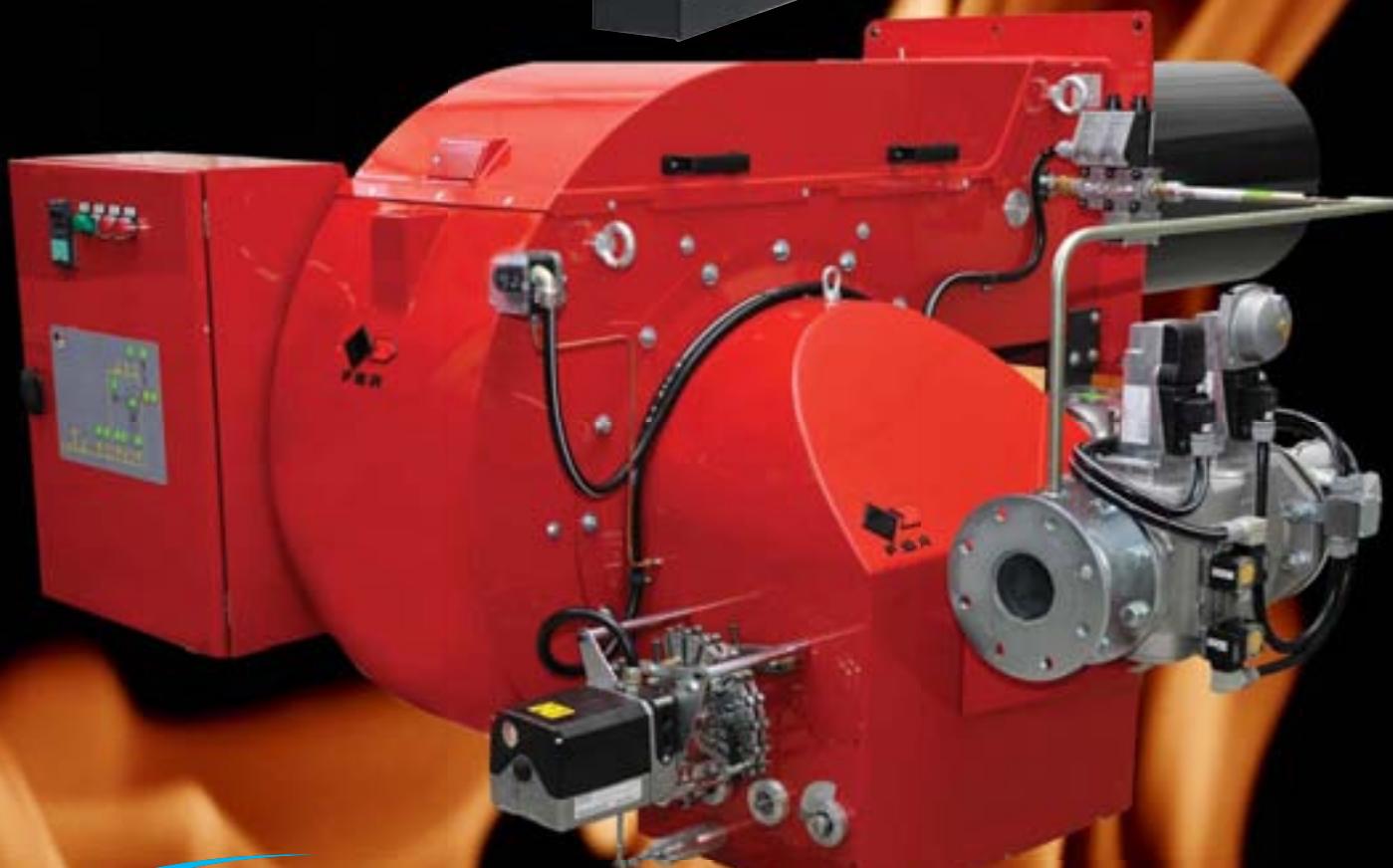
Горелки моноблочные и двухблочные до 50 МВт:

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

Когенерационные установки Spark Energy

Когенерационные установки Spark Energy – это высокоэффективное оборудование, позволяющее одновременно получить две формы энергии: электрическую и тепловую. Благодаря своим универсальным качествам, когенерационные установки получают все большее распространение в энергетике.

Особое место среди ведущих европейских производителей когенерационных установок занимает компания Spark Energy s.r.l. (Италия), которая более 20 лет постоянно совершенствует и успешно реализует на мировом энергетическом рынке свою инновационную продукцию.

В последние годы когенерационные установки вызывают все больший интерес среди российских потребителей. Не случайно экспозиция компании ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» – эксклюзивного представителя в России компании Spark Energy s.r.l. на выставке Aqua-Therm Moscow 2013, где были представлены образцы когенерационных установок, привлекала особое внимание участников и гостей выставки на протяжении всего времени ее работы.

В настоящее время вниманию российских потребителей предлагается широкий выбор когенерационных установок Spark Energy, работающих как на природном и сжиженном газе, так и на биогазе. Диапазон электрической мощности установок составляет от 5 до 2000 кВт и тепловой от 10 до 2112 кВт.



Модельный ряд когенерационных установок Spark Energy представлен 14 моделями серии microSpark диапазоном электрической мощности от 5 до 63 кВт и тепловой мощности от 10 до 103 кВт, 13 моделями серии bioSpark электрической мощностью от 25 до 999 кВт и тепловой мощностью от 38 до 1044 кВт, а также 19 моделями серии blueSpark диапазоном электрической мощности от 65 до 2001 кВт и тепловой мощности от 119 до 1983 кВт.

Модели серии microSpark и blueSpark предназначены для работы на природном или сжиженном газе. При этом серия microSpark ориентирована на индивидуальные и бытовые нужды. Серия установок blueSpark является более универсальной для применения в различных хозяйствственно-бытовых и производственных целях.

Когенерационные установки серии bioSpark предназначены для работы на биогазе и наиболее популярны в агропромышленном секторе.

Основными конструктивными элементами когенерационных установок Spark Energy являются двигатель внутреннего сгорания (производства компаний GM, MAN, MWM и YANMAR), работающий на природном или сжиженном газе, электрогенератор, система отбора тепла и автоматизированная система управления. Тепло отбирается из выхлопа, масляного радиатора и охлаждающей жидкости двигателя. При этом на 100 кВт электрической мощности потребитель ориентировочно получа-

ет 150 кВт тепловой мощности в виде горячей воды для отопления и водоснабжения.

Установки серии blueSpark и bioSpark могут поставляться как в открытом исполнении (на раме с шумоизолирующим кожухом), так и в закрытом исполнении (в теплоизолированном и шумопоглощающем контейнере).

Для увеличения диапазона использования мощности может использоваться одновременно несколько установок, объединенных каскадным подключением. При этом диапазон электрической мощности может быть увеличен до 10,0 МВт, а тепловой до 9,9 МВт.

Автономная работа установки позволяет обеспечить потребителей электроэнергией с более стабильными параметрами по частоте, напряжению вырабатываемого переменного тока, а также температуре и расходу горячей воды.

ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» уделяет особое внимание техническому сопровождению проектных, монтажных и наладочных организаций. Регулярно проводятся технические семинары для инженерно-технических специалистов на собственной учебно-производственной базе.

Вся продукция Spark Energy s.r.l., представленная на российском рынке компанией ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории Российской Федерации.

Ознакомиться с ассортиментом продукции компании Spark Energy s.r.l., получить полную техническую информацию и необходимые сведения о предоставляемых услугах можно на сайте компании www.energogaz.su, тел./факс (495) 980-61-77.

Jeremias – лидер среди европейских производителей систем дымоудаления

Компания *Jeremias GmbH* (Германия) на протяжении более 40 лет предлагает дымоходы из нержавеющей стали, керамики, пластика, реализуя инновационные и индивидуальные решения, отвечающие самым высоким стандартам качества.

В рамках международной выставки по сантехнике, отоплению и строительству инженерных систем ISH Frankfurt 2013 компания *Jeremias GmbH* представила новые технические и инженерные решения систем дымоудаления, способные удовлетворить самого требовательного клиента и реализовать сложные и многокомпонентные проекты. Так, на стенде компании была представлена новая система дымоудаления DW ECO 2.0, изготовленная в соответствии со стандартом управления качеством EN ISO 9001:2008. Это двустенная установка отвода продуктов горения из высококачественной стали для типовых теплогенераторов, работающих при пониженном давлении, при сухом или влажном режиме эксплуатации. Система с расположенным внутри специальным уплотнением подходит также для теплогенераторов, работающих при избыточном давлении (до 200 Па) при t отработанного газа до 200 °C. Диаметр систем дымоходов для всех видов топлива с повышенным и пониженным давлением производится в диапазоне от 80 до 600 мм с круглым и овальным сечением элементов. Допускается удаление отработанных газов при сжигании таких видов топлива, как газ, мазут, гранулированное топливо, биомасса и др.

Система дымоудаления DW ECO 2.0 характеризуется сплошной теплоизоляцией, отсутствием тепловых мостов между металлическими оболочками. Рабочая t отходящих дымовых газов для DW ECO 2.0 составляет 600 °C, при этом система дымоудаления имеет защиту от прогорания в температурном диапазоне до 1000 °C. Для производства дымоходов используется специальная, устойчивая к кислотам аустенитная высоколегированная сталь (материал 1,4571) с высоким содержанием молибдена, титана и никеля.

Благодаря присутствию титана, сталь защищена от межкристаллической коррозии, а также обеспечивается механическая прочность и устойчивость фасонных деталей. Система дымоудаления DW ECO 2.0 имеет сертификат CE согласно EN 1856-1/2, № сертификата Союза работников технического надзора Германии 0036 CPD 9174 030 / 044 / 015 и 054. Данный стандарт устанавливается для жестких и двустенных систем с металлическими трубами для отвода отработанного газа и содержит требования к характеристикам, данным о производителе, информации о продукте и декларации о соответствии продукта стандарту. Также DW ECO 2.0 имеет сертификат Союза работников технического надзора Германии по коррозионной стойкости к жидкому топливу, газу и твердому топливу (V2, V3).

Применение стали толщиной от 0,6 до 1,5 мм обеспечивает высокую степень защиты от перегибов, трещин и образования деформаций и гарантирует прочность и стойкость дымохода. В связи с этим значительно увеличивается высота устанавливаемых дымоходов без дополнительных стенных кронштейнов: так, верхняя часть дымохода может быть расположена на расстоянии до 3 м от последней стенной опоры, а стенные опоры могут размещаться через каждые 4 м.

В системе дымоудаления DW ECO 2.0 предлагается простое разъемное соединение с муфтой / желобком, защищенным зажимным хомутом; эстетичный, шириной 70 мм, потайной зажимной хомут; 60-миллиметровое разъемное соединение и широкий зажимной хомут, обеспечивающие лучшее поддержание горизонтальных соединительных трубопроводов. Для удобства монтажа производственная программа *Jeremias* включает большое количество фасонных элементов, в том числе



колен с регулируемыми углами поворота, элементов крепления, вариантов исполнения ревизий. Одной из главных особенностей систем дымоходов *Jeremias* является то, что двустенные трубы могут по месту подгоняться по длине без использования раздвижных элементов. Геометрия систем DW ECO позволяет без дополнительных затрат легко выполнять плотные соединения обрезанных по необходимому размеру труб с фасонными элементами.

Наличие нескольких вариантов покрытия поверхности (например, нержавеющая полированная сталь, нержавеющая матовая сталь, покрытие медью или лаком, шероховатое покрытие, порошковое покрытие красками цветовой палитры RAL и др.) позволяет создать дизайн дымохода, способный удовлетворить самого взыскательного заказчика.

www.jeremias.ru

Зарубежные производители твердотопливных многотопливных котлов повышенной мощности

На сайтах ведущих зарубежных производителей твердотопливных многотопливных котлов повышенной мощности можно найти подробную информацию о выпускаемой продукции (технические характеристики, виды сжигаемого топлива, руководства по монтажу и эксплуатации, сертификаты качества и т.д.), а также скачать прайс-листы и получить нужные контакты.

<http://www.atmoc.ru>



Сайт компании Atmos (Чехия) содержит каталог выпускаемой продукции, включающий пиролизные котлы, угольно-древесные котлы, котлы на каменном угле, пеллетные котлы, горелочные устройства, арматуру и др. В разделе «Документы» можно скачать инструкции и сертификаты на котельное оборудование Atmos. Также на сайте можно прочитать статьи о твердотопливных котлах, их монтаже и эксплуатации, найти контактные данные дилеров, скачать прайс-листы.

www.faci.su

На этом сайте представлена продукция одного из лидеров производства твердотопливных котлов – компании Faci (Италия). Кроме того, сайт содержит информацию о европейских стандартах пеллетного топлива и преимуществах его применения. Также здесь можно воспользоваться услугами интернет-магазина, скачать буклеты с описанием котлов на щепе и биомассе, пеллетных котлов и термопечей, дровяных и промышленных твердотопливных котлов, а также узнать контактные данные.

<http://www.ferroli.ru>

Кроме технического описания котлов производства компании Ferroli (Италия) 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.

www.grandeg.ru



Сайт компании Grandeg (Латвия) включает в себя исчерпывающую информацию относительно сервиса, обслуживания, установки, расценок, технических характеристик твердотопливных котлов Grandeg Turbo, а также широкий спектр информации по всем видам твердого и жидкого топлива. Дополнительно выложены примеры инсталляции котельного оборудования, предназначенного для снабжения теплом крупных коммерческих и промышленных зданий. На сайте можно найти контактные данные и воспользоваться услугами интернет-магазина.

<http://www.herzarmaturen.ru>



На сайте компании Herz Armaturen (Австрия), входящей в промышленную группу Herz и являющейся официальным поставщиком оборудования Герц в Россию, можно скачать проспекты фирмы Herz Energietechnik (также входящей в группу компаний Herz) по твердотопливным котлам Biomatic Biocontrol, Biofire и Firematic. Также здесь можно ознакомиться с сертификатами, получить нужные контакты, подписать на журнал Herz News. Дополнительную информацию по твердотопливным котлам Herz предоставляет сайт компании «Интерма» <http://www.interma.ru>

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

На сайте компании Kalvis (Литва) можно найти полную информацию о промышленных твердотопливных котлах этой марки, работающих на различных видах топлива. Также здесь можно узнать новости компании и контактные данные в Москве и Санкт-Петербурге, ознакомиться с производственными новинками и сертификатами соответствия.

www.kostrzewsarussia.ru

Сайт знакомит посетителей с продукцией компании Kostrzewsar (Польша), выпускающей пеллетные и другие твердотопливные котлы, а также горелки, циркуляционные насосы и универсальные модули для обвязки твердотопливных котельных. На сайте можно узнать новости компании, контактные данные точек продаж и сервисных центров, а также ознакомиться с наградами и сертификатами.

<http://www.riello.su>

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

<http://www.thermax-moscow.ru>



Сайт компании «Термакс Лимитед», представительства в России и странах СНГ одного из ведущих мировых производителей котельного оборудования – компании Thermax (Индия), работающей в России на протяжении более чем 30 лет (компания начала свою деятельность еще в период советско-индийского межгосударственного сотрудничества). На странице можно найти информацию о водогрейных и паровых котлах, термомасляных нагревателях, котлах-utiлизаторах, биотопливных котлоагрегатах и абсорбционных холодильных установках производства Thermax. Также здесь можно ознакомиться с реализованными проектами и условиями поставки, найти контактные данные официального представительства и дилеров компании. Продукция компании «Термакс» имеет сертификат соответствия Госстандарта РФ и разрешение Ростехнадзора РФ, соответствует таким мировым стандартам, как ASME, DIN, BS, CE, ГОСТ и т.д.

<http://www.viadrus.cz>



Сайт чешской компании Viadrus содержит русскоязычный раздел. В нем приведены сведения о продукции компании, в том числе о твердотопливных котлах повышенной мощности (серии Herkules U24 (до 72 кВт), Herkules U26 (до 75 кВт) и Hefaistos P1 (до 100 кВт). Система поиска региональных партнеров позволяет искать их в разных странах мира. Также на сайте можно скачать техническую документацию по оборудованию (инструкции и проспекты по сериям, раздел «Скачать документы»), прочитать отзывы потребителей на работу оборудования Viadrus в соответствующем разделе и найти контактные данные.

<http://www.viessmann.ru>



Сайт немецкого концерна Viessmann содержит большое количество технической информации о теплоэнергетическом оборудовании этого производителя (раздел «Продукты»). Также в соответствующих разделах приводятся системные решения для индивидуальных, много квартирных и муниципальных домов, а также для предприятий промышленности и тепловых сетей, здесь же приводятся примеры реализованных объектов. В разделе «Сервисы» можно получить сведения о технической поддержке, оказываемой специалистами Viessmann, узнать адреса филиалов и сервисных центров в России, ознакомиться с условиями гарантийного обслуживания. На сайте размещена информация о программах софинансирования и инвестиционных проектах компании, о специализированных семинарах и выставочных мероприятиях (разделы «Пресс-центр», «Новости»).



В Москве на Люберецких очистных сооружениях по аналогии с Курьяновской станцией создана теплоэлектростанция на биогазе сточных вод электрической мощностью 10,9 МВт. Объем сжигаемого биогаза составляет 35 млн нм³ в год или 4000 нм³/ч.

Мини-ТЭС на биогазе сточных вод

Н. Егоров

Заказчиком строительства биогазовой теплоэлектростанции Люберецких очистных сооружений является «Мосводоканал», проектировщиком – «ИнститутМосводоканалНИИпроект». В состав нового энергообъекта входят 5 газопоршневых энергоблоков (4 рабочих и 1 резервный) производства GE Jenbacher модели JMS 620 GS-B/N. LC электрической мощностью 2,43 МВт каждый. Уходящие газы с t до 470 °C используются для производства пара, идущего на производственные нужды предприятия.

Параллельно со строительством мини-ТЭС на Люберецких очистных сооружениях была осуществлена модернизация инженерной инфраструк-

туры, включавшая замену морально и физически устаревшего электрооборудования на трансформаторных подстанциях, оснащение турбовоздуходувных агрегатов устройствами плавного пуска и др.

Электростанция и вспомогательные инженерные системы компактно размещены на территории площадью 1,25 га, специально выделенной на площадке Люберецких очистных сооружений. Новая ТЭС обеспечит до 50 % потребностей предприятия в электроэнергии, что позволит существенно повысить надежность работы.

Принцип действия мини-ТЭС

Принцип работы биогазовой мини-ТЭС основан на том, что в процессе очистки

сточных вод на очистных сооружениях образуется жидкий осадок, который, подвергаясь сбраживанию в метантенках, преобразуется в биогаз, содержащий метан. На Люберецких очистных сооружениях в настоящий момент действует 20 метантенков. В них поступает консистенция, оставшаяся после механической очистки сточной воды, осуществляющейся на решетках для извлечения из воды крупного мусора, а также в песколовках и первичных отстойниках для осаждения мелких примесей. В метантенках эти жидкие органические осадки подвергаются обработке (сбраживанию) в анаэробных условиях при t 50–55 °C с целью обеззараживания и стабилизации.

При этом образуется газ брожения,

состоящий на 65 % из метана, который представляет серьезный энергетический ресурс в объеме около 100 тыс. м³/сутки. Раньше он направлялся в котельные, и полученная при его сжигании теплота использовалась для подогрева сбраживаемых осадков. Но в летний период количество вырабатываемой из биогаза тепловой энергии стало превышать технологические нужды предприятия, и возникла потребность в более целесообразном использовании биогаза – его утилизации на мини-ТЭС с выработкой электроэнергии и получением дополнительного тепла в газопоршневых двигателях. С введением в строй такой мини-ТЭС задачу подогрева сбраживаемых осадков стала решать обратная вода системы охлаждения двигателей: охлаждая газопоршневые энергоблоки, вода нагревается и передает это тепло жидкому осадку с помощью теплообменника типа «труба в трубе».

Получаемый в метантенках биогаз по газовой сети поступает на очистную установку, где в первую очередь осуществляется удаление сероводорода, которое происходит в колонне очистки 1-й ступени путем его связывания с оксидом железа (железной рудой). Вторая стадия предусматривает удаление неуглеводородных органических соединений, в том числе кремния (силоксанов), которое производится в процессе адсорбции в колонне, загруженной активированным углем.

После чего очищенный биогаз поступает к двигателям внутреннего сгорания для дальнейшей утилизации. Электроэнергия, вырабатываемая газопоршневыми установками при использовании биогаза, через сеть среднего напряжения направляется на три трансформаторные подстанции и далее к потребителям, находящимся на площадке Люберецких очистных сооружений. Прежде всего, это высоковольтные турбовоздуходувные агрегаты и насосная группа аэротенков, а также электрооборудование котельного цеха.

В свою очередь, тепловая энергия выхлопных газов ТЭС используется для нагревания метантенков и, соответственно, более быстрого образования биогаза. Для этого дымовые газы поступают

на парогенераторы, куда для выпарки направляется вода, предварительно прошедшая через установки деаэрации и химводоподготовки. Вырабатываемый пар через распределительную гребенку подается на инжекторы метантенков. Частичный же перевод метантенков на подогрев горячей водой системы охлаждения двигателей позволяет

не только увеличить выработку биогаза, но и сократить в случае необходимости подачу в них пара без температурных потерь для сбраживания (например, когда потребность в электроэнергии снижается, и газопоршневые машины начинают работать с меньшей мощностью, потребляя меньше топлива).

Таким образом, все тепло, вырабатываемое биогазовой мини-ТЭС, утилизируется и полностью направляется на технологические нужды.

Энергонезависимость и экология

Наиболее энергоемкими и энергозависимыми водоочистными сооружениями являются аэротенки (рис. 1), в которых процесс очистки происходит за счет активного ила, и вторичные отстойники, где происходит разделение уже очищенной воды и активного ила, который в дальнейшем опять будет использован для очистки воды.

Если на стадии механической очистки сточная вода идет от одних сооружений к другим самотеком, то для перекачивания воды из отстойников в аэротенки активного ила необходимо применение насосов. Активным илом называются бактерии и другие микроорганизмы, живущие в аэротенках и «поедающие» биогенные примеси (соединения углерода, азота, фосфора), растворенные в сточной воде. Для поддержания их жизнедеятельности в аэротенки необходимо подавать воздух с помощью специальных машин – турбовоздуходувок, которые являются сердцем биологических водоочистных сооружений, поскольку именно от них за-



Рис. 1

висит жизнеспособность ила и, соответственно, его способность очищать воду. Эти высоковольтные агрегаты должны работать бесперебойно; перерыв в энергоснабжении даже на несколько часов может привести к развитию чрезвычайной ситуации, как это было во время аварии в системе электроснабжения Москвы 25 мая 2005 г., когда на 6 ч была полностью прекращена подача электроэнергии на Люберецкие очистные сооружения. Собственная же мини-ТЭС, вырабатывающая электроэнергию в необходимом для турбовоздуходувок объеме, минимизирует вероятность их отключения и, соответственно, оставления активного ила без воздуха. При системных авариях на внешних энергосистемах процесс очистки сточных вод не прекратится, и тем самым будет сохранено экологическое благополучие р. Москва, куда через р. Пехорку поступает очищенная вода Люберецких очистных сооружений, прошедшая ультрафиолетовое обеззараживание на заключительном этапе водоочистки.

В заключение стоит сказать, что в условиях дефицита энергомощностей, возникшего в последние годы в Московском регионе, новая мини-ТЭС на биогазе сточных вод позволила снизить нагрузку на энергосистему города и направить высвобождаемую мощность на обеспечение новых объектов градостроительства. К тому же, являясь передовым и эффективным решением по утилизации биогаза, такая теплоэлектростанция стала важным звеном в комплексном противодействии негативному воздействию осадков городских сточных вод на окружающую среду.



С 5 по 6 марта 2013 года в Москве, в Экспоцентре на Красной Пресне проходила XI Международная выставка и конференция *Russia Power 2013*. Одновременно с ней проходила III Международная выставка и конференция *HydroVision Russia 2013*. Более 5500 профессионалов энергетики из 64 стран обсудили важнейшие вопросы развития российской электро- и гидроэнергетики.

Выставки и конференции *Russia Power* и *HydroVision Russia*

Основными темами таких значимых энергетических форумов России, как *Russia Power* и *HydroVision Russia* стали модернизация, инвестиционная привлекательность и будущее российской энергетики. Итогом мероприятий стали десятки подписанных соглашений и множество дискуссий по ключевым вопросам развития отрасли. В числе зарубежных участников выставки можно назвать таких гигантов энергетического машиностроения, как Alstom, Ansaldo Energia, Emerson Process Management, Kawasaki Heavy Industries, MAN Diesel & Turbo, Mitsubishi Heavy Industries, MTU Onsite Energy, Pratt & Whitney Power Systems, Siemens (LLC Energy Sector) и др. Из крупных российских игроков – «ВСМПО-АВИСМА», «Объединенная двигателестроительная корпорация» (ОДК), ОАО «РусГидро»,

Группа компаний ОАО «Подольский машиностроительный завод», ОАО «Силовые машины», «Уральский турбинный завод», ЗАО «Энергомаш (Белгород)-БЗЭМ» и другие производители.

В течение двух дней на стратегических и технических сессиях конференции выступило более 150 экспертов из России, Европы, США и Азии. Направление конференции задали, выступившие на открытом пленарном заседании, А. Лавриненко, вице-президент Alstom, глава подразделения «Глобальная сбытовая сеть» по региону Россия, Беларусь и Украина и Е. Беллендир, директор по научной деятельности ОАО «РусГидро». Оба эксперта много внимания уделили вопросам локализации производства и совместным проектам российских и зарубежных компаний. Крупнейшие региональные проекты стали главной темой первого дня работы



Рис.1

форума. Компания GE Oil & Gas (США) объявила о продлении сервисного контракта стоимостью 333 млн долл. по проекту «Сахалин-2» на 16 лет. Кроме того, было объявлено о подписании протокола о взаимопонимании с Правительством Сахалинской области, в котором обозначены аспекты совместной деятельности по разработке проектов по электроснабжению для обеспечения будущих энерге-

тических потребностей острова Сахалин. Также 5 марта в рамках Russia Power 2013 состоялась церемония подписания соглашения о создании Консорциума «Феникс», который будет заниматься утилизацией и дальнейшей переработкой зол уноса, вырабатываемых угольными ТЭЦ. В состав Консорциума вошли: компания ЗАО «ПрофЦемент-Вектор», ОАО «Группа Е4» – EPC(M) contractor, ООО «СМ Про», ОАО «Гипроцемент», Renaissance Construction и IBAU Hamburg GmbH. Консорциум будет разрабатывать комплекс мер по проектированию и строительству системы сухого золошлакоудаления, учитывая уникальные особенности каждой конкретной электростанции.

Многие российские компании продемонстрировали инновационные разработки, в частности, ЗАО «Уральский турбинный завод» совместно с Холдингом «Ротек» презентовали на Russia Power 2013 последние достижения – проекты паровых турбин для парогазовых установок. Предприятие «Комтек-Энергосервис» (Санкт-Петербург) представило вниманию участников выставки паровые турбины мощностью от 0,5 кВт до 12 МВт собственного производства: это агрегаты конденсационного и противодавленческого типа, изготавливаемые под конкретные требования заказчика. Но в силу габаритов производимого оборудования и энергообъектов на его основе, «в живую» на выставке демонстрировалось не так много тепло-электро-генераторов промышленной мощности. Большинство компаний визуализировало свою продукцию видео-презентациями, макетами изделий, и конечно, баннерами, каталогами, буклетами, проспектами и прочими выставочными материалами. Тем не менее, наглядно можно было ознакомиться с газотурбинным двигателем ГТД-4РМ мощностью 4 МВт производства НПО «Сатурн» (стенд «Объединенной двигателестроительной корпорации», рис. 1). Também интерес вызвал новый двигатель MTU для привода генератора серии 2000 (модель 16V 2000 G05, сконструированный специально для выработки электроэнергии. При 1500 об/мин (50 Гц) новинка выдает мощность 975 кВт, при 1800 об/мин (60 Гц) – до 1115 кВт.

На стенах компаний, предлагающих компоненты и узлы, необходимые для создания энергогенерирующих объектов (горелки, теплообменники, арматура и пр.) демонстрационных моделей, конечно, было представлено больше. Так, экспозиция компании GEA Heat Exchangers GmbH («ГЕА Машимпекс») привлекала разборными и паяными пластинчатыми теплообменниками для нужд энергетики и промышленности (рис. 2), компания FACO предлагала промышленные теплообменники на основе оребренных труб (рис. 3), предназначенные для работы с большинством видов теплоносителей, включая воду, пар, гликоль, аммиак, фреон, а также углеводороды, технические газы и пр. В широком ассортименте таких аппаратов выделялись безопасные теплообменники с двойными трубами, позиционируемые в качестве новинки рынка. Оребренные трубные пучки этих теплообменников состоят из каналов двух соосных труб, которые, не причиняя вреда оборудованию, отводят утечку в торцевую часть аппарата, где она может быть обнаружена. Также на стенде FACO можно было осмотреть аппараты воздушного охлаждения, предназначенные для сфер генерации электроэнергии, когенерации и охлаждения жидкостей во многих технологических процессах (рис. 4).

На стенде НТЦ «Микротурбинные технологии» был представлен автономный энергоисточник на основе микротурбинного генератора электрической мощностью 20 кВт для электроснабжения газораспределительных станций и газорегуляторных пунктов БК АЭИ МДГ-20 (рис. 5). Данный турбогенератор вырабатывает электроэнергию за счет перепада давления природного газа на ГРС (ГРП), поэтому он не требует дополнительных затрат на топливо и не загрязняет окружающую среду. Применение постоянных магнитов на основе сплавов SmCo позволяет получить надежное возбуждение и высокий КПД в широком диапазоне мощностей при высокой скорости вращения. Лопастковые газодинамические подшипники сохраняют работоспособность в широком диапазоне температур и при этом обладают всеми преимуществами,



Рис. 2



Рис.3



Рис. 4



Рис. 5

свойственными подшипникам с газовой смазкой, а именно: высокой скоростью вращения поддерживаемого вала, экологической чистотой используемого в качестве смазки воздуха, и что немаловажно при работе в отдаленных районах, возможностью обходиться без завоза специальных смазочных материалов.

Промышленный сегмент на AQUA-THERM Moscow 2013

С 5 по 8 февраля 2013 г. в МВЦ «Крокус Экспо» проходила 17-я Международная выставка AQUA-THERM Moscow 2013 – главное событие в сфере отопления на данный момент. Помимо бытового сектора, традиционно представленного на выставке, здесь можно было ознакомиться с оборудованием коммерческого (100–500 кВт) и промышленного (от 0,5 МВт) сегментов.

Выставку AQUA-THERM Moscow 2013 можно назвать рекордной по отношению к прошлым годам: здесь было представлено 727 компаний из 32 стран мира (прирост по отношению к прошлому году – 27 %), а по итогам мероприятия стало известно, что за 4 дня работы выставку посетило 26 850 человек (прирост по отношению к прошлому году – 13,7 %). Экспозиция общей площадью 42 тыс. м² заняла три зала павильона № 3.

Деловая программа включала ряд тематических конференций, проводимых организаторами выставки – компаниями ITE и Reed Exhibitions совместно с ведущими отраслевыми издательствами. Так, Издательский Центр «Аква-Терм» участвовал в проведении двух из них – конференции «Современные технологии ресурсоэнергосбережения», которую вел главный редактор журнала «Аква-Терм» А. Преображенский, и конференции по климатическому и вентиляционному оборудованию CLIMAVENT, которую вел главный редактор журнала «Аква-Терм Эксперт» С. Трехов. В программе первой прозвучали доклады директора НП «Центр экологической сертификации – ЗЕЛЕНЫЕ СТАНДАРТЫ» Р. Исмаилова на тему применения зеленых стандартов в России и профессора МГСУ В. Исаева о современных технических и технологических возможностях для ресурсоэнергосбережения в ЖКХ, организационно-технических и организационно-управленческих решениях для повышения надежности и эффективности городского теплоснабжения. Представители таких известных на рынке компаний, как De Dietrich, Grundfos, Kaimann GmbH, Schiedel, Vaillant, Zehnder GmbH, познакомили



аудиторию с новейшими решениями для энергоэффективных домов. На конференции CLIMAVENT участники обсудили актуальные вопросы развития индустрии климатического и вентиляционного оборудования, в том числе использование «зеленых технологий», VRF-решений для мультизонального кондиционирования зданий, экобезопасных антифризов для систем вентиляции, кондиционирования и рекуперации тепла. С докладами выступили представители компаний Euroclimat, Mitsubishi Electric, АЭРЭКО, Русклимат Термо и др., познакомившие аудиторию с новыми возможностями и технологиями, применяемыми в современной климатотехнике.

Кроме того, некоторые крупные участники AQUA-THERM Moscow 2013 проводили собственные конференции для проектировщиков и монтажников инженерных систем. В частности, компания Viessmann провела конференцию «Иновационное отопительное оборудование Viessmann для промышленного и коммунального теплоснабжения», на которой большой интерес аудитории вызвал доклад представителя академии Viessmann С. Соловьева о 3D проектировании совре-

менных промышленных и отопительных котельных. В рамках выставки AQUA-THERM компания «Бош-Термотехника» организовала пресс-ланч для представителей ведущих отраслевых изданий. На этом мероприятии специалисты компании познакомили журналистов с последними разработками отопительной техники, выпускаемыми под маркой Bosch и Buderus, рассказали о планах продвижения продукции на российском рынке, а также провели экскурсию по стенду, демонстрируя новые образцы котельного и теплоэнергетического оборудования.

Иновационный конденсационный котел Unical



На экспозиции компании «Энергогазинжиниринг» можно было осмотреть промышленные конденсационные котлы Unical серии Modulex EXT, ранее известные на российском рынке как Modulex и SuperModulex. Изменение названия связано с некоторыми улучшениями в конструкции: если раньше эти котлы были предназначены исключительно для установки в помещениях, то сейчас они могут устанавливаться и снаружи зданий – например, на крыше, на специ-

альных площадках во дворе, невзирая на погодные условия (иней, 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»). Ряду усовершенствований подверглись также электротехника и камеры сгорания агрегатов.

Серия Modulex EXT представлена 11 моделями номинальной тепловой производительностью от 100 до 900 кВт: при температурном режиме 50/30 °C максимальная полезная мощность котлов составляет от 95,9 до 894,2 кВт, при температурном режиме 80/60 °C – от 95,9 до 844,1 кВт. Эффективность (КПД) при максимальной мощности составляет от 99,9 до 103,5 % в режиме 50/30 °C и от 97,1 до 98,1 % в режиме 80/60 °C. Максимальное рабочее давление котлов составляет 6 бар, максимальная рабочая $t = 90$ °C. Все модели Modulex EXT имеют модульную конструкцию, включающую от 2 до 7 самостоятельных законченных тепловых секций, объединенных общим управлением и обшивкой. Каждая секция снабжена собственной модуляционной горелкой с вентилятором, с частотным регулированием числа оборотов. Коэффициент модуляции горелки может достигать 1:40. Корпус секции выполнен из алюминиево-кремниево-магниевого сплава. Общие для этих секций – подающий и обратный трубопровод, а также коллектор отходящих газов, конструктивно объединенный с каналом конденсатаотвода и выполненный из нержавеющей стали. Котлы серии Modulex EXT можно объединять в каскады до 8 агрегатов. Для организации ГВС имеется возможность подключения внешнего бойлера.

Твердотопливные котлы Faci

Компания Faci (Италия) представила на выставке твердотопливный водогрейный котел ECO 10 мощностью 152 кВт, предназначенный для сжигания пеллет и измельченного твердого топлива (древесная щепа и опилки). Также в качестве топлива может использоваться оливковый жмых, миндальная скорлупа, скорлупа орехов и кокосов и другие виды биомассы, являющиеся отходами пище-

вой промышленности. Горизонтальный двухрядный стальной теплообменник сконструирован таким образом, чтобы при работе нагревалась не только нижняя часть, но и боковые стенки котла, в которых также находится теплоноситель. Теплообменник располагается в верхней части камеры сгорания, снабженной нисходящим шнеком, что обеспечивает защиту от возвратного пламени. Нижняя дверца стального корпуса используется как для чистки, так и для загрузки крупных кусков топлива. Аналоговая панель управления позволяет регулировать основные параметры режима работы. Предусмотрено подключение к другим источникам тепла: солнечному коллектору, газовому котлу, камину. Диапазон рабочей t составляет от 65 до 90 °C, рабочее давление – 2 бара, объем водяной рубашки – 220 л. Заявленный производителем КПД составляет не менее 80 %. В комплект поставки входят аналоговая панель управления, шnekовая система подачи топлива, бункер объемом 200 л, система наддува воздуха с вентилятором, колосниковые решетки, контейнер для сбора золы, а также инструменты для чистки и обслуживания оборудования. Конструкция котла предусматривает установку системы автоматического розжига, а также возможность комплектации дополнительным теплообменником-змеевиком для приготовления воды для нужд ГВС.

Отопительное оборудование Viessmann



Промышленному отопительному оборудованию на стенде компании Viessmann (Германия) было уделено центральное

место: в этом году на AQUA-THERM Moscow компания разместила три жаротрубных водогрейных котла – Vitamax 100 LV, Vitamax 200 LV и Vitamax 300 LT мощностью 2,3 МВт каждый. Эти низкотемпературные отопительные котлы работают при давлении 6/10 бар (Vitamax 300 LT – только 6 бар) и имеют КПД 91,5 % (Vitamax 100 LV), 92 % (Vitamax 200 LV) до 96 % (Vitamax 300 LT). Допустимая температура подачи воды составляет 110/120 °C. Линейка двухходовых котлов низкого давления Vitamax 100 LV имеет диапазон мощностей от 0,65 до 6 МВт, линейка водогрейных трехходовых котлов Vitamax 200 LV – от 2,3 до 6 МВт (тип M62A) и от 8 до 20 МВт (тип M64A), линейка низкотемпературных трехходовых котлов Vitamax 300 LT – от 1,86 до 5,9 МВт. Также на стенде компании был впервые выставлен демонстрационный образец котельной MKC ALFA 200 от партнеров компании «Модульные котельные системы». Блочно-модульная котельная ALFA 200 с размещенными в ней двумя котлами Vitoplex 100 PV1 суммарной мощностью 1 МВт имеет современную систему автоматизации и удаленного мониторинга, позволяющую оборудованию работать длительное время без персонала.

Паровой котел ICI Caldaie

На стенде компании ICI Caldaie S.p.A. (Италия) был представлен паровой жаротрубно-дымогарный трехходовой котел серии GX. Линейка данных парогенераторов включает 15 моделей номинальной мощностью от 1162 до 11 628 кВт и производительностью по пару от 1,7 до 17 т/ч. Максимальная t пара на выходе составляет +191 °C (или +201 °C), максимальное рабочее давление – 12 или 15 бар. Паровые жаротрубные котлы ICI Caldaie предназначены для работы на природном газе, дизельном топливе, мазуте; поставляются в комплекте с регулирующей и предохранительной арматурой для работы в автоматическом режиме. Средства безопасности включают два предохранительных клапана с рычагами противодавления, предохранительное реле давления с ручной перезарядкой, систему контроля максимального и минимального уров-



ней, два индикатора уровня, манометр с контрольным фланцем. Управляющие устройства – реле давления 1-ой и 2-ой ступеней, автоматический регулятор уровня с двумя зондами проводимости для включения и выключения насоса. Питающую группу составляют два циркуляционных насоса Grundfos, три клапана отсекателя, два обратных клапана, два грязевых фильтра.

Сверхкомпактная котельная от Bosch



В ассортименте оборудования компании «Бош Термотехника» была представлена каскадная котельная на базе 4 конденсационных котлов Bosch серии Condens 5000 W мощностью 98 кВт каждый. Это котлы с закрытой камерой сгорания, работающие на природном и сжиженном газе. Они оборудованы модульционной горелкой из нержавеющей стали предварительного смешения и теплообменником из силумина, который благодаря запатентованной техноло-

гии конфигурации трубок, увеличивает теплопередачу, минимизируя размеры котла. Воздух в камеру сгорания может поступать из помещения или с улицы. КПД котла зависит от условий работы и может достигать 110 %. Максимальное рабочее давление составляет 5 бар, максимальная рабочая $t = 90^{\circ}\text{C}$. Котельная, собранная из котлов Condens 5000 W, отличается повышенной компактностью и высокой удельной плотностью получаемой энергии, поскольку на пространстве около 1 m^2 может вырабатываться почти 400 кВт тепла.

Конденсационные теплообменники Bekaert



Компания Bekaert Combustion Technology B.V. (Бельгия) продемонстрировала конденсационные теплообменные аппараты из алюминиевых секций – модели серий Bekaert Aluento и Bekaert Alucom, предназначенные для комплектации ими газовых конденсационных котлов коммерческой и промышленной мощности. Серия Bekaert Aluento включает три модели номинальной мощностью 60, 90 и 120 кВт, работающие при максимальном давлении до 4 бар. Заявленная эффективность при температурном режиме 80/60 $^{\circ}\text{C}$ достигает 108 %. Серия Bekaert Alucom включает 5 моделей номинальной мощностью 320, 395, 470, 545 и 620 кВт, которые работают при

максимальном давлении до 6 бар. Заявленный КПД этих теплообменников также достигает 108 %. Алюминиевыми теплообменниками Bekaert комплектуются котлы ведущих европейских производителей конденсационной техники, широко представленных на российском рынке.

Промышленные горелки Ray

На стенде компании Ray Öl- & Gasbrenner GmbH (Германия) были представлены промышленные горелочные устройства: газовая горелка EG 1000, жидкотопливная горелка BGE 1000 и комбинированная горелка (жидкое топливо/газ) BGEC 1000. Серия двухблочных ротационных газовых горелок EG предназначена для работы с паровыми и водогрейными котлами всех видов, теплоэлектростанциями, термическими устройствами (мусоросжигателями, промышленными теплогенераторами и пр.). Типоряд состоит из 12 моделей мощностью от 232 до 29 070 кВт, приспособленных для сжигания всех видов технических газов с расходом от 23 до 2907 $\text{nm}^3/\text{ч}$. Промышленные ротационные горелки серии BGE представлены 12 моделями мощностью от 349 до 29 070 кВт, предназначенными для сжигания легких нефтяных топлив, минеральных масел, в том числе тяжелых мазутов M40 и M100, с расходом топлива от 30 до 2500 $\text{kg}/\text{ч}$. Серия двухблочных ротационных комбинированных горелок BGEC для сжигания легких и тяжелых видов жидкого топлива, а также газа, включает 12 моделей диапазоном мощностей



от 349 до 29 070,0 кВт, которые работают параллельно или раздельно на всех технических горючих газах, а также на всех минеральных маслах. Промышленные горелки Ray регулируются бесступенчато в диапазоне регулирования до 1:10 (газовые горелки EG – 1:20).

Промышленная горелка для сжигания биогаза

В экспозиции фирмы Saacke (Германия) демонстрировалась двухблочная горелка промышленной серии TEMINOX® – модель TEMINOX®GS 100 мощностью 9,5 МВт, имеющая конструктивное решение для сжигания биогаза (возможность подключения смесительного устройства) и способная работать как на природном газе, так и в режиме совместного сжигания двух газов. Горелочное устройство состоит из двух частей: непосредственно горелки и выносного дутьевого вентилятора. «Выносное» исполнение обладает такими преимуществами: как: возможность применения на котельных установках с предельно высоким аэrodинамическим сопротивлением и при использовании водоподогревателей, возможность комплектации одним вентилятором сразу нескольких горелочных устройств, возможность работы на особых видах топлива и сжигания сразу нескольких видов газа, возможность подбора положения воздухоприемника в диапазоне 360 градусов с шагом в 22,5 градуса. Благодаря разделению газа на первичный и вторичный (ступенчатое сжигание) в горелках TEMINOX® достигаются предельно низкие выбросы оксидов азота при работе на природном газе и биогазе. Для сокращения количества NOx в выбросах сжигание первичного газа осуществляется с высокой степенью предварительного смешения с первичным воздухом при низких температурах и стабильном пламени. Уменьшение парциального давления кислорода в топливной смеси обеспечивается за счет сжигания дымовых газов первой стадии на второй стадии сжигания. Сокращение температурных пиков достигается за счет «растягивания» вторичного сжигания по всей длине топки при интенсивном отборе тепла.

Насосы Wilo для водоснабжения

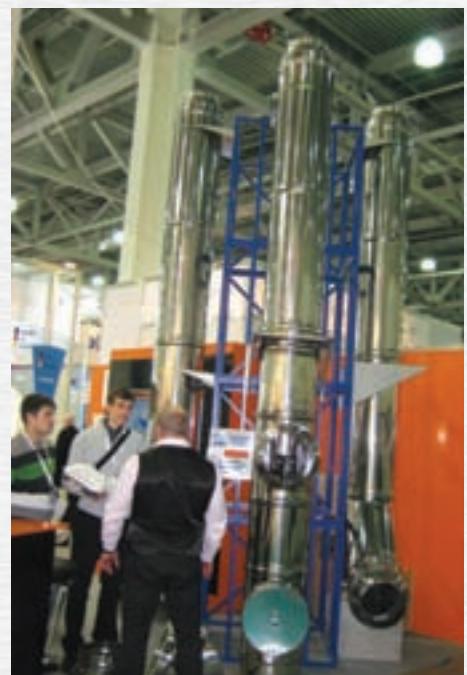


Компания Wilo (Германия) выставила на своем стенде установку, позиционируемую как новинку российского рынка – Wilo-SiBoost Smart Helix EXCEL. Это высокоэффективная, готовая к подключению нормально-всасывающая установка для водоснабжения с двумя (по конфигурации возможно и с четырьмя) параллельно подключенными, вертикально расположенными высоконапорными центробежными насосами из высококачественной стали серии Helix EXCEL, где каждый насос оснащен встроенным частотным преобразователем с воздушным охлаждением и мотором EC, оснащенным системой Smart Controller SC. Максимальная t перекачиваемой жидкости составляет +50 °C (по заказу возможно до +70 °C), максимальная t окружающей среды – 40 °C, максимальное рабочее давление – 16 бар (по заказу 25 бар), входное давление – 10 бар. Диапазон частоты вращения варьируется в пределах 1500–3770 об/мин.

Промышленная тепло- и холдоизоляция

Производственная компания «Теплов и Сухов» представила теплоизоляционные цилиндры «Теплорок», изготовленные из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы, произведенной с применением синтетического

связующего. Данные изделия предназначены для тепловой изоляции инженерных систем промышленного и гражданского назначения, технологических трубопроводов (газоходов, дымовых труб), могут применяться при t от –180 до +650 °C, характеризуются высокой прочностью, нетоксичностью, низким коэффициентом теплопроводности, химической стойкостью по отношению к маслам, растворителям, кислотам, щелочам и пр. Цилиндры «Теплорок» предлагаются как в некашированном виде, так и в кашированном (алюминиевой фольгой); имеют внутренний диаметр от 18 мм, толщину от 20 до 150 мм, стандартную длину 1000 мм. Для защиты некашированных цилиндров от механических повреждений необходим монтаж внешнего защитного кожуха из оцинкованной или нержавеющей стали, а также из алюминия, для чего компания «Теплов и Сухов» предлагает защитные покрытия из тонколистового металла «Изотис». Эти изделия сохраняют заданный диаметр на всем участке трубы благодаря предварительной перфорации отверстий; предлагаются оцинкованные покрытия длиной 625 и 1250 мм, алюминиевые длиной 600 и 1200 мм, нержавеющие длиной 500 и 1000 мм. Стандартный ассортимент включает оболочки, отводы 30, 45 и



Международная выставка
газового, теплоэнергетического
и отопительного оборудования

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



www.cityenergy-expo.ru

90 градусов, диафрагмы, врезки, конусные переходы, съемные короба для фланцев и для запорной арматуры, цеппелиновые и конусные покрытия для емкостей.

Тестирование с testo 875

Компания «Тесто Рус», российское отделение ведущего производителя портативных измерительных приборов – компании Testo AG (Германия), демонстрировала посетителям выставки ряд новинок. В их числе – тепловизор testo 875-1 с температурной чувствительностью $< 80 \text{ мК}$, высококачественным стандартным объективом $32^\circ \times 23^\circ$, опциональным телескопическим объективом $9^\circ \times 7^\circ$ и функцией отображения распределения поверхностной влажности для всестороннего анализа. С помощью

этого прибора можно проводить бесконтактную диагностику материалов и компонентов, позволяющую своевременно локализовать потенциально слабые участки при обслуживании объектов, и тем самым предотвратить выход оборудования из строя или риск возгорания (в случае обнаружения источников утечки энергии). Размер детектора составляет 160×120 пикселей; благодаря разрешению в 19 200 температурных точек, объекты измерений будут представлены на снимках в очень хорошем качестве – четко и детализировано. Технология SuperResolution (до 320×240 пикселей) повышает качество снимков на один класс, то есть разрешение тепловых снимков увеличивается в 4 раза. Благодаря превосходной температурной чувствительности в $< 80 \text{ мК}$ на тепловых снимках будут отчетливо видны даже самые незначительные перепады температур. Функция автоматического распознавания горячей/холодной точек позволяет визуализировать критические температуры непосредственно на снимке. С помощью режима измерения «Солнечная энергия» в тепловизор можно ввести значение интенсивности солнечного излучения для каждого отдельного замера. Введенные данные сохраняются с соответствующими термограммами. Тепловизор testo 875-1 поставляется в фирменном кейсе в комплекте с профессиональным ПО, чехлом Soft-Case, ремнем для переноски, SD-картой, USB-кабелем, блоком питания, литиево-ионным перезаряжаемым аккумулятором и адаптером для крепления к штативу. Тепловизоры testo 875-1i и 875-2, наряду со всеми вышеперечисленными возможностями, характеризуется наличием встроенной цифровой камеры с мощной подсветкой, которая сохраняет реальные снимки параллельно с соответствующими термограммами, а также специальным режимом измерения для локализации участков, подверженных риску образования плесени: путем ручного ввода параметров окружающей среды – температуры и влажности воздуха, а также поверхности – тепловизоры testo 875-1i и testo 875-2 рассчитывают значение влажности для каждой точки измерения и визуализируют полученные данные посредством термограммы.



Реклама

**Точно. Надежно.
Просто.**

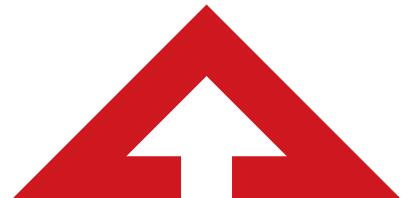
testo 310. Анализ дымовых газов – это просто.

- Прочный корпус для решения ежедневных задач
- Ресурс батареи до 10 часов
- Интегрированные меню для измерения:
дымовых газов, тяги, уровня CO и давления

www.testo.ru

3
Г
2
0
1

ПОДПИСКА



**Уважаемые читатели!
Оформите подписку на 2013 г. на журналы
Издательского Центра «Аква-Терм»**

Вы можете подписаться в почтовом отделении:

- по каталогу «Пресса России. Газеты. Журналы»,
- по Интернет-каталогу «Российская периодика»,
- по каталогу «Областные и центральные газеты и журнала», Калининград, Калининградская обл.

Подписной индекс – 41057

Через альтернативные агентства подписки:

Москва

- «Агентство подписки «Деловая пресса», www.delpress.ru,
- «Интер-Почта-2003», interpochta.ru,
- «ИД «Экономическая газета», www.ideg.ru,
- «Информнаука», www.informnauka.com,
- «Агентство «Урал-Пресс» (Московское представительство), www.ural-press.ru.

Регионы

- ООО «Прессмарк», www.press-mark.ru,
- «Пресса-подписка» www.podpiska39.ru,
- «Агентство «Урал-Пресс», www.ural-press.ru.

Для зарубежных подписчиков

- «МК-Периодика», www.periodicals.ru,
- «Информнаука», www.informnauka.com,
- «Агентство «Урал-Пресс» (Россия, Казахстан, Германия), www.ural-press.ru.

Группа компаний «Урал-Пресс» осуществляет подписку и доставку периодических изданий для юридических лиц через сеть филиалов в 86 городах России.

Через редакцию на сайте www.aqua-therm.ru:

- заполнив прилагаемую заявку и выслав ее по факсу (495) 751-6776, 751-3966 или по E-mail: book@aqua-therm.ru, podpiska@aqua-therm.ru.

ЗАЯВКА НА ПОДПИСКУ

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

Ф. И. О.

Должность

Организация

Адрес для счет-фактур

ИНН/КПП/ОКПО

Адрес для почтовой доставки

Телефон

Факс

E-mail

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



VALV.SIG.MOLLA 139-CR-H4-1/2"GM-1/2"GF

MANOMETRO Ø100 1/2"SC.0-16

TERMOMETRO ø80MM ATTACCO POSTER.1/2"G.

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

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