

КОТЕЛЬНЫЕ

и мини-ТЭЦ



Котельные

Когенерация

Обзор рынка

Энергоэффективность
котлов в коммунальной
теплоэнергетике
12

Мобильные
дизель-генераторные
мини-ТЭС
24

Промышленные
жидкотопливные
горелки
38

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 Работа промышленных и отопительных котлов на серосодержащем жидкок топливе

12 Об энергоэффективности котлов в коммунальной теплоэнергетике

16 Трехмерное проектирование котельных: опыт компании Viessmann

18 Насосы для сетей теплоснабжения

20 Модернизация котельных по-шведски

22 Утилизация железнодорожных шпал

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

24 Мобильные дизель-генераторные мини-ТЭС

30 Транспортабельные микротурбинные ТЭС на жидкок топливе

33 Новая газотурбина MAN Diesel & Turbo со сверхнизким значением выбросов NO_x

34 Пиролизное топливо для газотурбин малой мощности

35 Передвижные комплексы для освоения скважин

36 Новости когенерации

ОБЗОР РЫНКА

38 Промышленные жидкотопливные горелки зарубежных производителей

ВОДОПОДГОТОВКА

48 Обратный осмос и нанофильтрация: повышение эффективности, сопоставление с ионным обменом

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ

52 Промышленные горелки RAY: сделано в России

54 Блочно-модульные котельные «ЭнергоЛидер»

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

56 Котельные на местных видах топлива

58 Горелки от RAY Ö- & Gasbrenner Gmbh

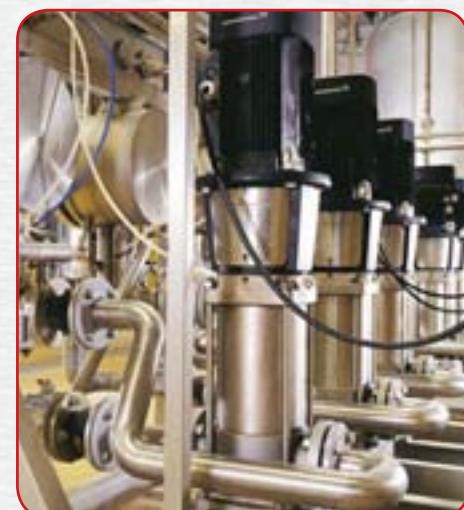
59 Новые жаротрубные котлы ARCUS

60 Когенерационные установки Spark Energy

61 Такие разные дымоходы

ИНТЕРНЕТ

62 Жидкотопливные горелки промышленной мощности на сайтах производителей



Директор
Лариса Шкарубо
magazine@aqua-therm.ru

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

Служба подписки
podpiska@aqua-therm.ru

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

В.В. Чернышев, зам.начальника
Управления государственного
строительного надзора
Федеральной службы

по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
Научный консультант
Я.Е. Резник

Учредитель журнала
ООО «Издательский Центр
«Аква-Терм»
Издание зарегистрировано

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

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

издании, допускается только с пись-
менного разрешения редакции.
За содержание рекламных объявлений
редакция ответственности не несет.
Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов статей.

Фото на 1-й с. обложки:
комбинированная горелка
BGEC 2500
www.Ray-International.ru



Уважаемые коллеги!

В этом году компания Rosinox отмечает юбилей – 10 лет работы на российском рынке. С каждым годом мы расширяем нашу деятельность, увеличивая объемы продаж, совершенствуя качество предоставляемых нами услуг. Развитие и рост нашей компании связаны с внедрением и продвижением на российский рынок новых технологий по изготовлению стальных нержавеющих дымоходов.

К сожалению, в России многие предприниматели являются дилерами импортных стальных дымоходов. В связи с этим нами было создано собственное производство по изготовлению дымоходов (как промышленных, так и бытовых) из нержавеющей стали в г. Клин Московской области. Изначально потребитель относился пренебрежительно к такого рода новинкам, особенно в России. Но нам удалось опровергнуть это мнение. В настоящее время компания обладает развитой дилерской сетью, охватывающей крупные областные центры и малые города России.

В 2003 г. компанией Rosinox была изготовлена первая стальная труба диаметром 130 мм. Сегодня на нашем производстве изготавливают трубы для дымоходов диаметром до 1000 мм.

Компания Rosinox рассчитывает на сотрудничество с профессионалами и читателями журнала «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ», поскольку заинтересована в расширении дилерской сети. Сегодня мы предлагаем концепцию сотрудничества, в основе которой лежит гибкая политика ценообразования, предложение широкого спектра номенклатуры товара, а также обеспечение информационной и рекламной поддержки посредством консультаций по номенклатуре товара, предоставления технических каталогов и рекламных материалов.

*С уважением, Виктор Крутов,
глава группы Rosinox*

Первая пятилетка «ЭнергоГазИнжиниринга»

Издательский Центр «Аква-Терм» поздравляет с 5-летним юбилеем одного из наиболее динамично развивающихся участников российского теплоэнергетического рынка – компании «ЭнергоГазИнжиниринг», которая за время своего существования успешно ввела в эксплуатацию целый ряд энергообъектов с использованием самого современного оборудования от ведущих мировых поставщиков. Один из последних проектов компании – строительство котельной для микрорайона «Новое Пушкино» (Пушкинский р-н Московской обл.) суммарной мощностью 100 МВт. В августе 2013 г. компанией «ЭнергоГазИнжиниринг» были начаты общестроительные работы по возведению первой очереди котельной мощностью 44,5 МВт.

Глобальное расширение

Mitsubishi Heavy

Компания Mitsubishi Heavy Industries Ltd (Япония) завершила сделку по приобретению бизнеса компании Pratt & Whitney Power Systems по производству ГТУ малой и средней мощности. Сделка реализована в рамках соглашения между MHI и United Technologies Corporation (UTC), подписанного в декабре 2012 г. Частью соглашения является также приобретение MHI компании Turboden s.r.l. (Италия), которая разрабатывает и производит энергоустановки, работающие по циклу Ренкина (ORC). Параллельно MHI ведет переговоры о приобретении бизнеса Hitachi Ltd (Япония) по производству теплоэнергетического оборудования. Сделка должна быть завершена в январе 2014 г.

Традиционно компания Mitsubishi Heavy Industries разрабатывала и производила ГТУ большой мощности; после приобретения P&W, Turboden и Hitachi компания MHI максимально расширит модельный ряд энергетического оборудования и сможет охватить все стратегически важные сегменты рынка не только в Азиатском регионе, но и во всем мире. Сотрудничество MHI и United Technologies будет продолжено после реализации сделки, в частности, будет осуществляться техническое обслуживание и ремонт ГТУ, которые находятся в эксплуатации по всему миру, производство и поставка необходимых запасных частей.



Новая ветротурбина от GE Energy



Компания GE Energy (США) начала опытно-промышленную эксплуатацию новой ветротурбины 2.5-120, которая установлена на площадке около г. Вирингермер (Нидерланды). Турбина разрабатывалась в сотрудничестве с датским научно-исследовательским институтом DCN, который работает в области возобновляемых источников энергии. Новая модель отличается более высокой мощностью, надежностью и ремонтопригодностью, что обеспечивает дополнительные преимущества для заказчиков. Мощность ветротурбины 2.5-120 составляет 2,5 МВт, диаметр ротора – 120 м, высота башни – 139 м. Турбина оснащена передовой системой контроля и управления, обеспечивающей контроль оборудования в более, чем 10 тыс. точках. Полученные данные по сети Industrial Internet передаются в диспетчерский пункт, где они анализируются, систематизируются и архивируются. На основании данной информации ведется постоянный мониторинг технического состояния оборудования и принимаются решения в аварийных ситуациях. Кроме того, система управления обеспечивает настройку режимов работы ветротурбины в зависимости от ветровой нагрузки. Опытно-промышленная эксплуатация ветротурбины 2.5-120 будет продолжаться до конца текущего года.

Новый завод **Fortum** по производству бионефти из древесной щепы

К концу 2013 г. энергетическая компания Fortum (Финляндия) планирует построить первый в мире завод, который будет производить пиролитическую нефть из обычной древесной щепы. Ожидается, что мощность нового завода составит 50 тыс. т биотоплива в год. Для производства такого количества альтернативного топлива потребуется около 600 тыс. т отходов древесины. Завод будет построен в г. Йоэнсуу; в качестве рынка сбыта биотоплива рассматриваются страны Балтики, Польша и Россия.

Для получения бионефти на производстве будут термическим способом раскладывать биомассы, в результате чего они перерабатываются до жидкого состояния. Полученное вещество можно будет использовать в качестве моторного топлива, а также как сырье для выработки энергии. Компания уже вложила в этот проект около 30 млн евро, также в качестве поддержки инновационного проекта было получено 8,1 млн евро от финского министерства занятости и экономики.



Установки ORC под маркой **Siemens**

Компания Siemens и конкурсные управляющие активами компаний Maxxtec AG и Adoratec GmbH (Германия) подписали соглашение о покупке технологии по производству установок, работающих по циклу Ренкина (ORC). Сделка будет завершена осенью 2013 г. Органический цикл Ренкина – термодинамический процесс, где в качестве рабочего тела используются жидкости, точка кипения которых ниже, чем у воды. При этом обеспечивается выработка дополнительного количества энергии из низкопотенциальных источников. Кроме того, снижаются затраты на производство электроэнергии путем утилизации сбросной тепловой энергии. Решение о приобретении технологии принято по результатам проведенного исследования, которое показало, что установки ORC широко востребованы в настоящее время на рынке, и имеются серьезные перспективы развития в данном направлении.

Новый энергоцентр в Лобне

В этом году ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж», крупнейшее предприятие в сфере проектирования, производства, монтажа и пусконаладки теплоэнергетического оборудования, отмечает 60 лет своей деятельности, за которые было введено в промышленную эксплуатацию свыше 6 тыс. энергетических объектов.

Одним из последних проектов является энергоцентр ЗАО «НАТЭК-Энерго» (г. Лобня Московской обл.), на котором ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» осуществляет монтажные и пусконаладочные работы по основному оборудованию. Новый энергоцентр общей электрической 36 МВт и тепловой 59 МВт мощностью покроет нагрузки близлежащих производственных предприятий и объектов соцкультбыта.



28 августа 2013 г. в присутствии представителей правительства Московской области, руководства города, надзорных органов и участников строительства состоялся торжественный ввод в эксплуатацию первой очереди энергоцентра, приуроченный ко Дню города Лобня. Первая очередь включает 5 газопоршневых агрегатов JMS 620 производства GE Jenbacher электрической 3 МВт и тепловой 3 МВт мощностью каждый, а также 2 котла UNIMAT UT-M 54 производства Buderus тепловой 12,6 МВт мощностью каждый.

В выступлениях на торжественной церемонии было отмечено, что ввод новых генерирующих мощностей существенно снизит дефицит электрической и тепловой энергии в г. Лобня и повысит надежность энергоснабжения в целом.

Твердотопливный жаротрубный котел компании «Балткотломаш»

Компания «Балткотломаш» (Санкт-Петербург) выводит на рынок водогрейный жаротрубный котел серии КВр мощностью 1,0 МВт с трехходовым движением газов, предназначенный для работы на дровах или угле. Котел КВр-1,0д (д – на дровах) предназначен для получения горячей воды, используемой в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий и сооружений, а также для технологических целей. В случае применения котла для горячего водоснабжения рекомендуется работа по двухконтурной схеме (с использованием водо-водяного теплообменника). Котлы работают с принудительной циркуляцией воды с абсолютным давлением не выше 6 бар и максимальной температурой нагрева воды до 115 °С. Минимальная рабочая нагрузка котла составляет 30 % номинальной мощности. Новинка не требует сооружения специального фундамента; полная заводская готовность котла в облегченной теплоизоляции обеспечивает минимальные работы при монтаже, который осуществляется путем установки двух готовых блоков в течение нескольких часов. Котлы КВр-1,0 характеризуются низким гидравлическим сопротивлением и высокой эргономичностью (все поверхности нагрева доступны для чистки). Жаротрубный бетон в основании топки позволяет стабилизировать работу котла даже при загрузке влажного топлива.



Котлы КВр-1,0 имеют все необходимые сертификаты и соответствуют всем требованиям нормативной документации. Оборудование поставляется транспортабельными блоками любым видом транспорта, предохраняющим от атмосферных осадков, повреждений и загрязнений.

Новые контроллеры Honeywell

Компания Honeywell (США) продолжает развитие линейки «прошитых» контроллеров серии MVC80, предназначенных для автоматизации тепловых пунктов, и предлагает новую версию MVC80-DH10M, которая является дополнением к популярной модели MVC80-DH10. Основным отличием от модели, ранее представленной на рынке, является поддержка протокола ModBus RTU (Slave) и управление аналоговыми приводами клапанов (0...10В). В новую версию перенесены все функциональные применения, проверенные и хорошо зарекомендовавшие себя алгоритмы управления из контроллера MVC80-DH10. Алгоритмы нового контроллера учитывают российскую специфику безусловного ограничения температуры обратной воды. В память контроллера загружено 7 популярных схем применения, 6 из них поддерживают управление как одиночными, так и сдвоенными насосами. Любую из загруженных схем можно активировать в любой момент, при этом дополнительные расходы на активацию нужной схемы исключены. Контроллер MVC80-DH10M версии 1.0 способен управлять одним, двумя или тремя контурами в ИТП. Вместе с тем контроллер поддерживает управление 2-мя насосами в контуре с автоматической ротацией по часам наработки или в фиксированное время и день недели, а также контуром подпитки для поддержания давления во вторичной стороне контура отопления. Контроллер снабжен большим контрастным ЖК-дисплеем с подсветкой, на который выводятся легко читаемый русский текст и символы. Кнопки быстрого доступа для настройки основных параметров вынесены на лицевую панель контроллера. Контроллер поддерживает коммуникацию по ModBus, что позволяет диспетчеризировать его как программными и аппаратными средствами CentraLine by Honeywell, так и средствами сторонних производителей.



Новый учебный класс BAXI

В июне 2013 г. в Республике Марий Эл состоялось открытие учебно-методического класса BAXI на базе компании ООО «Газпром газораспределение Йошкар-Ола». Открытие нового класса BAXI республиканского значения в г. Йошкар-Ола приурочено к знаменательной дате – 55-летию газификации Республики Марий Эл.

Оборудование BAXI занимает прочные позиции в республике и имеет статус «народной» марки. Насыщенность региона котлами BAXI весьма велика, поэтому их обслуживание сотрудниками технических служб должно быть на самом высоком уровне. Для этих целей новый класс BAXI оснащен не только популярными среди населения моделями типовых котлов BAXI, но и набирающими популярность конденсационными котлами нового модельного ряда Duo Tech. Учебный класс предназначен для оперативного и качественного предоставления технической информации по оборудованию BAXI сотрудникам газовых хозяйств, осуществляющих профессиональное бесперебойное обслуживание многочисленных потребителей г. Йошкар-Ола и других населенных пунктов Республики Марий Эл.



Производство
нержавеющих дымоходов



+7 495 363 38 54
+7 49624 5 56 58

info@rosinox-klin.ru
www.rosinox-klin.ru

Новый завод по производству агропеллет

Агропромышленный холдинг KSG Agro (Украина) строит новый завод по производству агропеллет в г. Кривой Рог (Днепропетровская обл.). Мощность нового биотопливного завода составит 90 тыс. т агропеллет в год. Основным сырьем для производства станут шелуха кукурузы и солома, убранная с собственных полей холдинга (компания владеет 104 тыс. га земли). В процессе производства пеллет будет использоваться технология компании Polish Energy Partners (Польша). Кроме этого завода агрохолдинг строит также пеллетный завод в Крыму и планирует ввести его в эксплуатацию в апреле 2014 г., а осенью 2014 г. в Днепропетровской области должно появиться третье аналогичное предприятие. Инвестиции в каждый завод оцениваются в 3,5 млн евро.

Новая смена котлов компании «Дорогобужкотломаш»

На смену малоэффективным котлам ТВГ-8 компания «Дорогобужкотломаш» (пос. Верхнеднепровский, Дорогобужский р-н, Смоленская обл.) выводит на рынок котлы КВ-Г-14-150 и КВ-Г-9,65-150 на перегретой воде, разработанные по пожеланиям многочисленных потребителей для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения промышленного и бытового назначения, а также для технологических целей. Эти водогрейные водотрубные котлы устанавливаются на существующий фундамент (КВ-Г-14-150 – с одновременным увеличением мощности на 50 %), имеют номинальную теплоизводительность 14 и 9,65 МВт, соответственно, и предназначены для получения горячей воды номинальной температурой 150 °С при давлении 16 бар. Номинальный КПД, заявленный производителем, составляет 92,5 % для обеих моделей.

Новая конденсационная завеса ADRIAN-AIR

Компания ADRIAN GROUP s.r.o. (Словакия) представила новинку 2013 г. – дверную занавесу ADRIAN-AIR@AXV45 на основе конденсационного газового воздухонагревателя большой мощности. Модули высотой 2000 мм и 1500 мм можно устанавливать друг на друга в стандартном проеме ворот. Новая завеса отличается высокой эффективностью при работе в конденсационном режиме, обеспечивая КПД от 98 до 108 %. Надежность оборудования подтверждена европейскими сертификатами качества продукции ISO и CE, кроме того, новинка обладает полным пакетом разрешительной документации для применения во всех странах СНГ.



oilon®



Звонки по России бесплатно **8 800 200 8805**



Котлы водогрейные
250-1 740 кВт



Котлы водогрейные
40 000-120 000 кВт



Котлы водогрейные
1 000-15 000 кВт



Котлы паровые
1 000-25 000 кг/пара час



Работа промышленных и отопительных котлов на серосодержащем жидким топливе

В. Котлер, к.т.н., И. Рыжий

Статистические данные последних лет свидетельствуют о постепенном снижении доли жидкого топлива, расходуемого энергетиками. Происходит это, главным образом, в результате перевода крупных котлов тепловых электростанций с мазута на все более доступное газообразное топливо. Но если рассматривать котлы промышленных и отопительных котельных, то оказывается, что в этом секторе количество сжигаемого жидкого топлива даже несколько возрастает.

Читатели нашего журнала уже знакомы с трудностями, возникающими при сжигании высокосернистых мазутов (см. «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ», № 2, 2011 г.). В этом номере мы расскажем о том, какими путями удается преодолеть возникающие трудности и, в частности, как повысить надежность огромного количества водогрейных котлов типа ПТВМ и КВГМ, работающих на серосодержащем мазуте.

В одной из котельных Барнаульских тепловых сетей котлы ПТВМ-100 старой конструкции (с 16-ю горелками и 16-ю дутьевыми вентиляторами) длительное время работали на сернистом мазуте. Недостатки конструкции ряда узлов и особенности топлива приводили к частому повреждению поверхностей нагрева из-за низкотемпературной сернокислотной коррозии, усиленной водными обмывками. Наблюдались случаи обмерзания лопаток дутьевых вентиляторов. Занос конвективных поверхностей нагрева золовыми и сажистыми отложениями приводил к ограничению по тяге и как следствие – к ограничению тепловой нагрузки котлов.

Для устранения всех этих недостатков было решено осуществить ряд конструктивных мероприятий. Вместо 16-ти горелочных устройств с индивидуальными вентиляторами на каждом котле было установлено по 8 струйно-вихревых горелок двухступенчатого сжигания мазута с одним общим дутьевым вентилятором типа ВД-18-II. Это позволило внедрить на котлах автоматическое регулирование соотношения «топливо – воздух» с коррекцией содержания кислорода в уходя-

щих газах. Применение двухступенчатой схемы сжигания мазута изменило интенсивность и характер золового и сажистого заноса поверхностей нагрева. Отложения стали иметь рыхлую, легко удаляемую структуру, что позволило отказаться от водной обмывки, применив вместо нее регулярную воздушную обдувку.

Вместо проектной схемы двухступенчатой подачи топлива на котел с подогревом мазута до 100-110 °С была внедрена одноступенчатая схема с подогревом мазута до 160 °С. Это мероприятие позволило интенсифицировать процессы воспламенения и сжигания мазута.

Последующая эксплуатация котлов ПТВМ-100 подтвердила правильность принятых решений. Внедренные мероприятия позволили поднять теплопроизводительность котлов до номинальной (100 Гкал/ч). При этом экономичность работы котлов существенно повысилась и, кроме того, срок службы металла 7 – перегородка; 8 – горелочный короб

труб конвективных пакетов увеличился более, чем в 2 раза.

На другом объекте проблему повышения надежности водогрейных котлов

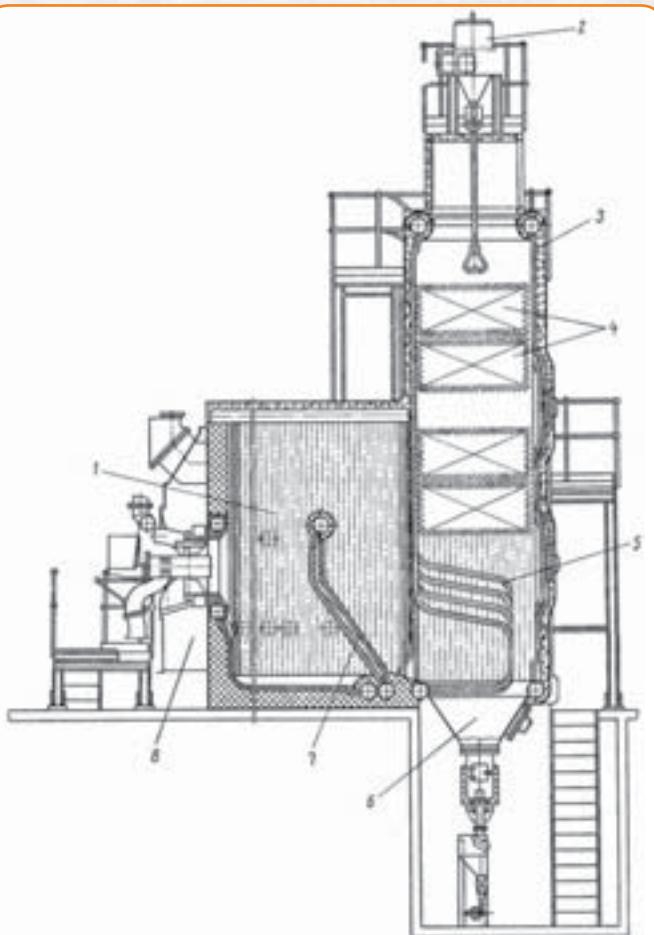


Рис. 1. Водогрейный котел KVGM: 1 – топочный блок; 2 – дробеструйная установка; 3 – конвективный блок; 4 – змеевики конвективных пакетов; 5 – фестон; 6 – бункер дроби; 7 – перегородка; 8 – горелочный короб

ПТВМ решили другим способом. Опыт сжигания высокосернистого мазута показал, что периодические водные обмывки, практикуемые для снижения температуры уходящих газов, приводят к интенсивной сернокислотной коррозии конвективных поверхностей нагрева. Резко возрастают затраты на ремонт: для замены конвективных пакетов котла ПТВМ-50 требуется почти 27 т труб диаметром 28×3, а для котла ПТВМ-100 – уже 65 т.

С учетом этого было решено отказаться от водных обмывок и на двух котлах с башенной компоновкой (ПТВМ-100 и ПТВМ-50) применить дробеструйный способ очистки. На обоих котлах были смонтированы двухконтурные установки в напорном варианте, с нижним хранением дроби. Сброс дроби в газоход осуществлялся одновременно с ее подъемом. В качестве транспортирующего агента использовался сжатый воздух от турбовоздуховки ТВ-80-1,6 (для котла ПТВМ-100) или от станционных компрессорных установок (для ПТВМ-50). На большем котле было установлено 6 сферических разбрасывателей дроби, на меньшем – 4 разбрасывателя.

Для очистки поверхностей нагрева использовалась чугунная дробь диаметром 4-5 мм с насыпной массой 4 500 кг/м³. Незначительная реконструкция котла при внедрении дробеструйной очистки состояла в монтаже устройства для сбора дроби в «холодной» воронке.

Испытания новой схемы очистки при работающих котлах показали, что деформации дроби не происходит, наблюдается только ее незначительный нагрев. Полная очистка котла происходит за несколько циклов, и продолжительность ее при транспортировке дроби турбовоздуховодной составляют 30-40 мин.

Длительный опыт эксплуатации дробеструйной очистки показал, что на водогрейных котлах с башенной компоновкой этот метод обеспечивает поддержание КПД котла на уровне 90,5–93,7 %.

Позднее метод дробеструйной очистки конвективных поверхностей нагрева был использован на более современных котлах типа КВГМ, которые, в отличие от ПТВМ, состояли из двух блоков: топочного и конвективного. На рис. 1 показан один из таких котлов (КВГМ-100) теплоизводительностью 116 МВт.

Его конвективная поверхность нагрева состоит из трех пакетов, расположенных в вертикальном газоходе. При работе котла на мазуте над конвективной шахтой монтируется дробеструйная установка для очистки пакетов из П-образных ширм, выполненных из труб 28×3 мм.

Очистка конвективных поверхностей нагрева при сжигании мазута практикуется не только на водогрейных, но и на паровых котлах. На рис. 2 показан паровой котел Е-160. Над конвективной шахтой, в которой расположены экономайзер 7 и воздухоподогреватель 8, установлено оборудование дробеочистки. Эксплуатация установки подтвердила возможность снижения температуры уходящих газов при сжигании серосодержащего мазута.

При сжигании мазута с повышенным содержанием серы, на

содержанием серы на средних и крупных энергетических котлах для защиты от низкотемпературной коррозии наиболее успешным оказался метод сжигания с малыми избытками воздуха. Еще в 60-х гг. были проведены исследования, которые убедительно показали: снижение концентрации избыточного кислорода в топке тор-мозит процесс окисления сернистого ангидрида (SO_2) в серный (SO_3), что в свою очередь приводит к уменьшению температуры точки росы дымовых газов и конденсации аэрозолей серной кислоты. Многочисленные опыты на отечественных газомазутных котлах подтвердили, что переход от нормативных коэффициентов избытка воздуха ($\alpha = 1,15$) к малым ($\alpha = 1,02-1,03$) обе-

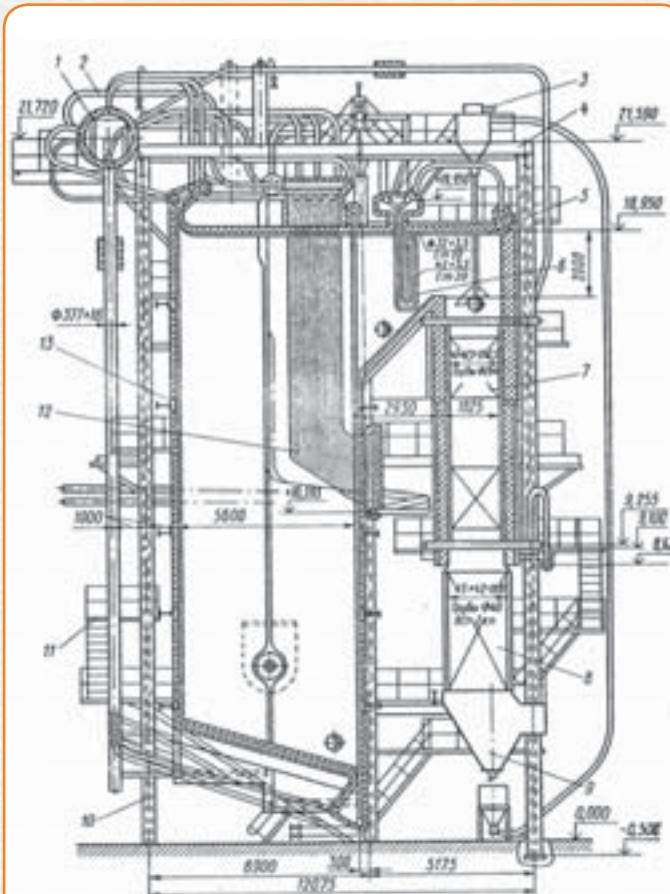


Рис. 2. Паровой котел Е-160: 1 – барабан котла; 2 – пароперепускные трубы; 3 – устройство дробеочистки; 4 – потолочный каркас; 5, 6 – пароперегреватели; 7 – экономайзер; 8 – воздухоподогреватель; 9 – газоход; 10 – каркас котла; 11 – помосты и лестницы; 12 – испарительные ширмы; 13 – экраны

спечивает снижение скорости коррозии, 1,2-1,5 до 0,3-0,4 г/м²·ч. Побочным результатом этого метода борьбы с низкотемпературной коррозией является снижение эмиссии NO_x , а также повышение КПД котла вследствие уменьшения потерь с уходящими газами. К настоящему времени накоплен значительный опыт сжигания высокосернистого мазута с малыми избытками воздуха. В сочетании с некоторыми другими мероприятиями (дробевая очистка, предварительный подогрев воздуха и др.) этот метод позволяет увеличить непрерывную сезонную эксплуатацию котла до 7-8 месяцев, снизить в несколько раз интенсивность низкотемпературной коррозии и повысить эффективность использования дорогостоящего топлива.



Не первое десятилетие в стране проводится политика повышения энергоэффективности теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования, в том числе и в сфере ЖКХ. В настоящей статье речь пойдет о водогрейных котлах в коммунальной теплоэнергетике (половые на сегодняшний день практически все переведены в водогрежный режим).

Об энергоэффективности котлов в коммунальной теплоэнергетике

Н. Смирнов, начальник ПТО «МПНУ Энерготехмонтаж»

Водогрейные котлы предназначены для получения воды температурой 115 °С, которая в качестве теплоносителя используется в системах отопления, вентиляции и ГВС зданий жилого, производственного и общественно-социального назначения. Для повышения энергоэффективности этих котлов за прошедшее время была выполнена большая законотворческая работа, принят ряд законов федерального уровня, обязывающих владельцев теплогенерирующего оборудования принимать меры по его эффективной эксплуатации. Так же была проведена реформа органов государственного энергетического надзора с целью при-

ведения их структуры в соответствие с текущими задачами дня.

На сегодняшний день подавляющее количество котлов, применяемых в коммунальной теплоэнергетике, составляют модели, находящиеся в эксплуатации от 25 лет и более, т. е. морально давно устаревшие и физически изношенные. Котлов современных европейских моделей имеется небольшое количество, несколько процентов по отношению к общей массе.

По действующей нормативно-технической документации все котельные установки должны эффективно эксплуатироваться, для чего организация (владелец) должен обеспечивать:

- учет топливно-энергетических ресурсов, т. е. количества потребленных топлива, электроэнергии, воды;

- разработку нормативных энергетических характеристик тепловых энергостановок (удельный расход топлива в условных единицах на 1 ГКал выработанного тепла);

- контроль и анализ соблюдения нормативных энергетических характеристик и оценку технического состояния тепловых энергостановок;

- анализ энергоэффективности проводимых организационно-технических мероприятий;

- ведение установленной государственной статистической отчетности;

– сбалансированность графика отпуска и потребления топливно-энергетических ресурсов.

Владелец периодически, но не реже одного раза в 5 лет, обязан проводить режимно-наладочные испытания и работы по техническому диагностированию и экспертному обследованию, по результатам которых составляются режимные карты, а также разрабатываются нормативные характеристики работы элементов системы теплоснабжения. Для данного вида работ владельцы, как правило, привлекают специализированные организации.

Характеристики и нормативы работы теплоэнергетических установок доводятся до эксплуатационного персонала в форме режимных карт, таблиц, графиков или приводятся в эксплуатационных инструкциях. Кроме того, нормативные характеристики используются при расчете тарифов на производство, транспортировку и отпуск тепловой энергии потребителям.

На рабочих местах операторов котельных вывешиваются так называемые оперативные режимные карты с сокращенным набором параметров, на которые может воздействовать оператор котла и которые он должен поддерживать согласно эксплуатационной инструкции. Иногда на этих режимных картах стоит штамп и подпись местного инспектора Ростехнадзора, что придает режимной карте вид серьезного государственного документа. Следует посмотреть на него внимательно и сравнить с тем набором контрольно-измерительных приборов и средств автоматики, которые имеются на котле и продолжают исправно функционировать. В большинстве случаев на действующих водогрейных котлах, используемых в коммунальной энергетике, очень мало что осталось из приборного парка.

Инспекция Ростехнадзора выдает предписания о приведении газового оборудования и систем автоматизации в соответствии с требованиями Правил безопасности ПБ 12-529-07, что требует значительных денежных затрат.

Все требования по оснащению котлов контрольно-измерительными приборами и автоматикой, а также системами утилизации теплоты уходящих газов были введены в практику эксплуатации в нача-



ле 80-х гг. в связи с повсеместным применением природного газа в качестве топлива по требованию действовавшей тогда (в составе Газпрома) инспекции по рациональному и эффективному использованию газа. В конце 90-х гг. эту инспекцию ввели в состав Госэнергонадзора, в 2005 г. вместе с Госэнергонадзором ликвидировали, а ее функции передали Ростехнадзору.

Система применения рационального и эффективного использования газа держалась на исполнении предписаний данной инспекции, за неисполнение которых грозило отключение от газопровода (т. е. работа на резервном топливе). На сегодняшний

день данная система не применяется, и это не лучшим образом отразилось на состоянии приборного парка, систем автоматического регулирования и систем утилизации теплоты уходящих газов, а также на качестве режимно-наладочных работ.

Системы автоматического регулирования, приборы контроля разряжения в топке котла и по газодымовому тракту, давления воздуха в горелках и на дутьевых вентиляторах за давностью лет эксплуатации вышли из строя. От регулировки соотношения «газ–воздух» по приборам контроля операторы котельных перешли к регулировкам по проценту открытия указателей положения шиберов.



Прекратился еженедельный эксплуатационный контроль за составом дымовых газов, так как ранее он осуществлялся ручными газоанализаторами типа ВТИ, ГХП-100, которые вышли из строя, а современные электронные газоанализаторы очень дороги.

Кроме того, система регулирования соотношения «газ–воздух» будет корректно работать только при исправной газовоздушной проточной части горелочных устройств, что на сегодняшний день не контролируется ни эксплуатационным персоналом, ни наладочным персоналом специализированных организаций. Горелочные устройства имеют повреждения в газовоздушной проточной части из-за давности лет и нарушений режи-

мов эксплуатации, горелки не подвергаются капитальному ремонту или замене. Вследствие этого гомогенное смешение струй газа и воздуха не совершается, продуктов неполного горения образуется больше. Соответственно, для контроля за их наличием требуются газоанализаторы с большим набором сенсоров.

Все котлы устаревших моделей работают с топкой под разряжением, для чего используются дымососы, на привод которых затрачивается электрическая энергия. Для эффективной эксплуатации котла с разряжением в топке и газоходах требуется регулярный контроль плотности обмуровки котла и газоходов для снижения присосов холодного воздуха. Необходимо проводить восстановительные ремонты обмуровки топки и обшивки котла и газоходов для устранения неплотностей, которые появляются в периоды пусков и остановов котла. Выполнение этих работ требует дополнительного персонала и денежных затрат на материалы, на что перестали выделяться средства. Как следствие – эксплуатация котлов со снижением плотности топки и газоходов и снижение эффективности работы котлов.

Большинство котлов типа ДКВр, ПТВМ, ТВГ, КЕ, Е-1, и др. отработали нормативные сроки службы, и их владельцы несут дополнительные затраты по проведению периодической экспертизы и диагностики. КПД таких котлов (точнее коэффициент использования топлива, поскольку работа отопительными котлами не совершается, идут только теплообменные процессы) можно принимать в интервале 0,5–0,75.

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что на сегодняшний день режимные карты, в которых указаны нормативные значения параметров, имеют чисто информационное назначение, так как для того, чтобы осуществлять эксплуатацию котла эффективно, по режимной карте, необходимо регулярно выполнять восстановительный ремонт обмуровки котла и газоходов, иметь приборы учета расхода топлива и теплоносителя, внедрять системы автоматического регулирования, иметь современные электронные газоанализаторы с увеличенным набором сенсоров. На практике зачастую все это невозможно, поскольку упирается в большие денежные затраты. К тому

же, модернизация морально и физически устаревших котлов путем оснащения их современными горелочными устройствами, системами приборного контроля и автоматического регулирования и пр. не только затратна и трудоемка сама по себе. Для поддержания эффективной работы котлов потребуются также дополнительные денежные расходы на эксплуатацию, потому что придется регулярно привлекать специализированные организации для выполнения текущих работ по поддержанию систем в исправном состоянии. Современные котельные значительно менее трудозатратны в эксплуатации по сравнению со старыми котлами.

Единственный способ добиться эффективного использования энергоресурсов в коммунальной теплознегнетике – это замена морально и физически устаревших котлов на современные модели, что по стоимости сравнимо или даже дешевле, чем модернизация физически изношенного и морально устаревшего оборудования. К тому же, эксплуатационные затраты на функционирование новых автоматизированных котлов и расход топлива строго «по потребности», осуществляемый современными системами управления, обеспечат реальное снижение стоимости 1 ГКал выработанного тепла.

Таким образом, анализ стоимости модернизации оборудования старых котельных с учетом их эксплуатационных затрат указывает на целесообразность строительства новых котельных, стоимость которых сопоставима со стоимостью модернизации старых котельных и роста их эксплуатационных затрат.





60 лет



ОАО «МПНУ ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ»

115054, г. Москва, ул. Валовая, д 29, т/ф +7(495) 959-26-47; 959-28-14, e-mail: mpnu@mpnu.ru; market@mpnu.ru

Трехмерное проектирование котельных: опыт компании Viessmann

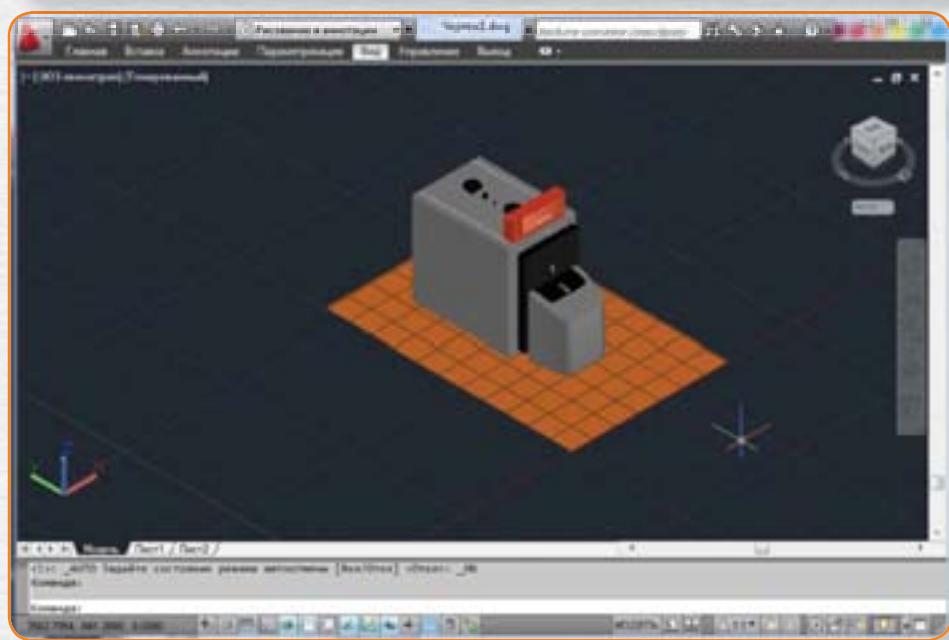
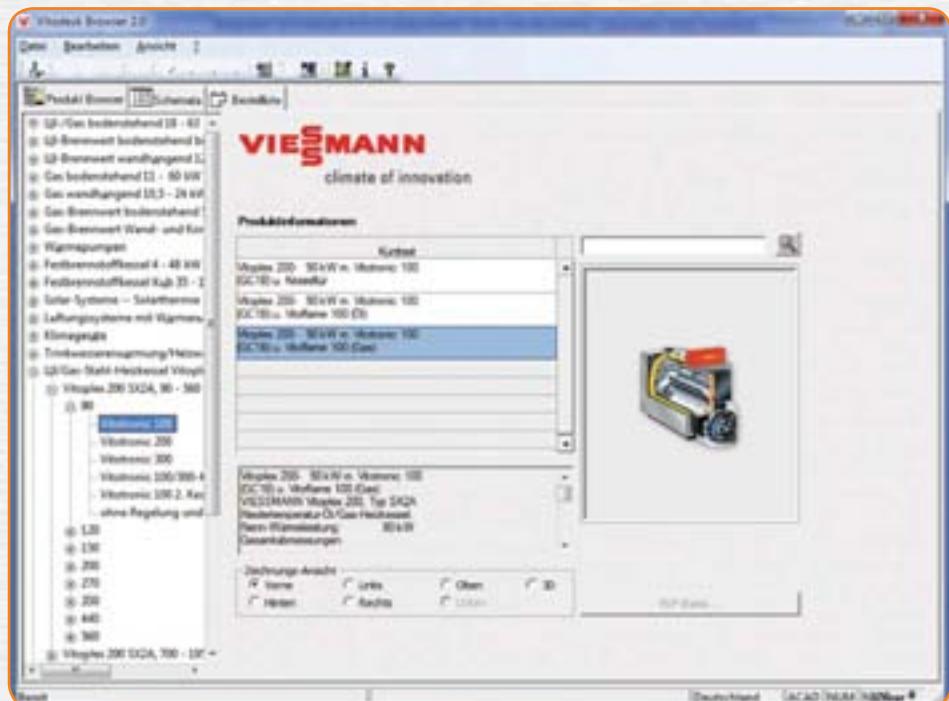
С. Соловьев

Все большую популярность в мире завоевывают системы трехмерного проектирования. Если посмотреть на последние версии универсальных программ, то в основном работа разработчиков ведется в области трехмерного или даже твердотелого проектирования: улучшаются интерфейсы, добавляются новые функции и т. д.

Всем великолепием и удобством систем трехмерного проектирования проектировщик может воспользоваться только тогда, когда большая часть деталей, из которых он проектирует, существует в виде готовых 3D-блоков. Если их нет, то на первом этапе проектировщик вынужден заниматься их созданием, а это весьма кропотливая работа, требующая огромного количества времени. И это серьезный фактор, тормозящий повсеместное внедрение технологий трехмерного проектирования.

Ведущие производители оборудования, такие, например, как компании Viessmann (Германия), Wilo (Германия), Grundfos (Дания) существенно облегчают жизнь проектировщикам, предоставляя готовые библиотеки с трехмерными моделями выпускаемого ими оборудования. Причем, здесь тоже проявляется одна из важнейших тенденций сегодняшнего дня: «облачные технологии». Применительно к данным библиотекам это означает, что сами библиотеки физически размещаются на серверах производителей, а пользователь скачивает себе на компьютер только то, что ему нужно, и получает доступ к моделям оборудования сразу, как только они появляются у производителя.

Рассмотрим возможности таких библиотек на примере программы Vitodesk Browser фирмы Viessmann. Данное решение позволяет получить доступ к двум большим библиотекам. Первая – библиотека чертежей оборудования в формате DWG, вторая – библиотека примеров применения в виде функциональных схем, схем электрических подключений в формате DWG и описаний в формате PDF к каждому примеру.

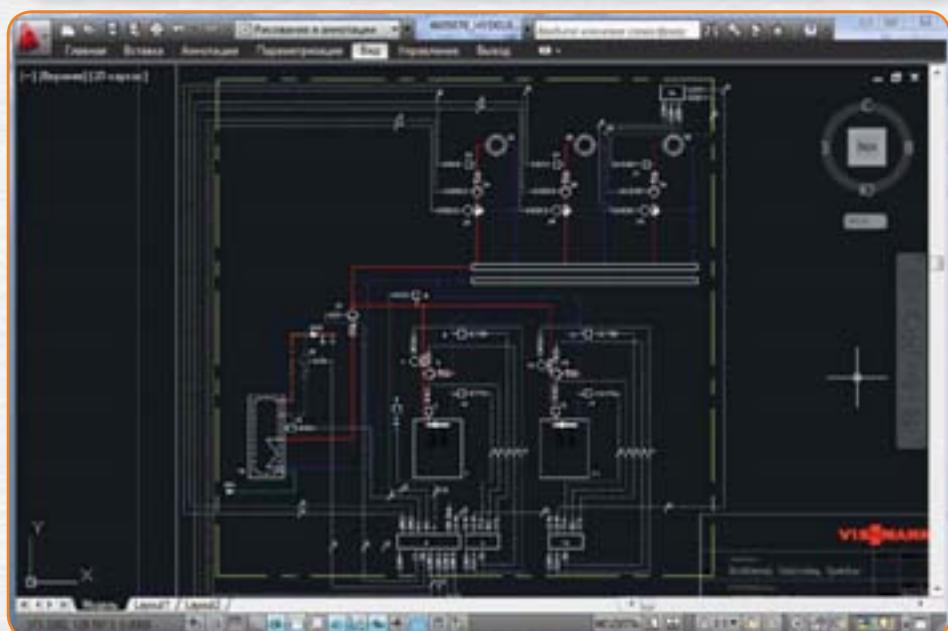
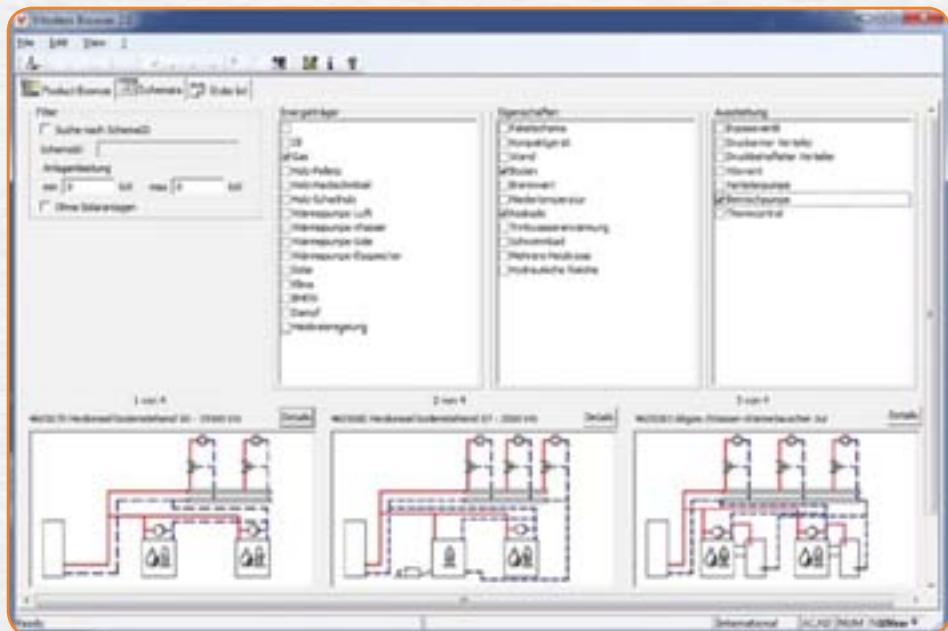


Доступ к библиотеке чертежей оборудования осуществляется с помощью вкладки Produkt-Browser. В ней слева расположено дерево, на котором оборудование сгруппировано по типам. Выбрав тип оборудования, в таблице посредине можно получить список модификаций данного оборудования, а справа – картинку, иллюстрирующую общий вид оборудования. Один клик по картинке – и чертеж автоматически отправляется в Autocad, где пользователь вставляет его в свой проект в виде блока.

Вкладка Schemata позволяет подобрать наиболее подходящий по своему назначению пример применения из более, чем 400 схем. Для этого предназначены три поля, уточняющие критерии поиска. Например, в первом поле указывается вид топлива – «газ», во втором – «напольные» и «каскад», а в третьем выбирается способ защиты от низкой температуры обратки – «подмешивающие насосы».

В качестве результата пользователь получает 4 схемы: котлы одинакового типа, два варианта комбинации конденсационного котла с обычным котлом, два котла с дополнительными теплообменниками отходящих газов. Выбрав, к примеру, наиболее распространенный вариант – «котлы одинакового типа с подмешивающими насосами» нужно кликнуть на кнопке Details, и сразу отобразится список документов, относящийся к данному примеру: гидравлическая схема, схемы электрических подключений и описание.

Особый интерес представляют схемы с когенерационными установками и тепловыми насосами. Дело в том, что данное оборудование имеет целый ряд специфических особенностей как в плане гидравлических подключений, так и в планестыковки с другим оборудованием на уровне автоматики. Использование данных чертежей в качестве основы для проектов позволяет значительно сократить количество ошибок на уровне тепломеханики и автоматизации, а использование трехмерных моделей оборудования – более рационально использовать рабочее пространство при компоновке установки. Трехмерное проектирование также позволяет избежать еще одной существенной проблемы – отсутствия достаточного пространства для сервисной зоны оборудования.



Насосы для сетей теплоснабжения

С. Щепачев

Одна из наиболее масштабных областей применения насосного оборудования – сети теплоснабжения, как внешние, так и внутренние. В соответствии с рабочими характеристиками насосы используются на всех этапах производственного цикла: в котельных, на ТЭЦ, центральных тепловых пунктах (ЦТП), индивидуальных тепловых пунктах (ИТП), линиях подмеса, для циркуляции теплоносителя в системах отопления. Применяются они также для циркуляции жидкости в системах охлаждения, вентиляции, промышленных установках.

Традиция и тенденция

Традиционно на российских внешних теплосетях применялись горизонтальные консольные насосы с «сухим» ротором, которые находятся в использовании и сегодня. Наиболее широко применяются горизонтальные консольные насосы двух типов: К – на отдельной опорной станине, с отдельным валом, соединяемым с валом электродвигателя через упругую пальцевую муфту; КМ – моноблочные, монтируемые на валу и крышке электродвигателя.

К преимуществам горизонтальных консольных насосов, прежде всего, можно отнести их высокую мощность. Производители также отмечают точное соответствие характеристик этого типа оборудования требованиям заказчика, так как горизонтальные консольные насосы изготавливаются, как правило, «под заказ». Однако в последние годы все большее применение на всех уровнях системы теплоснабжения находят вертикальные одноступенчатые моноблочные насосы «in-line», главной функцией которых (как и консольных) является перекачивание (циркуляция) больших объемов теплоносителя.

Среди специалистов существует некоторое разночтение в классификации насосов «in-line», но обычно к этой категории относят соосные, вертикальные, моноблочные насосы. Многоступенчатые насосы «in-line» применяются в системах водоснабжения – там, где требуется подавать перекачиваемую жидкость (в данном случае воду) на значительную высоту, создавать и поддерживать необходимое давление в трубопроводе и точках водо-

разбора, например в многоэтажных, многоквартирных домах. Их еще называют насосами высокого давления. Обычно в системах водоснабжения такие насосы объединяются в насосные станции.

«Мокрые» и «сухие» роторы

По конструктивным особенностям выделяют насосы «in-line» с «сухим» и «мокрым» роторами. В насосах с «мокрым» ротором рабочая жидкость проходит прямо через двигатель, при этом охлаждает его и служит смазкой подшипникам. Находящаяся под электрическим напряжением часть двигателя герметично изолирована от рабочей жидкости стаканом из нержавеющей стали. Такое устройство, кроме преимуществ (охлаждение рабочей жидкостью, бесшумность работы, простота монтажа, ремонта и замены), определяет и слабое место циркуляционных насосов с «мокрым» ротором – повреждение рабочих поверхностей двигателя мельчайшими твердыми частицами,

присутствующими в перекачиваемой среде. Однако экономичность и низкая стоимость делают их оптимальными для использования в автономных отопительных системах с относительно небольшим объемом теплоносителя. Как правило, с помощью мокрых циркуляционных насосов осуществляется циркуляция

теплоносителя в системах отопления и ГВС коттеджей, системах поквартирного теплоснабжения, автономных котельных малой мощности и т.п.

На теплосетях централизованного теплоснабжения применяются вертикальные моноблочные соосные («in-line») насосы с «сухим» ротором, у которых рабочая камера с рабочим колесом изолирована от двигателя и перекачиваемая жидкость не контактирует с ротором. Эти насосы обладают обычно большей мощностью, чем модели с «мокрым» ротором. Охлаждение двигателя достигается благодаря работе вентилятора, входящего в конструкцию насоса. Недостатком такого оборудования является его шумность. Однако этот параметр не имеет принципиального значения при использовании данного типа оборудования, так как насосы устанавливаются на тепловых пунктах внешних сетей. Проигрывая консольным горизонтальным насосам в мощностных возможностях, вертикальные насосы



«in-line» обладают по сравнению с ними целым рядом преимуществ:

- серийное оборудование, легко монтируемое в систему (во многом из-за соосности и моноблочности), простое в обслуживании, легко заменяемое, для которого всегда имеется база необходимых запчастей;
- только одно торцевое уплотнение (в то время как консольные насосы с разъемным корпусом имеют 2 торцевых уплотнения по обе стороны рабочего колеса);
- насосная часть без подшипников (у горизонтальных консольных – 2 подшипника, требующих обслуживания и периодической замены);
- жесткая муфта валов насоса и электродвигателя (в горизонтальных консольных – гибкая муфта с резиновыми элементами, требующая тщательной юстировки и периодической замены);
- короткая и жесткая конструкция вала, которая обеспечивает стабильную работу при изменении частоты вращения, что имеет значение при частотном регулировании (длинная и нежесткая конструкция «вал насоса – вал электродвигателя» горизонтальных консольных насосов может служить причиной вибраций при изменении частоты вращения);
- небольшое количество запасных частей и, как следствие, уменьшение стоимости.

Вышеуказанные конструкционные преимущества определяют перспективность применения насосов «in-line». Кроме того, эти насосы наиболее предпочтительны при использовании в децентрализованных (автономных) системах отопления большой производительности, там, где требуются меньшие мощности, экономия средств и простота эксплуатации.

На российский рынок оборудование данного типа поставляют такие зарубежные производители, как Grundfos, Wilo, Smeegard, DAB, KSB и некоторые другие.

Присутствует на рынке и продукция отечественных разработчиков. Так, с 2000 г. на омском насосном заводе «Взлет» по разработке специалистов ОДО «Предприятие «Взлет» выпускаются насосы серии ЦМЛ (насосы центробежные моноблочные линейные). Эти агрегаты предназначены для применения в сетях теплоснабжения и способны рабо-

тать в диапазоне температур теплоносителя от -10°C до $+130^{\circ}\text{C}$, что значительно шире, чем у другого «линейного» отечественного насосного ряда с вертикальной осью вращения ротора – КМЛ, характеризующихся температурой перекачиваемой жидкости от 0°C до 80°C .

Материалы и исполнение

Жесткие условия эксплуатации, высокие температуры теплоносителя налагают специальные требования, предъявляемые к исполнению насосов, задействованных на теплосетях, и определяют конструкционные материалы. До недавнего времени нержавеющая сталь была практически безальтернативным вариантом для исполнения насосов. Титан, хотя и обладает исключительными конструктивными качествами, использовался редко, в силу отсутствия недорогих технологий его обработки. Однако не так давно появились насосы, рабочие части которых выполнены из сплавов титана. За счет появления новых способов обработки металла эти агрегаты стали гораздо более доступны. Принимая во внимание то, что благодаря высокой коррозионностойкости срок службы этих насосов очень велик, установка титановых насосов становится экономически целесообразной.

Поскольку теплоэнергетическими предприятиями перекачиваются огромные количества воды, на многих этапах технологических циклов устанавливаются бустерные модули. Бустерные насосы ТЭЦ подвержены коррозионно-кавитационным повреждениям, которые вызваны тем, что на участках конденсации на входе в насосы образуется разрежение, которое и приводит к возникновению кавитационных явлений. Поэтому у насосов на таких участках обязательно должен быть высокий кавитационный запас. Если ранее для этого использовались насосы с небольшой скоростью вращения и, следовательно, невысоким КПД, то теперь возможно применение современных насосов с измененной конструкцией рабочего колеса, позволяющей работать на высоких оборотах с относительно небольшим умень-



шением КПД. Примером такого насоса может служить насос GRUNDFOS типа CR(N). Помимо прочего, подобный агрегат (в специальном исполнении) может работать с очень горячей (до 180°C) средой благодаря системе воздушного охлаждения верхней части механизма.

Фактор энергоэффективности

Эффективность и экономичность насосного оборудования имеет огромное значение. По данным Минэнерго, расход электроэнергии на собственные нужды ТЭЦ достигает 6–9 %, причем основными потребителями электрической энергии собственных нужд ТЭЦ являются питательные и сетевые насосы.

Грамотный выбор энергоэффективных моделей насосного оборудования и установка экономичных режимов работы становятся хорошим резервом энергосбережения. Учитывая, что около 70 % времени насосные установки работают в нерасчетных режимах, наущной необходимостью становится использование регулирования. Наиболее эффективным представляется применение насосов с частотно-регулируемым приводом. По подсчетам ряда экспертов, замена электропривода насосов на частотно-регулируемый способна обеспечить экономию для средней ТЭЦ 5 тыс. т условного топлива в год.

Модернизация котельных по-шведски

В. Котлер, к.т.н., Д. Сосин, инж.

В негазифицированных районах России потребность в отоплении и ГВС городов и поселков относительно невелика, при том что многие из этих населенных пунктов подключены к электросетям. Источниками тепла здесь являются небольшие котельные, работающие на привозных углях или мазуте. Во многих случаях лучшим решением вопроса о переходе на местное топливо было бы использование имеющегося поблизости древесного топлива.

Вопрос перехода на местные виды топлива актуален по ряду причин. Во-первых, это энергосбережение и связанное с ним снижение тарифов на отпускаемую тепловую энергию, так как стоимость доставки топлива закладывается в коммунальные платежи и зачастую обуславливает резкие скачки цен. Во-вторых, использование древесного топлива актуально по природоохранным соображениям, поскольку снижение энергопотребления уменьшает все виды связанных с ним выбросов. Для негазифицированных районов России может быть показателен западный опыт модернизации котельных с переходом на использование биотоплива, и в силу сходства климатических условий, прежде всего, шведский опыт.

Программа Шведской национальной энергетической администрации (STEM), направленная на поощрение энергосбережения и использования древесного топлива, осуществляется с 90-х гг. прошлого века. В ее рамках реализовано и несколько проектов в России. Этот опыт, кроме прямой экономической выгоды, ценен еще и тем, что переносит западный стиль работы и использование техники (комплексность технических решений и поставки, системы механизации, автоматизации и т.д.) в ту отрасль российского хозяйства, где раньше их не хватало.

Котельная в Лисино

Первый в России проект по программе Шведской национальной энергетической администрации (STEM) был успешно осуществлен в пос. Лисино, расположенным в 60-ти км юго-восточнее Санкт-Петербурга. Он заключался в модернизации и переводе на биотопливо котельной,

принадлежащей Лисинскому лесному колледжу (лесхозу-техникуму), в котором с 1834 г. обучаются специалисты лесного хозяйства. Колледжу принадлежат 90 тыс. га лесов. В них при правильном лесопользовании можно получать ежегодно до 30 тыс. плотных м³ древесного топлива, дающего более 53 тыс. МВт·ч (45тыс. Гкал) тепла.

Для отопления учебных корпусов, студенческого общежития, школы, нескольких жилых домов, общественных сооружений и мелких потребителей необходимо около 12 тыс. МВт·ч (10 тыс. Гкал) в год, в том числе для ГВС 1600 МВт·ч (1400 Гкал) в год.

В котельной техникума было установлено 4 одинаковых водогрейных котла общей тепловой мощностью 3,2 МВт. Три из них работали на мазуте с содержанием серы до 2,8 %, один – на дровах. Подача бревен (длина до 1 м) и удаление из-под топки золы выполнялись вручную. Вследствие трудоемкости обслуживания и плохого горения этот котел работал сравнительно мало. Основную нагрузку несли мазутные котлы. Они эксплуатировались с повышенными избытками воздуха и КПД на уровне 60–70 %.

При модернизации котельной вместо старого котла, работавшего на дровах, был установлен новый, предназначенный для использования древесной щепы, коры и опилок (до 30–50 %) влажностью 35–55 % и низшей теплотой сгорания 11,5–7 МДж/кг. При наибольшей влажности топлива номинальная мощность нового котла составляет 2,0 МВт. Эта мощность обеспечивает выработку 10 тыс. МВт·ч тепла в год и покрытие примерно 80 % годовых потребностей в тепле. За год в новой котельной расходуется около 14 тыс. насыпных

(5,5 тыс. плотных) м³ древесного топлива.

Три мазутных котла оставлены для покрытия пиковых тепловых нагрузок и резервирования (см. рисунок).

Одновременно при котельной сооружен механизированный и автоматизированный топливный склад емкостью 180 м³. Склад занимает площадку размерами 6,5x14 м, открытую с одного торца для доставки древесного топлива автомашинами. Внутри него установлено 5 параллельных толкателей (рамы или лестницы шириной 1,2 м, с шагом 1,5 м). Они приводятся в движение индивидуальными гидроцилиндрами, установленными со стороны котельной, и перемещаются с шагом 0,5 м и скоростью 0,25 м/мин. С той же стороны находится валок-рыхлитель, выравнивающий толщину слоя топлива, которое вследствие выравнивания равномерно ссыпается на скребковый транспортер, подающий топливо в бункер (ширина 1,3 м, глубина 0,7 м, емкость 0,7 м³).

В бункере имеется фотодатчик, сигнализирующий о снижении уровня топлива для включения транспортера.

Из бункера топливо просыпается на стокер – механический питатель, который через каждые 30–40 с перемещается с помощью гидроцилиндров на 60 мм и выталкивает порцию топлива в предтопок котла.

В предтопке топливо сжигается на наклонно-переталкивающей колосниковой решетке площадью около 4 м² (длина 1,3 м, ширина 3 м, угол наклона 14°). Семь параллельных рядов колосников, охлаждаемых первичным воздухом, расположены поперек оси предтопка. Имеется 3 ряда подвижных колосников, время перемещения которых согласовано с нагрузкой. При

расчетной нагрузке на 1 ход колосников приходится 7 ходов стокера, а перемещение колосников в крайнее положение осуществляется за 4 хода в течение 10 мин. Колосники приводятся в движение гидроцилиндром, который питается от общей со стокером системы с насосом, емкостью и автоматикой.

Перемещение колосников способствует перемешиванию топлива в слое, повышает полноту выгорания и обеспечивает сброс очаговых остатков в систему золоудаления.

Первичный и вторичный воздух, необходимые для горения, подаются в предтопок раздельно, каждый своим вентилятором. Первичный воздух забирается из помещения котельной с температурой около 25 °C подается под решетку. Вторичный воздух засасывается вентилятором через щель между наружной обшивкой и обмуровкой предтопка, где нагревается до примерно 50 °C и подается в надслоевое пространство через расположенные на боковых стенах сопла (10 сопел с каждой стороны).

В кotle вода под давлением 0,4 МПа нагревается с 75 до 95–120 °C. Котел установлен над предтопком. Он выполнен с горизонтальными дымогарными трубами, трехходовым по воде; его длина 4,33 м, ширина 2,34 м, высота 3,10 м, водяной объем 11,2 м³. Отдавая свое тепло воде, газы охлаждаются до 160–230 °C.

Большая часть образовавшейся при горении золы просыпается с колосниковой решетки на расположенный под нею поперек оси котла транспортер с гидроприводом и выводится им в приемник вне котельной.

Котельный контур отделен от теплосети. Выдача тепла осуществляется через теплообменник. Для поддержания постоянной температуры воды на входе в котел предусмотрена рециркуляция воды.

Для осмотра, чистки и ремонта дымогарных труб на фронте котла имеются 2 уплотненные двери.

Для очистки дымовых газов от уносимой ими с решетки золы котельная установка

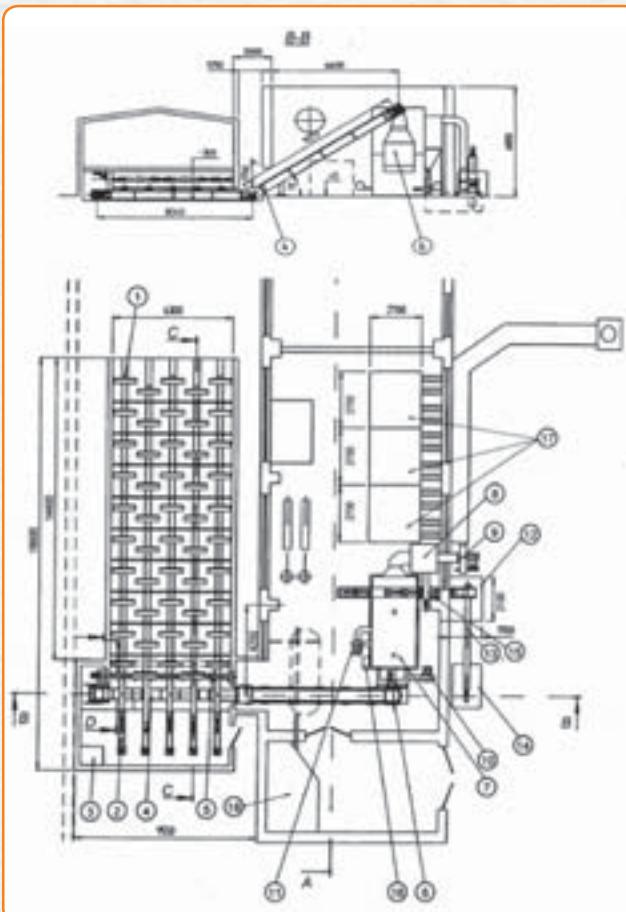


Рисунок. Схема котельной в пос. Лисино: 1 – топливный склад; 2 – гидравлические цилиндры; 3 – привод гидравлической системы; 4 – транспортер; 5 – разрыхляющие валки; 6 – питатель; 7 – предтопок и котел; 8 – камера очистки дымовых газов; 9 – дымосос; 10 – вентилятор первичного воздуха; 11 – вентилятор вторичного воздуха; 12 – золоудаление; 13 – наклонный золотранспортер; 14 – контейнер для сбора золы; 15 – транспортер для удаления золы; 16 – гидравлический привод; 17 – старые мазутные котлы № 2–4; 18 – помещение дизель-генератора

оснащена 16-ю мультициклонами, установленными в блоке размерами 1,2×1,2×1,1 м. После них конечная концентрация золы не превышает 300 мг/м³ при нормальных условиях. Уловленная в мультициконах

зола с помощью нескольких шнековых транспортеров выводится в бункер-контейнер.

Дымовые газы отсасываются в общий для всех котлов газоход дымососом.

Котельная автоматизирована. Управление всеми ее системами и оборудованием выполняется со щита оператора автоматически. Для нужд регулирования используются сигналы о температурах воды на входе и выходе из котла, температуре и концентрации кислорода в дымовых газах, разрежении в топке и расходе первичного воздуха. Еще около 20-ти датчиков с их вторичными приборами используются для автоматических защит.

С самого начала установка работает эффективно. КПД котла составляет 80–85 %, потери тепла с механическим недожогом (0,2–0,5 %) невелики. Оборудование оказалось надежным и простым в эксплуатации. Все это убедительно подтвердило выгоды механизации и автоматизации.

Вследствие значительно более низкой цены древесного топлива (более, чем вдвое на единицу тепла по сравнению с мазутом), сокращения обслуживающего персонала и объема сервиса капитальноголожения в реконструкцию котельной быстро оккупились (5–6 лет с учетом возвращения выданного на 5 лет займа). Прибыль владельца котельной за расчетный срок проекта (15 лет) составила 5 – 7 млн руб.

Переход на древесное топливо существенно снизил вредные выбросы в атмосферу. Сравнение валовых выбросов (т/год) при производстве тепла 10 ГВтч/год приведено в таблице:

Загрязнитель	Топливо		Уменьшение выбросов
	мазут	древесное	
SO ₂ , т/год	60,6	1,0	59,6
NO _x , т/год	6,6	4,0	2,6
Твердые частицы, т/год	7,7	3,1	4,6
CO ₂ , т/год	3960	0	3960

Утилизация железнодорожных шпал

Традиционно применяемый в настоящее время способ утилизации шпал — прямое сжигание. Но благодаря креозотовой пропитке, теплотворная способность шпал может достигать теплоты сгорания абсолютно сухой древесины, и, таким образом, использование их в качестве топлива может давать от 0,5 до нескольких мегаватт тепловой энергии для нужд отопления и ГВС.

При прямом сжигании железнодорожных шпал часть конечных продуктов сгорания не окисляется и выбрасывается в атмосферу (зола и значительный объем токсичных летучих веществ — тяжелых углеводородов, которые идентифицируются по наличию бенз[а]пирена в продуктах сгорания). Поэтому эффективная экологически чистая утилизация должна основываться не на простом сжигании, а на организации процесса глубокого окисления тяжелых углеводородов до их полного исчезновения в продуктах сгорания с промежуточным процессом нейтрализации креозота.

Инженерами конструкторского подразделения компании «Балткотломаш» был разработан предтопок мощностью от 0,5 до 5 МВт, выполненный в виде газогенератора обращенного типа, в котором осуществляется деструкция тяжелых углеводородов, содержащихся в составе шпалопропиточного масла. В предтопке нет движущихся частей и элементов, работающих под давлением; в нем поддерживается разряжение порядка 2 мм вод. ст. Образующиеся газы поступают в котел, где происходит окончательное догорание при подаче вторичного воздуха. В результате содержание вредных веществ в дымовых газах не превышает предельно-допустимые концентрации (ПДК). На изделие получено экспертное заключение о соответствии продукции Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам.

Размеры предтопка по длине–ширине–высоте составляют 3 300 x 1 000 x 3 300 мм, соответственно. Стены сложены из шамотного кирпича, наружная кладка — из красного кирпича. По наружной поверхности предтопка выполнена теплоизоляция и наружная обшивка для герметизации. На крыше смонтированы 2 взрывных клапана для предохранения конструкции от раз-

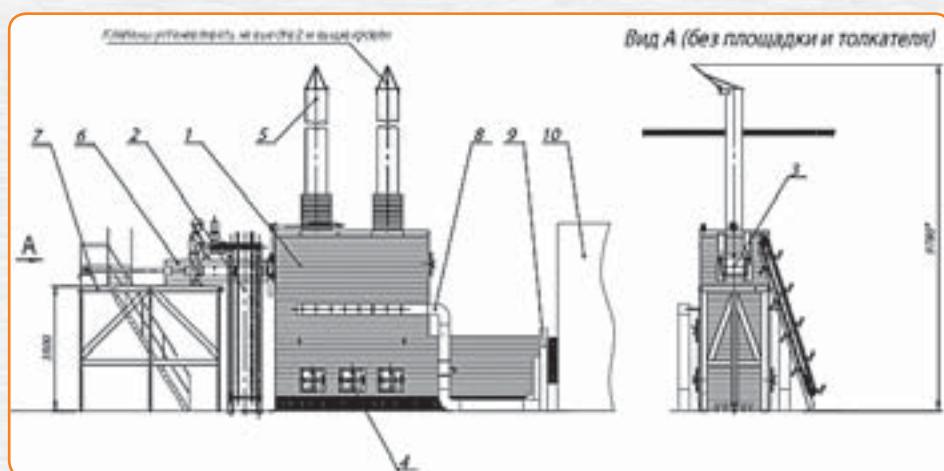


Рисунок. Общий вид механизированного предтопка для утилизации отработанных шпал мощностью 5 МВт для котла ДЕ10-14Г:

1 — собственно предтопок; 2 — транспортер-элеватор; 3 — дверца загрузки; 4 — дверца чистки; 5 — взрывные клапаны; 6 — гидравлический толкатель; 7 — площадка обслуживания; 8 — воздуховод первичного воздуха; 9 — воздуховод вторичного воздуха; 10 — котел

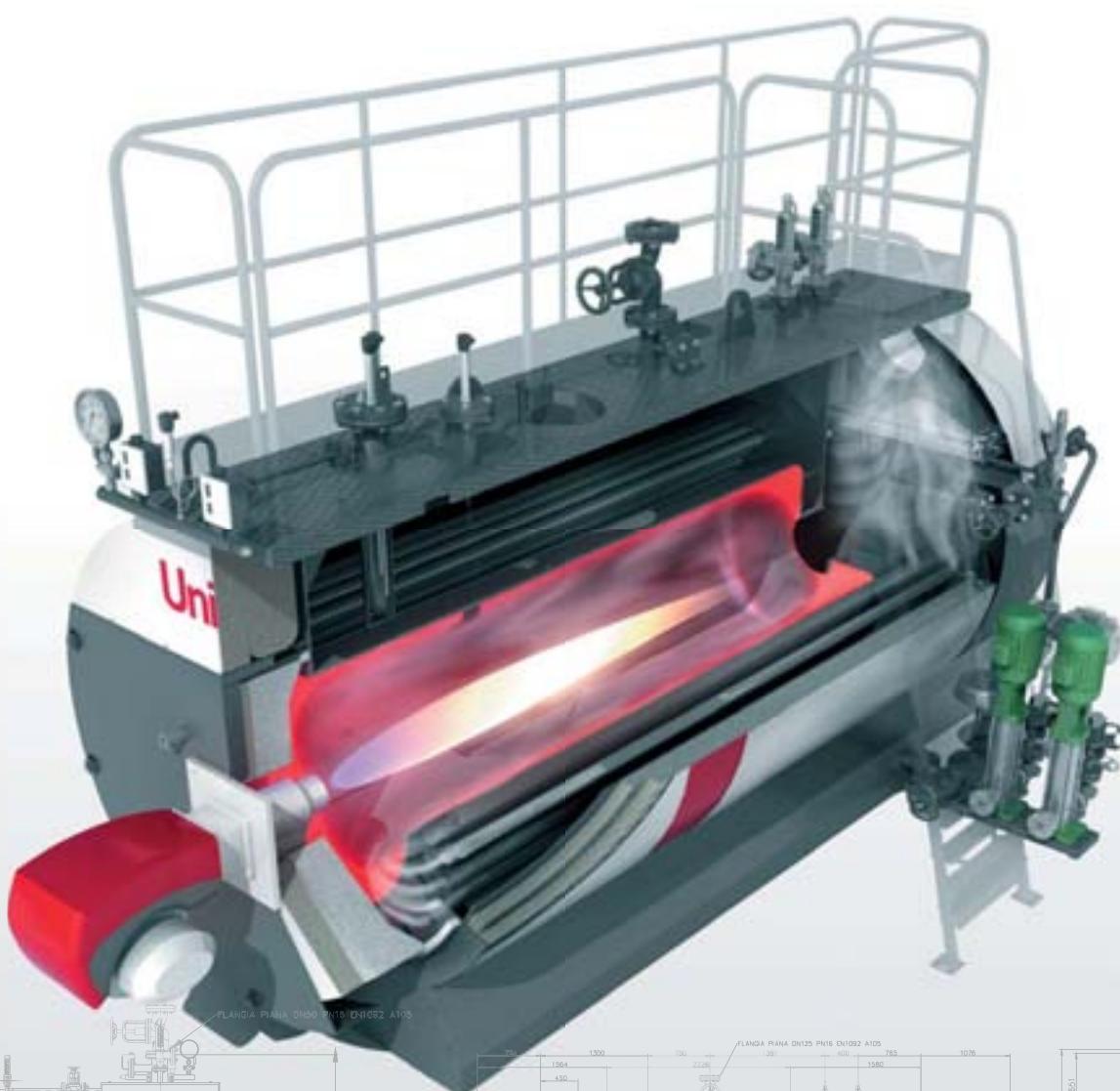
рушения в случае возникновения хлопков. Схема работы механизированного предтопка показана на рисунке.

Принцип работы основан на том, что предназначенные для утилизации шпалы распиливаются на 3 части по 900 мм и раскалываются надвое гидравлическим колесом, после чего подаются в предтопок гидравлическим толкателем. Производительность по сжиганию шпал составляет 1,7 т/ч. Для полного сгорания требуется количество воздуха в объеме 4400 м³/ч, из них 50 % расходуется на предтопок, другие 50 % в качестве вторичного воздуха подаются в топку котла. Температура в зоне дутья составляет 1300 °С, в слое угля и газов — 900 °С, температура дымовых газов на выходе из котла — не более 210 °С.

Предтопок может использоваться как с котлами производства «Балткотломаш», так и с котлами других производителей с незначительными изменениями, причем допускается установка перед паровыми

и водогрейными котлами любых типов. Например, в случае использования предтопка в существующей котельной с паровыми котлами ДЕ10-14ГМ удаляется газомазутная горелка, а во фронтовой стенке котла выполняется отверстие для входа газов из предтопка. Поскольку трубы на фронтовом экране отсутствуют, проблема входа газов в котел решается довольно легко.

К другим достоинствам новинки можно отнести отсутствие шлакования, возможность использования в качестве топлива любых видов древесной биомассы. При использовании предтопка не требуются как дорогостоящая рубительная машина для предварительного измельчения, так и средства химической нейтрализации для удаления вредных веществ из уходящих дымовых газов. За счет отсутствия движущихся частей предтопок характеризуется высокой надежностью и долговечностью (срок эксплуатации составляет не менее 15 лет).



Двухходовые паровые котлы высокого давления

BAHR' 12/15

BAHR' 12/15 HP

BAHR' 12/15 HPEC

15 моделей

Паропроизводительностью

от 300 до 6 000 кг/ч

КПД от 90,0 до 98,0 %



Трехходовые паровые котлы высокого давления

TRYPASS' 12/15 STD

TRYPASS' 12/15 Low NOx

TRYPASS' 12/15 Low NOx E

27 моделей

Паропроизводительностью

от 2 000 до 21 600 кг/ч

КПД от 89,0 до 94,0 %

Двухходовые паровые котлы низкого давления

BAHR' UNO

BAHR' UNO HP

BAHR' UNO HPEC

15 моделей

Паропроизводительностью

от 140 до 3 000 кг/ч

КПД от 90,0 до 96,0 %



Атмосферные деаэраторы

DEAR

10 моделей
Производительностью
от 500 до 10 000 кг/час

ЭнергоГаз
инжиниринг

Представительство компании UNICAL AG S.p.A. в России:

ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

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



В сегменте генерирующего оборудования для нужд аварийного электроснабжения объектов лидирующие позиции сегодня занимают транспортабельные поршневые мини-теплоэлектростанции (мини-ТЭС) блочно-модульного исполнения, работающие на дизельном топливе. Мощность таких установок варьируется от сотен киловатт до нескольких мегаватт.

Мобильные дизель-генераторные мини-ТЭС

И. Трохин

Мобильные ТЭС – это автономные энергетические установки для быстрой организации выработки электрической и тепловой энергии с целью обеспечения локальных потребителей. К такому классу источников энергии относятся, прежде всего, контейнерные энергоблоки на колесном или лыжном шасси с поршневым двигателем внутреннего сгорания (или с микротурбиной, получившей в России некоторое признание за последние годы – см. статью «Транспортабельные микротурбинные ТЭС на жидком топливе»). Также к этому классу относятся тепловозы-электростанции, которые выпускались как российскими, так и зарубежными предприятиями (в частности, австрийской компанией Jenbacher), энергопоезда, представляющие собой систему-трехчлен: «дизель-локомотив

– энерговагон с газотурбинной или дизельной установкой – цистерны с жидким топливом». Однако в настоящее время мировой рынок мобильных мини-ТЭС, модельный ряд которых охватывает диапазон электрических мощностей от 100 кВт до нескольких мегаватт, в подавляющем большинстве представлен дизельными электростанциями. Их конструкция реализована в закрытом «контейнерном» исполнении, удобном для размещения на колесном шасси автоприцепа или грузового автомобиля (так называемые портативные или микро-ТЭС, характеризующиеся электрическими мощностями до 100 кВт и оснащаемые бензиновыми

или дизельными двигателями, в настоящей статье не рассматриваются). Такие энергоблоки находят широкое применение для временного электроснабжения потребителей:

– как аварийный источник питания при отказе основной системы электроснабжения, когда существует необходи-



мость в его перемещении к тому или иному электропринимающему оборудованию;

– как генератор энергии при проведении аварийно-восстановительных, спасательных, строительно-монтажных и иных локальных работ при отсутствии или невозможности ввода в работу штатной системы электроснабжения.

Как правило, мобильные мини-ТЭС, предлагаемые на российском рынке, комплектуются трехфазными синхронными генераторами как низкого переменного синусоидального напряжения (обычно – 400/230 В, бывает – 380/220 В), так и высоковольтными (6,3 или 10,5 кВ – обычно при единичных электрических мощностях, близких к мегаватту и более) и частотой тока 50 Гц. Очевидно, что поставляемые в Россию мини-ТЭС на базе зарубежных дизель-генераторов ориентированы на такие электрические параметры.

Дизельные мини-ТЭС характеризуются как очень надежные и неприхотливые в эксплуатации источники электроэнергии с высоким электрическим КПД. Если рассматривать мини-ТЭС с отечественными двигателями внутреннего сгорания, работающими на дизельном топливе, то для них сегодня этот параметр при единичных электрических мощностях от 100 до 1 000 кВт включительно составляет около 32–44,5 %. Однако, как и на автомобильном транспорте, для дизельных электростанций традиционно острой остается проблема загрязнения окружающей среды выхлопными газами и их вредного воздействия на человека. Повышению экологической эффективности работы таких источников энергии отчасти способствуют совершенствование конструкций двигателей, добавление присадок в топливо и переход к использованию биотоплив.

Зарубежные производители дизельных мини-ТЭС

Среди зарубежных производителей на рынке присутствуют как компании, имеющие собственное производство дизельных двигателей и мини-ТЭС под своей маркой (Caterpillar, Cummins и др.), так и те, которые двигателестроением не занимаются, но выпускают электростанции под соб-

ственными торговыми марками или товарными знаками (например, Geko, Gesan, Kohler, SDMO).

Широкую популярность в России получила продукция компании Caterpillar Inc. (США). Дизельные мобильные мини-ТЭС этой марки выпускаются в двух исполнениях: или с кожухом, который закрывает установленный на раме дизель-электрогенераторный агрегат, или в транспортабельном контейнере, который может быть легко доставлен на место назначения автомобильным, судовым или авиатранспортом. Оба исполнения мини-ТЭС оснащены топливным баком, имеют меры шумоподавления и необходимой защиты от неблагоприятных для техники погодных условий (дождя, снега и др.). Мобильные дизельные электростанции Caterpillar оборудуются автоматизированными системами управления, контроля и защиты, позволяющими осуществлять автоматический запуск и останов дизель-генератора как резервного источника электроснабжения соответственно при исчезновении и возобновлении подачи напряжения на нагрузке, питающейся в основном режиме от внешней электросети. Интуитивно понятный операторский интерфейс в режиме реального времени позволяет наглядно отслеживать такие параметры работы мини-ТЭС, как напряжение электрогенератора, частота тока и др. В качестве примера энергетических характеристик одной из мобильных дизельных мини-ТЭС Caterpillar можно отметить, что контейнерная модель XQ1000 единичной номинальной электрической мощностью 728 кВт имеет соответствующий расход дизельного топлива – 240,1 л/ч или 0,33 л/(кВт·ч). Она комплектуется топливным баком, объем которого составляет 4 730 л.

Другим всемирно известным производителем является компания Cummins Power Generation Inc., входящая в состав корпорации Cummins (США). Этой фирмой предлагается широкий спектр выпускаемых моделей единичной электрической мощностью до 2 МВт в закрытом транспортабельном исполнении (в кожухе или контейнере – на колесном шасси автомобильного прицепа либо без него).



Особый интерес представляет мобильная дизель-электрогенераторная установка C2000D6RG единичной мощностью около 2 МВт, способная работать, в частности, на биодизельном топливе. Она оснащена четырехтактным V-образным (угол развала – 60°) дизелем Cummins с турбонаддувом. Количество цилиндров – 16. Исполнение электростанции – контейнерное на колесном шасси автомобильного прицепа. Ориентировочные габаритные размеры (с шасси): длина – 14,6 м, ширина – 2,4 м, и высота – 4 м – позволяют осуществлять автомобильную доставку данных мини-ТЭС без особых затруднений на дорогах. Мобильные дизельные мини-ТЭС Cummins поставляются в полной заводской готовности, с необходимой эксплуатационно-технической документацией, укомплектованные основным и, при необходимости, дополнительными топливными баками. Ряд электростанций, ориентированных главным образом на рынок услуг по сдаче источников энергии в аренду, сконструирован таким образом, что топливные емкости «на борту» (встроенные в раму электроагрегата и дополнительные, устанавливаемые внутри контейнера) по своему объему могут вмещать столько горючего, сколько необходимо минимум на 20–24 ч работы. Каждая дизельная электростанция Cummins имеет автоматизированную систему управления и мониторинга технического состояния электроагрегата. Возможно дистанционное управление через глобальную компьютерно-информационную сеть Internet с подключением через проводное соединение Ethernet (LAN), телефонную линию или различные беспроводные коммуникации.



Если нужно, предусматривается функциональная система тревожного оповещения для передачи соответствующих сообщений на мобильный телефон либо адрес электронной почты.

Компания Metallwarenfabrik Gemmingen GmbH (Германия) под зарегистрированным товарным знаком Geko выпускает мобильные мини-ТЭС на базе дизельных двигателей Deutz (Германия) единичной электрической мощностью до 500 кВт (400 кВт). Энергоблоки выполнены в гидроизолированном шумоподнижающем кожухе, который крепится болтами к опорной раме дизельного электроагрегата. Для погрузки, транспортировки на небольшие расстояния и разгрузки в этой раме имеются пазы для вилочного погрузчика. Кроме этого, возможна комплектация с автоприцепом на колесах. Для обеспечения надежного запуска при низких температурах дизельные электростанции Geko оснащаются подогревателем охлаждающей жидкости (опционально для моделей электрической мощностью 48–400 кВт) и системой предпускового разогрева, которая может быть выполнена при электрических мощностях:

- 68–120 кВт – со стержневыми свечами накаливания, установленными в каждой камере сгорания;
- 48–160 кВт – с электронагревательным фланцем для подогрева поступающего в камеры сгорания воздуха;
- 184–400 кВт – с факельными свечами накаливания (электрический подогрев воздуха, поступающего в камеру сгорания, вместе с воздействием на него теплоты, выделяемой при горении распыляемого через форсунку дизельного топлива).

Возможна доукомплектация дизельных электростанций Geko инновационным топливным фильтром с водоотделителем для почти полной очистки топлива от воды. Обеспечивается автоматический останов двигателя, когда содержание воды в горючем превысит допустимую эксплуатационную концентрацию. Обычно такой фильтр устанавливают на линии подачи топлива в двигатель между баком и топливным насосом.

Легкость наращивания установленной мощности обеспечивается с помощью синхронизирующего устройства SCS для обеспечения параллельной работы дизельных электростанций Geko единичной электрической мощностью от 160 до 400 кВт включительно, оснащенных электронной системой управления. Возможно осуществление автоматического переключения нагрузки на резервное питание от мини-ТЭС и обратно к основной электросети после восстановления электроснабжения. Запуск и останов электростанции в данном случае тоже происходит автоматически. Реализуемо и дистанционное управление мини-ТЭС через сеть Internet или с помощью пульта через modem, соответствующий стандарту цифровой сотовой связи GSM. А наличие компьютерного порта RS-232 позволяет напрямую подключать принтер для печати информации отчетного характера и мониторинга работы электростанции.

В качестве примера можно рассмотреть модель мобильной мини-ТЭС Geko номинальной электрической мощностью 125 кВт (100 кВт) с шестицилиндровым турбонаддувным дизелем Deutz жидкостного (водяного) охлаждения и синхронным электрогенератором воздушного охлаждения. Продолжительность ее работы на одной заправке при нагрузке, равной 75 % номинальной, составляет до 10 ч. Номинальные напряжение и частота тока – 400/230 В, 50 Гц. Расход топлива на

номинальной мощности – 30,8 л/ч или 308 мл/(кВт·ч). Габаритные размеры мини-ТЭС в кожухе (без шасси колесного автоприцепа): длина – 3 м; ширина – 1,2 м; высота – 1,37 м. Кожух обеспечивает снижение уровня шума от электроагрегата в 1,4 раза по сравнению с его открытым исполнением. Данная мини-ТЭС имеет дистанционное радиоуправление, функцию автоматического ввода резервного питания нагрузки, оснащена защитным отключением с заземлением и GSM-модемом.

Компания Gesan (Испания) выпускает мобильные мини-ТЭС (табл. 1) в транспортабельном закрытом исполнении на колесном шасси автоприцепа или без него с дизель-электроагрегатами, оснащенными двигателями MTU (Германия), Perkins (Великобритания), Volvo (Швеция). Электростанции оборудуются модулями автозапуска и автоматического контроля состояния оборудования (мониторинг рабочих параметров дизеля, отображение предупредительной информации и данных о текущем состоянии двигателя на жидкокристаллическом экране со светодиодной подсветкой, дистанционное оповещение через компьютер и посредством SMS-



сообщений), снабженные компьютерными портами RS-232 и USB.

Продукция компании Kohler Co. (США), которая также выпускает транспортабельные электростанции с дизелями сторонних производителей (таких, как John Deere, Mitsubishi Heavy, MTU, Volvo), охватывает диапазон электрических мощностей до 3 250 кВт включительно. Имеются модификации: низковольтные – на номинальное напряжение 400/230 В или 380/220 В, а также высоковольтные (всегда номинальная частота тока – 50 Гц).

Большую популярность на российском рынке завоевали дизельные электрогенераторы компании SDMO Industries (Франция). Этим производителем предлагаются транспортабельные мини-ТЭС закрытого исполнения (с автоприцепом на колесах либо без него), которые комплектуются двигателями и синхронными электрогенераторами различных производителей. В табл. 2 приведены некоторые данные по отдельным электроагрегатам для мини-ТЭС SDMO с дизелями производства MTU. Интересна особенность пультов управления мини-ТЭС SDMO, в состав которых входит встроенный блок отслеживания процесса технического обслуживания. На жидкокристаллическом

экране с подсветкой отображается оперативная информация о предстоящих операциях технического обслуживания.

Дизельные мини-ТЭС отечественного производства

Крупным российским производителем, комплектующим дизельные мини-ТЭС электроагрегатами собственного производства, является ОАО «Волжский дизель им. Маминых» (ОАО «ВДМ») (г. Балаково, Саратовская обл.). Транспортабельные электростанции могут иметь исполнение в кожухе или капоте (погодозащитном либо погодозащитном шумоподавляющем), а также в контейнере типа «Север» (утепленный, шумоподавляющий). Возможен передвижной вариант капотированных и контейнерных дизельных мини-ТЭС на колесном шасси автоприцепа. По желанию заказчика возможно дооснащение дублирующим пультом управления (расстояние – до 1 км), системой удаленного контроля и управления через компьютер и сеть телефонную, GSM или LAN. В качестве приводных дизелей, помимо

собственных, ОАО «ВДМ» использует российские дизели производства ЯМЗ (Ярославский моторный завод) и ТМЗ (Тутаевский моторный завод), белорусские двигатели ММЗ (Минский моторный завод), а также зарубежные Caterpillar и MTU. Применяются следующие синхронные электрогенераторы: типа БГ (ОАО «Баранчинский электромеханический завод»), марок LSA (компания Leroy Somer, Франция) или STAMFORD



(Великобритания). Номинальные параметры некоторых дизельных мини-ТЭС закрытого исполнения и электроагрегатов для них приведены в табл. 3.

Собственное производство дизелей и электроагрегатов на их основе с электрогенераторами сторонних изготовителей, в частности, для транспортабельных мини-ТЭС закрытого исполнения (без шасси) имеют и другие российские заводы. В табл. 4 приведены номинальные параметры некоторых таких электростанций.

Дизельные мини-ТЭС ОАО «Коломенский завод» (г. Коломна, Московская обл.) могут работать не только на дизельном топливе, но и на «сырой» нефти. Электростанции надежно функционируют при температурах наружного воздуха от -50 до + 40 °C. Возможные режимы работы – параллельно с сетью либо другими подобными установками соизмеримой электрической мощности или автономно. Допустимо проведение погрузочно-разгрузочных операций краном и перемещение на открытой железнодорожной платформе, автомобильным либо водным транспортом. Водовоздушная система охлаждения дизеля выполнена с радиатором и вентиляторной установкой,

Таблица 1. Номинальные параметры некоторых мобильных дизельных мини-ТЭС Gesan в исполнении «400/230 В, 50 Гц» с шумоподавляющим кожухом без шасси

Наименование	Значение параметров для мини-ТЭС с двигателем				
	MTU		Perkins	Volvo	
Электрическая мощность, кВт	200	327,5	520	103	302,3
Расход топлива, л/ч	60,1	87,6	134	29,2	75,7
Объем топливного бака, л	572	590	970	244	590
Габаритные размеры, м:					
длина	4,3	4,58	5,6	3,4	4,58
ширина	1,4	1,5	1,85	1,1	1,5
высота	2,21	2,24	2,33	1,76	2,24

Источник: на основании данных www.gesan.com (дата обращения: 29.05.2013) для мини-ТЭС с двигателями, имеющими частоту вращения коленчатого вала – 1 500 об/мин.

Таблица 2. Номинальные параметры некоторых дизель-электроагрегатов открытого исполнения «400/230 В или 380/220 В, 50 Гц» с двигателями MTU для мобильных мини-ТЭС SDMO закрытого исполнения

Расход топлива, л/ч	800	1 120	1 200	1 440	1 600	2 400
Единичная электрическая мощность, кВт	152	210	241	266	306	445
Источник: на основании данных www.sdmo.com (дата обращения: 30.05.2013).						

Таблица 3. Номинальные параметры некоторых дизельных транспортабельных мини-ТЭС закрытого исполнения и электроагрегатов для них, выпускаемых ОАО «Волжский дизель им. Маминых»

Изделие	Электроагрегат		Электростанция					
	P, кВт	315	1 000	100	200	315	1 000	2 000
U, кВ (f = 50 Гц)	0,4	6,3	0,4	10,5	6,3			
Двигатель	ВДМ	ЯМЗ, ТМЗ, ММЗ			MTU			
n, об/мин	1 000	1 500			Нет данных			
d, г/(кВт·ч)	201	193	250		267	201+5 %	194+5 %	
τ, тыс. ч	50	60	10		Нет данных			

Примечание. P – единичная электрическая мощность; U, f – линейное напряжение и электрическая частота трехфазного генератора; n, τ – частота вращения коленчатого вала и ресурс до капитального ремонта двигателя; d – удельный расход дизельного топлива электроагрегатом или мини-ТЭС.

Источник: на основании данных www.vdm-plant.ru (дата обращения: 05.06.2013).

Таблица 4. Номинальные параметры некоторых выпускаемых российскими предприятиями дизельных транспортабельных мини-ТЭС контейнерного исполнения без шасси

Разработчик, изготовитель	ОАО «Коломенский завод»	ООО «Уральский моторный завод»				
		ЭД-1000	ЭД-100	ЭД-200		
P, кВт	1 000		100		200	
U, кВ (f = 50 Гц)	6,3 или 10,5			0,4		
Двигатель	Д49	У1Д6	ЯМЗ-238	В2	ЯМЗ-7514	
n, об/мин	1 000			1 500		
d, г/(кВт·ч)	191	244	250	236	230	
τ, тыс. ч	60–100	20	12	20	12	
Габаритные размеры, м:						
длина	13,4	4,76	3,2	4,76	3,8	
ширина	3	2,44	1,38	2,44	1,38	
высота	3,5 (без глушителя)	2,4	2	2,4	2	

Примечание. Обозначения такие же, как в табл. 3.

Источник: на основании данных www.kolomnadiiesel.com, <http://uralmotorzavod.ru> (дата обращения: 27.05.2013).

причем последняя оснащена автоматическим асинхронным электроприводом с полупроводниковыми преобразователями на IGBT-транзисторах (от англ. Insulated Gate Bipolar Transistor – биполярный транзистор с изолированным затвором). Система управления мини-ТЭС микропроцессорная, в том числе с опциональной функцией дистанционного радиоуправления.

ООО «Уральский моторный завод» (г. Екатеринбург) комплектует свои транспортабельные контейнерные мини-ТЭС дизелями собственного изготовления либо зарубежными – Perkins, Kubota, Volvo-Penta, MTU. Синхронные бесщеточные электроген-

ераторы типа БГ; BOKUK (Южная Корея); Leroy Somer. Электростанции оборудуются системой автоматического управления с аварийно-предупредительной сигнализацией.

Мобильные мини-ТЭС российской сборки на базе зарубежных дизелей

Так же, как и на Западе, в России есть предприятия, специализирующиеся на выпуске блочно-модульных мобильных ТЭС на базе двигателей стороннего производства. Импортными дизель-электрогенераторными

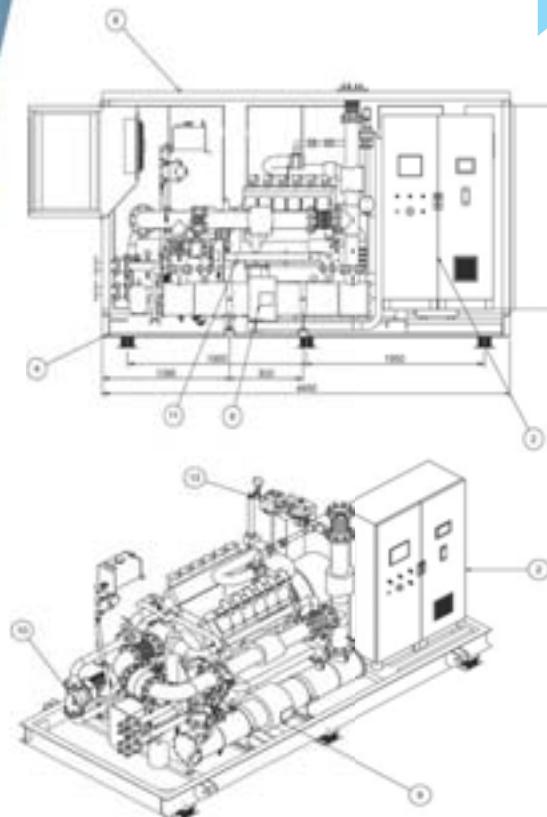
установками комплектуют свои мобильные мини-ТЭС закрытого исполнения (в кожухе или контейнере) многие российские компании. Так, например, энергомашиностроительное предприятие ОАО «Звезда-Энергетика» (Санкт-Петербург) изготавливает контейнерные дизельные мини-ТЭС единичной электрической мощностью до 2,5 МВт на базе двигателей Cummins, MTU, MWM GmbH.

ЗАО «ГрандМоторс» (Москва) предлагает варианты мини-ТЭС на базе дизель-генераторов FG Wilson (Великобритания), GM (Италия) и Cummins (США) на колесном шасси как автоприцепа, так и автомобиля. Имеется собственное производство транспортабельных контейнеров «Север», которые поддерживают необходимый температурный режим для обеспечения надежной работы электростанций даже в условиях низких температур. Такие контейнеры содержат транспортировочные узлы и могут оснащаться глушителем выхлопных газов дизеля, автоматическими жалюзи системы вентиляции; системами обогрева, виброгашения, пожарно-охранной сигнализации, пожаротушения, основного и аварийного освещения, а также дополнительным топливным баком.

ЗАО «Ролт Инжиниринг» (головной офис – Москва, производство – г. Коломна, Московская обл.) осуществляет комплекс производства и услуг, аналогичный, в частности, рассмотренному на примере предыдущей компании. Мобильные дизельные мини-ТЭС RolтMPS на автомобильном прицепе с колесами оснащаются зарубежными электрогенераторами Caterpillar, Cummins, FG Wilson, MTU. Диапазон электрических мощностей – до 2,5 МВт.



Когенерационные установки природный газ, сжиженный газ, биогаз



microSpark
COGENERATING

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

blueSpark
COGENERAZIONE

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

bioSpark
COGENERAZIONE BIOGAS

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

SPARK®
E N E R G Y



Представительство компании SPARK ENERGY в России
ООО "ЭнергоГазИнжиниринг"

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



Микрогазотурбинные установки электрической мощностью до нескольких мегаватт обычно работают на различных газах – природном, пропан-бутане, биогазе, газе сточных вод, мусорных свалок, попутном нефтяном газе и др. Однако при отсутствии «голубого» топлива они могут функционировать и на жидком горючем, например, в качестве аварийного энергоисточника.

Транспортабельные микротурбинные ТЭС на жидком топливе

И. Трохин

Под микротурбиной обычно понимают лопаточную газовую турбину электрической мощностью до 1–2 МВт, имеющую, как правило, интегральную конструкцию (например, у американских микротурбин Capstone собственно газовая турбина и электромашический генератор конструктивно выполнены в виде единого агрегата). Довольно часто такие агрегаты поставляются заказчикам в закрытом контейнерном исполнении (рис. 1). Предлагаются микротурбины, способные работать не только на газообразном, но и на жидком топливе (дизельном, биодизельном, керосине). Сегодня такие энергоблоки с успехом составляют конкуренцию традиционным дизель-генераторным установкам. В настоящей статье будут рассмотрены именно

жидкотопливные микротурбинные ТЭС блочно-модульного исполнения.

Мировую известность на рынке микротурбинных энергетических установок имеет продукция американской корпорации Capstone Turbine Corporation (патент US 6,639,328 на изобретение «Microturbine»). Микротурбины Capstone могут работать как автономно, так и в параллель с сетью на различном топливе

(в том числе дизельном и биодизельном, керосине и пр.). В России находят применение контейнерные модули полной заводской готовности, с помощью которых осуществляется электроснабжение отдаленных труднодоступных объектов. Так, в июне 2013 г. в Республике Саха на объектах цифровой радиорелейной магистрали ОАО «Ростелеком» по маршруту «Якутск – Мирный – Ленск» были запущены в промышленную эксплуатацию 5 микротурбинных электростанций Capstone блочно-модульного исполнения, которые были установлены на станциях Эт-Бас, Кюелях, Крестях, Лекечен, Илбенге. В состав каждого энергоцентра вошли две микротурбинные установки Capstone C30, работающие на дизельном топливе, одна из которых основная, вторая резервная (рис. 2). Двойное инвер-



Рис. 1



Рис. 2

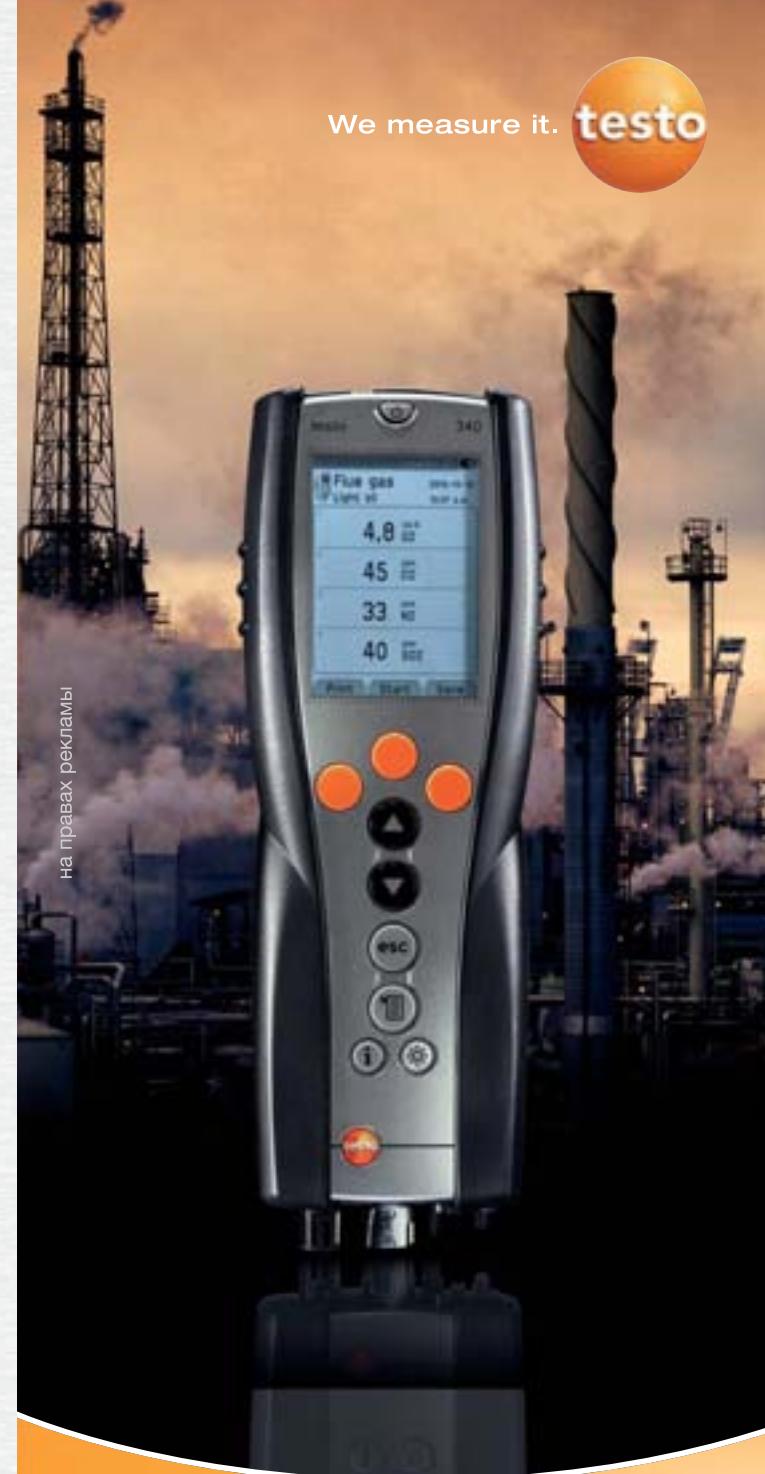
тирование в электрической схеме микротурбин обеспечивает высокое качество и стабильность выходного напряжения, что критично для чувствительного цифрового оборудования. Кроме того, при работе микротурбинных электростанций практически отсутствует вибрация, а

уровень шума не превышает 60 дБ. Поставку основного технологического оборудования, шеф-монтаж и пусконаладку всех пяти электростанций, а также обучение персонала ОАО «Ростелеком» осуществила компания «БПЦ Инжиниринг».

История применения микротурбинных установок на дизельном топливе в Республике Саха насчитывает уже 8 лет. В 2005 г. энергоблоки Capstone были запущены в эксплуатацию на цифровой линии связи «Сковородино – Алдан – Якутск» и с тех пор подтверждают полное соответствие самым жестким требованиям по надежности и качеству энергоснабжения в отсутствии централизованной сети. Основываясь на опыте долголетней безотказной эксплуатации этого оборудования, руководство ОАО «Ростелеком» решило использовать его и в качестве основного источника электроэнергии для удаленных объектов новой магистрали протяженностью 1200 км, пролегающей по территории семи улусов западной Якутии. Сегодня микротурбинные электростанции на базе установок Capstone C30 полностью обеспечивают потребности в электричестве телекоммуникационного оборудования радиорелейных станций и расположенного там же оборудования сотовых операторов.

Изготовленные в блок-контейнерах в климатическом исполнении микротурбинные электростанции Capstone с высокой эффективностью могут эксплуатироваться в суровых северных условиях при температуре от +40 °C, до -60 °C. Использование резервной микротурбины в составе энергосистемы обеспечивает высокую надежность и непрерывность энергоснабжения при проведении периодических сервисных работ. В отличие от дизельных электростанций, которые установлены на объектах в качестве независимого резервного источника, микротурбины практически не требуют обслуживания. В конструкции двигателей Capstone C30 всего одна движущаяся деталь – вал ротора, что сводит к минимуму риск возможных поломок, а применение воздушного подшипника исключает необходимость использования масла. Таким образом, техобслуживание может проводиться не чаще одного раза в год (каждые 8000 ч наработки) прямо на месте эксплуатации и занимать всего несколько часов. Работа станции полностью автоматизирована и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала. За счет высокой степени автоматизации заказчик имеет возможность дистанционного управления и контроля параметров работы, что особенно важно для расположенных вдоль всей трассы труднодоступных телекоммуникационных объектов. В настоящее время микротурбинные электростанции обслуживаются удаленно из центров, расположенных в узловых точках связи.

Одной из новейших разработок компании Capstone Turbine Corporation являются микротурбинные системы серии C1000,



Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

testo 340: эффективный анализатор дымовых газов для промышленного применения

- Автоматическое расширение измерительного диапазона и защита сенсора
- Измерение концентрации O₂, CO, NO, NO₂, SO₂
- Расчет массовых выбросов в режиме реального времени
- Удобство применения при проведении всех видов сервисного обслуживания



Рис. 3

в которых оборудование размещено в едином компактном пространстве (рис. 3). В качестве основы используется микротурбинный двигатель C200 (рис. 4) номинальной электрической мощностью 200 кВт, которым комплектуется та или иная конфигурация C1000 в количестве от 1 до 5. Благодаря этому, системы характеризуются легкостью масштабирования и возможностью постепенного наращивания генерирующих мощностей до максимального значения 1 МВт при сохранении исходных габаритных размеров. Модульность конструкции, в которой все коммуникации выполнены таким образом, чтобы ввод отдельного двигателя в эксплуатацию и вывод из него не останавливал работу всей энергосистемы, обеспечивает большой запас внутреннего резервирования, а также удобство и независимость обслуживания каждого модуля C200, входящего в состав системы. В результате достигается высокая надежность электростанции на основе микротурбин, что позволяет избежать перебоев или полного прекращения подачи электроэнергии при остановке одного или нескольких двигателей.

Модель C200 обладает рядом конструктивных особенностей, благодаря которым увеличены срок службы уста-

новки и электрический КПД (до 35 %). Во-первых, увеличен рекуператор. Во-вторых, упорный подшипник вынесен в холодную зону. В-третьих, увеличено расстояние между подшипниками вала ротора. Для повышения электрического КПД газовые турбины Capstone C200 делают высокооборотными (до 60 тыс. об/мин), привод трехфазного синхронного генератора у них прямой (без редуктора), а схема получения синусоидального напряжения 380 В электрической частотой 50 Гц – выпрямительно-инверторная. В качестве топлива может использоваться жидкое горючее – керосин, дизельное, биодизельное топливо и др., благодаря чему установки могут использоваться в районах, удаленных от централизованных электросетей. Так же, как микротурбины C30 модели Capstone C200 оснащаются микропроцессорной системой автоматического управления с поддержкой стандартных сетевых подключений, благодаря чему не требуется постоянное присутствие обслуживающего персонала. Ресурс до капитального ремонта составляет 60 тыс. ч; сервисное обслуживание и капремонт возможны прямо на месте эксплуатации.

Блочно-модульная конструкция C1000 позволяет устанавливать энергосистемы друг на друга, если необходимо оптимизировать пространство в условиях ограниченной площади. Производителем предлагаются арктическое и взрывозащищенное исполнение блок-контейнера, а также мобильное исполнение на колесном шасси автоприцепа.

Среди других разработчиков и производителей жидкотопливных микротурбинных установок блочно-модульного исполнения можно отметить компании Turbec S.p.A (Италия) и Calnetix Technologies LLC (США). Так, мини-ТЭС Turbec T100 имеет электрическую мощность 100 кВт и работает с безредукторным приводом электрогенератора по схеме с выпрямителем и инвертором напряжения, а 125-киловаттная установка Calnetix – еще и с магнитными подшипниками (частота вращения ротора – 26 тыс. об/мин).

Компания OPRA Turbines BV (Нидерланды) выпускает транспортабельные газотурбинные мини-ТЭС «немикротурбинного» класса, но в контейнерном исполнении без шасси (рис. 5) или на

автоприцепе. Единичная электрическая мощность базовой конфигурации – 2 МВт. Газотурбинный двигатель OP16 имеет одноступенчатую радиальную турбину с номинальной частотой вращения ротора 26 тыс. об/мин. Привод синхронного бесщеточного генератора работает через планетарный редуктор с понижением частоты вращения до 1 500 об/мин. Управление осуществляется с помощью микропроцессорного контроллера. По аналогии с микротурбинной системой Capstone C1000 установка OP16 имеет производные конфигурации электрической мощностью до 10 МВт.

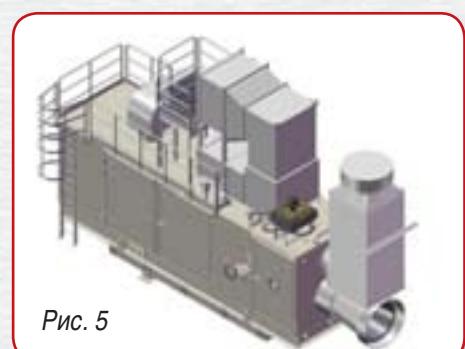


Рис. 5

Газотурбинные установки OPRA исполняются с низкоэмиссионной двухтопливной камерой сгорания (жидкое топливо/газ, переключение допустимо даже при работе с полной нагрузкой). Основное горючее – жидкое, в том числе могут использоваться дизельное и биодизельное топливо. Установки хорошо себя зарекомендовали при работе в сложных природных условиях. Например, в начале лета этого года две микротурбинные установки OP16 были поставлены в Индонезию для проекта Sukabumi, осуществляемого подразделением фармацевтического концерна Otsuka (Япония), где потребность в электроэнергии составляла 3 МВт, в технологическом паре – 12 т/ч. Оборудование эксплуатируется на высоте 550 м над уровнем моря в условиях высокой влажности воздуха (около 90 %) и высокой температуры (свыше 40 °C). Такие высокие значения влажности характерны и для нашего Дальнего Востока, в частности для островов Курильской гряды, энергообеспечение которых осуществляется в основном за счет привозного жидкого топлива.



Рис. 4

Новая газотурбина MAN Diesel & Turbo со сверхнизким значением выбросов NO_x

Компания MAN Diesel & Turbo (Германия) закончила испытания опытной модели двигателя MGT 6100 мощностью 6 МВт. Результаты тестовой работы показали, что содержание выбросов NO_x в новой газотурбине в несколько раз ниже официальных требований в США и Германии.

Новое семейство газовых турбин производства MAN Diesel & Turbo номинальной мощностью от 6 до 8 МВт предназначено для одновременного производства тепловой и электрической энергии. Турбины серии MGT отличаются не только высокой эффективностью, но и



Новая одновальная газовая турбина MGT 6100 до монтажа на стенде для испытания в г. Оберхаузен

очень низкими показателями по загрязнению окружающей среды. В ходе стендовых испытаний MAN Diesel & Turbo удалось свести выбросы оксида азота к предельно низким значениям. Как заявил д-р Свен-Хендрик Уайерс, вице-президент компании по газовым турбинам, «показатель выбросов NO_x (оксиды азота), измеряющийся одной единственной цифрой при 50–100 %-ных нагрузках двигателя MGT 6100 одновальной версии нового семейства газовых турбин MGT, является впечатляющим свидетельством достигнутой цели».

Во время тестовых испытаний на стенде в г. Оберхаузен при всех рабочих режимах между половинной и полной мощностью газотурбинного двигателя в выхлопном газе было обнаружено менее 10 ppm оксида азота (ppm – миллионы доли, в данном случае – см³/м³). Для сравнения: в федеральном законе Германии «О контроле за загрязнением воздуха» предельное значение выброса NO_x в

«Технической инструкции по контролю за качеством воздуха» установлено на уровне 36,5 ppm, что эквивалентно 75 мг/м³.

Конструкторский отдел MAN Diesel & Turbo в г. Оберхаузен добился столь низких значений выброса, применяя модифицированную и специально адаптированную для нового поколения газовых турбин улучшенную трубчатую камеру сгорания (УТКС). Данная камера была спроектирована для проверенной временем серии газовых турбин THM. Такие камеры работают на основе технологии премикса: к моменту поступления в камеру сгорания топливо уже равномерно смешано с воздухом зоны горения. Как результат – отсутствие чрезмерно обогащенных горючим топливных потоков, что означает присутствие в выхлопе значительно меньшего количества оксидов азота, которые в высоких концентрациях губительны как для растений, так и для живых существ. По словам Фрэнка Рейсса, главы Combustion Technology, компания может повторно достичь столь же оглушительного результата в следующих версиях двигателей данного типа.



Шесть камер сгорания УТКС, которые отлаживаются для тестирования

Опираясь на результаты стендовых испытаний, MAN Diesel & Turbo планирует предоставлять своим клиентам гарантии чрезвычайно низких показателей выбросов, увеличивая таким образом конкурентоспособность газовых турбин.

Разработка новой газовой турбины была профинансирована в рамках программы North Rhine-Westphalia 2007–2013 «Региональная конкурентоспособность и трудовая занятость» (РКТЗ). Новое поколение газовых турбин мощностью от 6 до 8 МВт обладает большим потенциалом для дальнейшего прогресса. Пуск турбин осуществляется сравнительно быстро, менее, чем за 10 мин, они могут служить идеальным дополнением к неравномерно поставляющим энергию возобновляемым источникам энергии, использующим в качестве первоисточника ветер или солнце. По словам д-ра Уайерса, особенно важен тот факт, что удалось добиться низкого уровня выброса оксидов азота в широком диапазоне рабочих режимов, поскольку это именно тот фактор, который будет востребован в будущем, особенно в областях с децентрализованной выработкой электроэнергии.

В конце июня в г. Рейнберг компания SolVin, совместная дочерняя фирма международной химико-фармацевтической группы Solvay и немецкого концерна BASF, стала первым клиентом, который ввел в строй двухвальную газотурбину MGT 6200. В качестве системы совместного производства тепловой и электрической энергии она поставляет энергию и тепло для технологических нужд производителя основных химических веществ с общим КПД более 80 %.

Пиролизное топливо для газотурбин малой мощности

Сегодня на большинстве мини-ТЭЦ в качестве топлива используются природный газ и нефтепродукты. Эти виды топлива характеризуются высокой теплотой сгорания, удобством доставки и регулирования подачи. Но постоянно растущий объем потребления этих ресурсов приводит к увеличению цен и сокращению природных запасов, которых, по ряду оценок, хватит не более, чем на 50–70 лет. Поэтому ведущие производители энергогенерирующего оборудования задумываются о переводе машин на альтернативные виды топлива.

Перевод электрогенерирующего оборудования на возобновляемые виды топлива целесообразен как в целях экономии природных энергоресурсов, так и в целях утилизации промышленных и бытовых отходов органического происхождения, отходов деревообрабатывающей отрасли, аграрного сектора и пр. Одним из перспективных видов использования вышеназванных видов отходов в качестве топлива является сухой пиролиз, т. е. термическое разложение органических соединений без доступа кислорода. В результате процесса пиролиза получают биогаз и химические удобрения для сельского хозяйства. Кроме того, путем быстрого пиролиза древесины получают пиролизные масла, которые практически не содержат минералов и серы и поэтому могут служить горючим для двигателей внутреннего сгорания, используемых на мини-ТЭЦ в качестве электрогенераторов. Такое топливо удобно в хранении и при транспортировке, оно может вырабатываться в относительной близости от генераторов электроэнергии (если речь идет о сельскохозяйственном или промышленном предприятии, нуждающемся в источнике автономного электроснабжения). При этом пиролизные масла из древесины значительно уступают газу и нефтепродуктам по ряду рабочих характеристик. Во-первых, они обладают меньшей теплотой сгорания, во-вторых, отличаются высокой вязкостью, в-третьих, содержат твердые частицы, что критично для газотурбинного оборудования. К тому же, при высоких температурах пиролизные масла теряют химическую стабильность.

Тем не менее биоэнергетика имеет серьезные перспективы. Успешное ее развитие во многом будет определяться топливно-энергетическим балансом, т. е. соотношением энергии, затрачиваемой в процессе переработки отходов, и эффективности использования полученного биотоплива. Поэтому одинаково важны инновации как в производстве собственно топлива, так и в технологиях его использования.

С 2010 г. компания OPRA Turbines (Нидерланды), являющаяся одним из ведущих поставщиков силового оборудования в диапазоне мощности от 1 до 10 МВт для коммунальной и промышленной энергетики, нефтегазовой отрасли, судостроения и пр., занимается расширением топливной универсальности газотурбинных установок OP16 с тем, чтобы создать систему, способную работать на широком спектре жидкого и газообразного топлива, включая тяжелые пиролизные масла, этанол, биодизель, синтез-газ и биогаз. В газотурбинных установках компании используются усовершенствованные технологии радиальной конструкции газовой турбины. Именно эта одновальная, полностью радиальная конструкция ротора ГТУ OP16 позволяет модернизировать двигатель для работы на тяжелых и низкокалорийных видах топлива. Проточная часть радиального газотурбинного двигателя обеспечивает высокую эксплуатационную надежность установки и снижает чувствительность к попаданию в проточную часть мелких твердых частиц, содержащихся в пиролизном топливе.



Проектные работы по совершенствованию топливной системы были разбиты на три этапа. На первом проводились испытания существующей двухтопливной системы, но с заменой механической форсунки высокого давления, обычно применяемой в данной системе, на пневматическую, которая способна работать на топливе с более высокой кинематической вязкостью (порядка 10 сСт). Кроме того, пневматическая форсунка не нуждается в дополнительной подаче сжатого воздуха или пара, что обычно является обязательным при работе на топливе, близком по свойствам к пиролизному.

При разработке камеры сгорания для сжигания пиролизного топлива за основу была взята стандартная конфигурация камеры 3 А, поскольку ее конструкцию можно было легко доработать, с тем чтобы увеличить эффективную площадь и изменить распределение воздуха. Проведенные испытания позволили определить оптимальные параметры работы двигателя на пиролизном топливе. На втором этапе, после определения опытным путем основных параметров новой камеры сгорания, выполнялось

3D-моделирование, проводились необходимые расчеты для определения окончательной конструкции камеры сгорания.

В настоящее время проект находится на стадии стендовых испытаний опытного образца. В ходе теста в качестве топлива используются дизель № 2, этанол и пиролизное масло на основе древесины хвойных пород. Целью испытаний является достижение стабильного горения при работе на 100 %-ном пиролизном масле в диапазоне нагрузки от 70 до 100 %. В настоящий момент получен положительный результат при работе на топливной смеси, состоящей из пиролизного масла

(80 %) и этанола (20 %). Для достижения исходной цели требуются некоторые доработки пневматической форсунки и системы подачи топлива, над чем сейчас активно работают специалисты компании OPRA Turbines.

До конца 2013 г. планируется завершить третий этап работ – испытать топливную систему на двигателе и внедрить ее в эксплуатацию. Несмотря на конструкционные различия существующих топливных систем двигателя OP16 и новой камеры сгорания, внедрение ее в эксплуатацию не потребует никаких изменений в конструкции газотур-

бинного двигателя, а ограничится лишь незначительными доработками корпуса установки.

Внедрение новой системы, позволяющей работать на альтернативных видах топлива, не станет заключительным этапом модернизации топливной системы газотурбинной установки OP16. Будут проводиться испытания новой камеры сгорания на низкокалорийном биогазе с низкой теплотой сгорания (до 10 МДж/кг). Весь комплекс работ по испытаниям и доводке новой камеры сгорания компания OPRA Turbines планирует завершить в текущем году.

Передвижные комплексы для освоения скважин

Компания «ЛУКОЙЛ-Пермь» приняла на вооружение первые передвижные комплексы для исследования и освоения скважин (ПКИОС) на основе микротурбин Capstone C65, разработанные и сданные в эксплуатацию ЗАО НТК «МНГК» совместно с компанией «БПЦ Инжиниринг». Оба комплекса будут эксплуатироваться при разведке скважин Касибского и Бортомского нефтяных месторождений, расположенных в Пермском крае. Основным преимуществом таких передвижных комплексов является их мобильность и возможность многоразового использования на различных объектах, что особенно актуально для применения на разведочных и удаленных одиночных скважинах, кустах скважин, скважинах с сезонной добычей, низкодебитных скважинах и скважинах с малым газовым фактором. Каждая передвижная станция, кроме микротурбины, полностью обеспечивающей потребности передвижного комплекса в электроэнергии, включает нефтегазовый сепаратор, узел учета газа и регулирования давления, передвижную факельную установку, накопительную емкость для нефти, комплект оборудования КИПиА, комплект межблочных трубопроводов, дизель-генератор, дополнительное оборудование, а также операторскую.

Микротурбины Capstone C65 электрической мощностью 65 кВт используются в качестве основного источника энергоснабжения для всего оборудования передвижных комплексов, в частности, для электрообогрева дренажной линии и газопровода, питания дозировочного насоса, приборов КИПиА, АСУ ТП. Резервирование осуществляется от дизельной установки аналогичной мощности. В качестве топлива для микротурбин используется попутный нефтяной газ из разведочных скважин, который поступает в установки непосредственно с сепаратора. Именно возможность работы с топливом низкого качества и быстрого запуска установок в работу после подсоединения к источнику топлива был обусловлен выбор микротурбин в качестве основного генерирующего оборудования. Они способны работать на ПНГ с меняющимся метановым числом, различной теплотой сгорания и содержанием сероводорода до 4–7 % без специальной подготовки газа. В отличие от традиционно применяемых в ПКИОС неэкономичных дизель-генераторных установок, микротурбины обеспечивают сокращение энергозатрат за счет использования практически бросового сырья –



попутного нефтяного газа. Себестоимость выработки электроэнергии на них может составлять порядка 0,8–1 руб. за кВт·ч. Кроме того, микротурбины Capstone имеют компактные размеры, небольшой вес, при их эксплуатации практически отсутствует вибрация, что позволило создать передвижную станцию на шасси. Применение инновационной технологии воздушного подшипника в микротурбинах привело к отказу от использования масла и жидкостного охлаждения, поэтому межсервисные интервалы составляют до 8 тыс. ч. За счет полной автоматизации работы микротурбин трудозатраты на обслуживание установок сведены к минимуму, круглосуточное присутствие персонала не требуется.

Новости когенерации

Газотурбинная мини-ТЭЦ для Одинцового мясокомбината

Проектный институт ГК «Турбопар» разрабатывает проект энергетического центра для мясокомбината в г. Одинцово, строительство которого повысит надежность энергоснабжения и энергоэффективность производства. В качестве основного оборудования для энергоцентра предусмотрено использование 4-х газотурбинных установок OPRA мощностью 1,8 МВт каждая, 4-х паровых котлов-утилизаторов и 3-х дожимных компрессоров (двух рабочих и одного резервного). В качестве топлива будет использоваться природный газ с теплотой сгорания 8055 ккал/нм³ по ГОСТ 5542-87. Главный корпус энергоцентра с административно-бытовой частью будет включать машинный зал для газотурбинных установок, машинный зал для паровых котлов-утилизаторов, генераторное распределительное устройство ГРУ 10 кВ, главный распределительный щит 0,4 кВ для собственных нужд (ГРЩ СН), а также станцию водоподготовки и установку приготовления воды для ГВС. Кроме главного корпуса, в состав энергоцентра войдет дожимная компрессорная станция, газорегуляторный пункт, система дымоотведения, внутриплощадочные инженерные сети и пр.



Новая солнечная электростанция в Херсоне



Компания Star Group (Словакия) завершила строительство первой очереди солнечной электростанции заявленной проектной мощностью 120 МВт, которая расположена вблизи сел Красный Перекоп и Васильевка Каховского района Херсонской области. Национальная комиссия, осуществляющая регулирование в сфере энергетики (НКРЭ), уже выдала лицензию на производство электроэнергии компании «Стар Юг Энерго» (подразделению словацкого производителя), которая будет эксплуатировать электростанцию и реализовывать генерируемую электроэнергию. Установленная мощность первой очереди составляет 1,007 МВт. После завершения строительства солнечная электростанция Star Group в Херсонской области может войти в пятерку самых мощных гелиоэлектростанций Европы. Стоимость проекта – более 200 млн евро.

Новая ветротурбина в Германии

Компания DeWind Europe GmbH (Германия), дочерняя фирма компании Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd (Корея), ввела в опытно-промышленную эксплуатацию прототип новой ветротурбины D9.1. Опытная модель мощностью 2 МВт установлена в окрестностях г. Альтенбрук (Нижняя Саксония, Германия). Диаметр ротора турбины составляет 93 м, высота башни – 100 м. По результатам испытаний будут выполнены необходимые доработки, и с начала 2014 г. начнется серийное производство ветротурбин данной модели. Специалисты компании рассматривают европейский рынок как наиболее привлекательный сегмент. Планируется применение ветротурбин D9.1 в составе наземных и морских ветропарков.



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



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.

ecostar[®]
горелка
BURNERS & COMBUSTION SYSTEMS



В настоящем обзоре рассматриваются горелочные устройства зарубежных производителей, способные работать на различных видах жидкого топлива, таких, как дизель, мазут, керосин, сырая стабилизированная нефть, а также биодизель, рапсовое масло, отработанные и технические масла и пр., выдавая от нескольких сот киловатт до нескольких мегаватт мощности.

Промышленные жидкотопливные горелки зарубежных производителей

Жидкотопливная горелка представляет собой устройство для получения топливо-воздушной смеси путем смещивания воздуха (кислорода) с распыленным в виде мельчайших капель жидким топливом и подачи этой смеси к выходному отверстию для сжигания в топке котла. Таким образом, в задачу горелки входит подготовка воздуха и топлива, приданье им нужного направления и скорости, воспламенение смеси и стабилизация факела (фронта горения).

Под жидким топливом понимается не только дизель, но и любые другие горючие жидкости – мазут, масло, сырая нефть и пр. Горелки небольшой мощности работают обычно на легком топливе, тяжелые сорта предназначаются для горелок средней и большой мощности. Вопреки распространенному мнению, дизельные горелки существуют не только в вентиля-

торном исполнении (наддувные), где воздух нагнетается с помощью вентилятора и смещивается с топливом непосредственно в самой горелке. Существуют также так называемые диффузионные горелки, получающие воздух для горения путем диффузии из окружающего воздуха.

Мазутные горелки имеют определенные конструктивные отличия, связанные со свойствами данного вида топлива. Мазут должен постоянно находиться в вязком состоянии, для чего необходим его непрерывный подогрев. Затем происходит его механическое распыление с использованием сжатого воздуха или пара. С целью снижения расхода топлива могут устанавливаться сопла низкого давления, а также дополнительное оборудование – электрощиты, двигательно-насосная группа подачи горючей смеси, система регулирования.

Помимо устройств, работающих только на одном виде топлива (например на мазуте или дизеле), на рынке предлагаются также комбинированные горелки, способные поочередно сжигать разные виды горючего. Как правило, это газ и какая-либо разновидность жидкого топлива: газ-дизель, газ-мазут и т.д. Переключение может осуществляться как вручную посредством переключателя, так и автоматически, например, если отсутствует подача топлива выбранного типа (ввиду его отсутствия или неисправности подающего оборудования/топливопровода).

Babcock Wanson (Франция)

Моноблочные комбинированные горелки Babcock Wanson серии LNTA (тепловая мощность 0,45–10,5 МВт) и двухблочные комбинированные горелки серии TA (тепловая мощность 9–22 МВт) работают



на газе или жидким топливом и обладают широким диапазоном тепловой мощности. Выбор вариантов топлива огромен: это как традиционные дизельное топливо и сырья нефть, так и биотопливо (животный жир, биоэтанол, глицерин, биодизель и пр.). Производитель предлагает широкий выбор дополнительных опций для установки на горелку, способствующих улучшению ее эксплуатационных характеристик. В их числе – отдельные шумоглушители, системы впрыска воды (для уменьшения содержания горючих в определенных сортах мазута) и мочевины (для уменьшения выброса оксидов азота в определенных сортах мазута), электронный регулятор скорости вентиляторов и система электронного управления горелкой, обеспечивающая стабильное сгорание. Уровень шума не превышает 85 дБ при полной мощности, при использовании дополнительных глушителей его можно сократить до 75 дБ.

Точность управления горелкой позволяет добиться максимальной эффективности и производительности за счет правильной установки положения клапанов, допускающих минимальную избыточность воздуха. Уровень выбросов при использовании вязких видов топлива предполагает минимальное загрязнение. Жидкотопливные горелки производства Babcock Wanson поставляются только с котлами этого производителя.

Buderus (Германия)

Жидкотопливные двухступенчатые горелки желтого пламени Buderus Logatop DZ 2 – DZ 4 представляют собой полностью автоматизированные устройства моноблочного типа, работающие на

дизельном топливе и покрывающие диапазон мощностей до 1450 кВт. Каждая горелка проходит испытания на стенде и имеет сертифицированные показатели горения по EN 303 ч. 1 и 2, DIN EN 267, DIN 4787, DIN EN 230. Горелки оснащены менеджером горения, осуществляющим периодический запуск, или по запросу автоматом постоянной работы.

В стандартное оснащение горелки входят: корпус из легкого металла, изготовленный методом литья под давлением, плазменные трубы с возможностью настройки на различную мощность, настраиваемый шток форсунки, смесительная система, запальный трансформатор, вентилятор, воздухозаборник, сервопривод воздушного клапана для двухступенчатого режима, топливный насос с двумя вариантами настройки давления, электромагнитные клапаны, единая форсунка для двух ступеней, менеджер горения со световым датчиком сопротивления (фоторезистором).



Двухступенчатые горелки данного типа обладают гибкой настройкой воздухозаборника, повышенным напором вентилятора и крутой кривой, за счет чего оптимально сочетаются со всеми разновидностями стандартных стальных и чугунных котлов. Ступени нагрузки горелки 1 и 2 достигаются всего при одной форсунке за счет двух различных объемов подачи топлива. Продуманная конструкция воздухозаборника с шумоглушителем обеспечивает низкий уровень шума во время работы горелки.

CIB UNIGAS (Италия)

В ассортименте компании CIB UNIGAS присутствует более 600 моделей газовых, дизельных, мазутных и комбинированных (газ-солярка, газ-мазут) горе-

лок мощностью от 20 до 65000 кВт. Ассортимент дизельных устройств насчитывает 4 серии (IDEA мощностью до 560 кВт, TECNOPRESS мощностью до 1900 кВт, NOVANTA-CINQUECENTO мощностью до 8 МВт, MILLE до 13 МВт), среди которых, помимо традиционных моделей, присутствуют короткопламенные модификации всех серий, кроме IDEA. Такие горелки были разработаны для применения на котлах с очень короткой камерой сгорания, в которых стеки котла или трубные пучки находятся в непосредственной близости от пламени. Пламя в них разделяется на четыре части, благодаря чему удается достичь значительного укорочения длины пламени с сохранением прочих характеристик. Горелки TECNOPRESS диапазоном мощности от 105 до 1900 кВт предназначены для котлов с высоким аэродинамическим сопротивлением. Имеется модификация для эксплуатации на биодизеле. Моноблочные горелки NOVANTA (мощностью до 4100 кВт) и CINQUECENTO (мощностью до 8000 кВт) снабжены центробежным вентилятором, приводимым в действие трехфазным электрическим двигателем, который запускает также дизельный насос (в моделях RG520 и RG525 насос приводится в действие отдельным электрическим двигателем), а также противопоточной форсункой, которая обеспечивает диапазон регулирования с соотношением 1:3. На встроенных в дизельные горелки электронных панелях отображаются значения температуры и давления, а также сигнальные индикаторы различных фаз работы горелки и аварийные сигналы. Дизельная горелка MILLE (P1000) снабжена специально разработанной головкой сгорания, улучшающей показатели продуктов сгорания с помощью противопоточной форсунки,



обеспечивающей диапазон регулирования с соотношением 1:3. Аналогичные серии представлены и в разделе комбинированных горелочных устройств (газ/дизтопливо).

К мазутным горелкам CIB UNIGAS относятся серии TECNOPRESS (мощностью до 1900 кВт), NOVANTA-CINQUECENTO (мощностью до 8000 кВт), NOVANTA-CINQUECENTO PBY (в том числе короткокламенные, мощностью до 7300 кВт), MILLE и MILLE PBY (мощностью до 13000 кВт). В стандартном исполнении горелочные устройства предназначены для использования жидкого топлива с максимальной вязкостью до 89 сСт при 50 °C (PBY — на мазуте с вязкостью до 1.500 сСт при 50 °C). Комбинированные горелки «мазут/газ» получили индекс KPBY. Все горелки имеют прогрессивное регулирование, укомплектованы электрощитами, группой мазутного насоса с двигателем, которая монтируется отдельно со стороны потребителя.

Еще одна группа горелочных устройств CIB UNIGAS объединяет промышленные горелки двублочного исполнения (с вынесенным вентилятором), предназначенные для систем, в которых есть необходимость вынесения основного источника шума в звукоизолированную зону. Номенклатура покрывает мощности до 19000 кВт и включает в себя следующие серии: TG на дизельном топливе, TN на нефти, комбинированные горелки HTP на газе/дизельном топливе и комбинированные горелки KTP (мощностью до 15500 кВт) на газе/сырой нефти. Отдельно стоящий вентилятор предлагается с подачей воздуха сверху или снизу топки, с осевым или касательным направлением воздушного потока, с регистром для регулирования турбулентности и т.д. В стандартную комплектацию опционально могут быть добавлены: электрощит, встроенный или отдельно стоящий, системы контроля содержания кислорода, рециркуляции уходящих газов, подогрева воздуха для горения до 200 °C, а также топливно-насосная группа для подачи жидкого топлива, подогреватель жидкого топлива.

Cuenod (Франция – Швейцария)

Двухступенчатые и трехступенчатые жидкотопливные горелки компании Cuenod серии С.54–430 мощностью от 210 до 5000 кВт рассчитаны на работу на дизельном топливе и мазуте. Горелки поставляются в трех (для серии NC 54 – в двух) типоразмерах, различающихся длиной головки, оснащены программируемым



контроллером на микропроцессорном управлении и системой распознавания дефектов посредством закодированных световых сигналов. Программа построена на основании системы MDE® (патент компании Cuenod), позволяющей одновременно сохранять и отображать параметры работы (за исключением модели С 210). Запрограммированные настройки сохраняются даже при отключении электропитания. Все элементы управления, позволяющие производить запуск и настройку горелки, а также плавкий предохранитель цепи управления, легко доступны снаружи.

Помимо жидкотопливных горелок, компания поставляет также комбинированные модели серии С.75–430, представляющие собой моноблочные дутьевые горелки, оснащенные плавно-двухступенчатым/модуляционным (при работе на газе) и двухступенчатым (при работе на дизельном топливе) регулированием мощности. Технические характеристики данных горелок аналогичны жидкотопливной серии. Головка специальной конструкции с системой IME® (патент компании Cuenod) обеспечивает содержание окислов азота в дымовых газах менее 80 мг/кВт·ч. Система AGP® (патент компании Cuenod) обеспечивает идеальное соотношение газо-воздушной смеси в течение рабочего цикла, контролирует

подачу избыточного воздуха с целью повышения КПД. Низкий уровень шума обеспечивается благодаря системе вентиляции закрытого типа.

В производственной программе производителя присутствуют также промышленные горелки серии СС, состоящие из нескольких частей, с модулируемой или трехступенчатой регулировкой мощности, рассчитанные для работы на газе и/или мазуте для бытового и промышленного применения. Диапазон мощности варьируется от 0,6 до 12 МВт.

Dreizler (Германия)

Компания Dreizler позиционирует себя как лидер в области экотехнологий. В жидкотопливных и комбинированных горелках моноблочного (серия Dreizler® marathon® мощностью до 16,5 МВт) и двухблочного (серия CALORAbloc® мощностью до 44 МВт) исполнения реализованы уникальные запатентованные технологии и разработки в области повышения эффективности сжигания топлива и уменьшения количества вредных выбросов в уходящих газах. В горелках Dreizler используются система внешнего возврата уходящих газов ARF, система внутренней рециркуляции уходящих газов ARZsuper со ступенчатым сжиганием для двухтопливных горелок или горелок на жидком топливе, технология полого пламени для газообразного, жидкого или биогенного топлива, например биомассы, переработанной в жидкое горючее, этанола или растительных масел. Высокая степень эффективности достигается благодаря технологии dreizler® hightech, предусматривающей модулирование при помощи регулировки соотношения газ/воздух, частотное регулирование, позволяющее сэкономить до 80 % электроэнергии, регулирование по остаточному кислороду с преобразователем частоты и датчиком определения остаточного кислорода (зонд O₂ и CO). Существуют отдельные исполнения горелок hotair для нагрева воздуха до 200 °C и duty для температуры в топке более, чем 700 °C. Горелки снабжены цифровым регулятором горения, системами контроля пламени при помощи оптической системы и датчиком недостатка воздуха.

Горелки marathon® можно устанавливать под котлом, над котлом и непо-

средственно перед котлом, корпус вентилятора допускается располагать под различными углами с шагом 22,5°. Серийно выпускаемые шумоглушающие кожухи для двухблочных жидкотопливных горелок CALORAbloc® обеспечивают защиту от пыли и водяных брызг и гарантируют тихую работу и отсутствие дополнительных мероприятий по звукоизоляции. Жидкотопливная арматура в соответствии с европейскими нормами EN 267 включает насос высокого давления для распыления жидкого топлива, смонтированный на горелке или поставляемый как отдельная насосная станция, редукционный клапан или регулятор жидкого топлива, манометр, реле контроля давления жидкого топлива, магнитные клапана, форсунки обратного хода или симплексные форсунки.

Ecoflam Bruciatori S.p.A. (Италия)

Компания Ecoflam Bruciatori S.p.A. предлагает широкий ассортимент горелочных устройств моноблочного исполнения для сжигания жидкого топлива (дизельного, отработанных масел, мазута и др.) с ди-



пазоном мощности от 17 до 17000 кВт и двухблочного исполнения с диапазоном мощности от 350 до 25000 кВт. В гамме оборудования Ecoflam дизельные горелки носят наименование MAX и MAIOR, а горелки на тяжёлом жидкотопливе – MAXFLAM и OILFLAM. По видам регулирования большинство жидкотопливных горелок делится на: одноступенчатые, AB – двухступенчатые с электроприводом воздушной заслонки, AB HS – двухступенчатые с гидроприводом воздушной заслонки, PR – плавнодвухступенчатые, E – с электронным регулированием (от 2 МВт). В плавнодвухступенчатых

горелках используется система пропорционального регулирования расхода воздуха и жидкого топлива с двумя регулировочными пластинами изменяемой геометрии. Модели с модуляцией мощности оборудуются контроллерами RFW40/50 с цифровым дисплеем, где отображаются фактические и заданные параметры, а также есть возможность производить корректировку последних.

Горелки Ecoflam универсальны и предназначены для использования не только на отопительных котлах, но и на тепло-генераторах, печах и топках различного, в том числе технологического назначения. Компактные одно- и двухступенчатые жидкотопливные горелки серии MAX (17–550 кВт) благодаря вентиляторам нового поколения могут использоваться на оборудовании с повышенным сопротивлением в камере сгорания. Кроме того, на этих горелках с этого года устанавливаются новые менеджеры горения и дисплеи производства компании Thermowatt, которые дают возможность коммуницировать с обслуживающим персоналом с помощью специальных, понятных всем, пиктограмм, без привязки к какому-либо языку. Данная система позволяет не только легко настроить горелку, но и получить необходимые статистические данные и параметры при выходе оборудования из строя.

Горелки MAX и MAIOR используют для сжигания дизельного топлива с вязкостью до 1,5 °Е при 20 °С. Начиная с модели MAIOR P 700.1 в конструкции горелки действует контур циркуляции топлива в голове сгорания.

Мазутные горелки серии MAXFLAM и OILFLAM мощностью от 200 до 17000 кВт при внесении определённых изменений в конструкцию могут быть также использованы для сжигания мазута вязкостью до 100°Е при 50 °С и отработанных масел. Для этого на горелках установлены дополнительные электрические нагревательные элементы для поддержания температуры в «режиме ожидания». Для сжигания отработанных масел поставляется комплект специальных фильтров, состоящий из магнитного фильтра для отделения всех имеющихся в топливе металлических частиц и

пластинчатого фильтра для окончательной очистки от посторонних частиц. Дизельные и комбинированные горелки Ecoflam соответствуют 3 и 2 классам экологической безопасности (до 120 и до 180 мг/кВт*ч). По запросу на горелках могут быть установлены частотные регуляторы вращения двигателя вентилятора и система контроля и регулирования горелки с использованием датчиков О₂ и СО.

Ecostar combustion systems (Турция)

Производственная программа Ecostar включает серии горелочных устройств для дизельного топлива ECO 50–75 О (L) С мощностью до 5930 кВт и ECO 8–9 О (L) С мощностью до 12155 кВт, оснащенные инновационной системой всасывания воздуха и подачи дизельного топлива для получения идеальной топливо-воздушной смеси и обеспечения максимальной эффективности сгорания. Соленоидные топливные клапаны следят за корректным дозированием и закрываются немедленно при отсутствии потребности, что предотвращает вытекание топлива в камеру сгорания. Сервопривод обеспечивает работу клапанов и производит чувствительную настройку, которая позволяет подбирать идеальную пропорцию воздуха и топлива для эффективного сгорания. Горелки имеют одно-, двухступенчатое или модуляционное регулирование; в модуляционных дизельных горелках на обратную линию сопла установлен вентиль, позволяющий регулировать давление топлива, его количество и интенсивность распыления на выходе из форсунки. Аналогичные комбинированные модели (газ/дизель) опознаются по индексу K (S,L) С и сочетают в себе преимущества газовых и жидкотопливных горелок производ-



дителя. Количество вредных выбросов в атмосферу соответствует европейским и российским нормам и не превышает по оксиду азота NO_x 200 мг/кВт·ч для горелок мощностью выше 350 кВт и 200 мг/кВт·ч для горелок меньшей мощности.

Мазутные горелки ECO 30–75 O(S)C мощностью до 5600 кВт и ECO 8–9 O(S)C мощностью до 11500 кВт имеют одно-, двухступенчатое или модуляционное регулирование. Для повышения эффективности сжигания топлива горелки оснащают подогревателем, который поднимает температуру топлива до 135 °C, повышая таким образом его текучесть.

Промышленные горелки ECO 250–900 (O)(G)(K) выпускаются в диапазоне мощностей от 1600 до 35037 Мкал/ч. Горелки оснащены турбуляторами для управления формой пламени; пульт управления поставляется в собранном виде и оснащен необходимыми программными инструментами (отображаются показания датчиков температуры и давления, аварийные сигналы и пр.). Микропроцессорная система LAMTEC получает информацию от датчиков кислорода и угарного газа в дымоходе и обеспечивает максимально эффективное сгорание благодаря комплексному контролю за всеми системами и управлению соотношением воздух/топливо.

Elco (Германия)

Компания Elco предлагает обширный ассортимент жидкотопливных горелочных устройств в моноблочном или двухблочном исполнении. Дизельные или комбинированные (газ/дизель) моноблочные горелки ELCO VECTRON мощностью от 40 до 2150 кВт с одно-, двух- или трехступенчатым регулированием при работе на жидком топливе представлены как в стандартном исполнении, так и в исполнении Low NO_x и Low Noise (уровень шума ниже 75 дБ). В жидкотопливных горелках используется блок управления и безопасности собственного производства TCH с микропроцессорным управлением. Он контролирует напряжение электропитания, регулирует положение воздушной заслонки и подачу топлива при розжиге и в процессе горения. На дисплее в виде универсальных интуитивно понятных пиктограмм (элкограмм) отображается информация о

текущих операциях, а также статистика работы и неисправностей.

Серия жидкотопливных и комбинированных горелок NEXTRON, имеющих электронное регулирование соотношения топливо/воздух, покрывает диапазон нагрузок от 360 до 16 000 кВт. Возможно стандартное исполнение или с системой Low NO_x . Уровень шума не превышает 81,7 дБ, а уровень выбросов NO_x – не более 120 мг/кВт·ч (Класс 3). Новинкой 2013 г. являются жидкотопливные и комбинированные горелки Nextron серии 8 и 9, покрывающие диапазон мощности от 1000 до 9570 кВт при работе на дизельном топливе. В стандартной конфигурации горелочные устройства комплектуются системой Low Noise и щитом управления ISC, который содержит всю силовую аппаратуру и основные элементы управления. Для удовлетворения специальных требований конкретной системы или технологического процесса в интегрированный щит управления может встраиваться ПИД-регулятор мощности и частотный регулятор Variatron. Для настройки горелок Nextron и получения сведений об их работе используется система управления MDE2, в состав которой входит дисплей с интуитивно понятными пиктограммами и кнопками для программирования.

Моноблочные мазутные горелки ELCO серии HO-TRON и комбинированные

быть одноступенчатое, двухступенчатое (Z), трехступенчатое (Z3) и модулируемое (R) с механической регулировкой соотношения топливо/воздух.

Промышленные горелки ELCO двухблочного исполнения EK DUO и RPD удовлетворяют самому широкому диапазону потребностей и могут использоваться в самых различных бытовых и промышленных решениях, например, в жаротрубных и водотрубных котлах, плавильных печах и топках различного назначения. Горелки предполагают подключение к внешнему источнику подачи воздуха и выполнены со встроенным или отдельным блоком управления, рециркуляцией топочных газов, насосом для мазута и блоком подогрева. Горелки могут использоваться в установках с очень высоким давлением в камере сгорания, а также с горячим технологическим воздухом температурой до 300 °C.

Автоматические двухблочные дизельные и комбинированные горелки EK DUO (мощностью от 600 кВт до 16 МВт) оснащены электронным регулятором соотношения топливо/воздух, благодаря которому обеспечиваются низкие значения выбросов NO_x . Кроме вентилятора, отдельно также расположена насосная станция (производительность топливного насоса до 3200 л/ч). Шкаф управления по запросу может быть встроенный или внешний.

Горелки промышленного ряда RPD двухблочного исполнения с электронным и механическим регулированием соотношения топливо/воздух для работы на различных видах топлива, таких, как газ, дизельное топливо, мазут, отработанные масла и др. (по запросу). Диапазон мощностей от 500 до 45000 кВт. В горелках предусмотрена возможность настройки длины жаровой трубы и формы факела, что обуславливает высокую гибкость для различных сфер применения.

Модельный ряд двухблочных мазутных горелок DO-Tron разработан для применения на больших отопительных установках и предприятиях легкой промышленности в диапазоне мощностей от 600 кВт до 25 МВт. Возможность эксплуатации при температурах воздуха до 200 °C, простота конструкции и надежность являются главными преимуществами данной модели.



GO-TRON покрывают диапазон мощности от 68 кВт до 17 МВт и могут работать на разных видах тяжелого топлива, таких, как отработанное масло, мазут вязкостью 50 °E при 50 °C, мазут вязкостью 100 °E при 50 °C. В комплект поставки входит штатный подогреватель мазута для его подачи при температуре 80 °C и давлении 3 бар. Регулирование может

F.B.R. (Италия)

Компания F.B.R. разрабатывает и производит высокотехнологичные горелки для промышленного и гражданского применения. Ассортимент включает жидкотопливные горелочные устройства, предназначенные для сжигания легкого и тяжелого жидкого топлива, а также комбинированные модели (газ/дизель, газ/мазут), покрывающие диапазон мощностей от 11 до 13,5 МВт. Помимо стандартных исполнений горелок, компания F.B.R. выпускает специальные версии, такие, как горелки высокой мощности и горелки для альтернативных видов топлива (экологическое дизельное топливо с низ-



ким содержанием серы, биодизель, масла растительного происхождения, например, рапсовое и подсолнечное). Также жидкотопливные горелки F.B.R. могут поставляться в версии с электронным кулачком и инвертором.

Гамма горелочных устройств, работающих на легком жидкотопливе, берет начало с серий G и GX, представленной четырьмя моделями диапазоном мощностей от 178 до 415 кВт, имеющими одно- и двухступенчатый тип регулировки. Продолжением данной серии является серия FGP, представленная 18-ю моделями с мощностным рядом от 237 кВт до 12 МВт. Эти горелки имеют одно- и двухступенчатый, а также прогрессивный и модулирующий тип регулировки.

Горелочные устройства, работающие на тяжелом жидкотопливе, представлены серией FNL-FNDL, состоящей из двух моделей номинальной мощностью 182 и 284 кВт с одноступенчатым типом регулировки. Следующий за этой сери-

ей мощностной ряд номинальной мощностью от 284 до 1705 кВт представлен 12-ю моделями (серия FNP-FNDP) с двухступенчатым регулированием как для тяжелого жидкого, так и для тяжелого вязкого топлива, соответственно. Линейку горелочных устройств для тяжелого вязкого топлива продолжает серия FNDP повышенной мощности (от 398 кВт до 12 МВт). Данные горелки изготавливаются в трехступенчатом, прогрессивном и модулирующем варианте.

Также компания F.B.R. изготавливает комбинированные версии горелочных устройств для газа и легкого жидкого топлива, а также для газа и тяжелого жидкого топлива. Комбинированная версия для газа и легкого жидкого топлива представлена серией K и имеет мощностной типоряд от 232 кВт до 12 МВт с двухступенчатым или прогрессивным и модуляционным режимами работы. Версия для тяжелого топлива в свою очередь называется KN. Она покрывает мощностной ряд от 1 до 12 МВт и изготавливается только в прогрессивном и модуляционном исполнении.

Giersch (Австрия)

Ассортимент компании Giersch включает несколько серий жидкотопливных горелок промышленной мощности. Автоматические моноблочные горелки на легком жидкотопливе серий M2, M3 и M10 мощностью до 2800 кВт, а также модели комбинированной серии MK2, MK3 (дизель/газ) изготавливаются с одно- (исполнение AE) или двухступенчатым либо модулируемым регулированием мощности с электроприводной воздушной заслонкой (исполнение ZL). Малошумный стабильный наддув с высоким давлением способствует стабильному горению и низкому содержанию сажи. Горелки имеют УФ-контроль пламени, распределительный шкаф с блоком управления, пускателем и реле защиты двигателя (комбинированные устройства имеют также возможность дистанционного переключения вида топлива). Оптический контроль привода воздушной заслонки гарантирует точность ее позиционирования в соответствии с установленными значениями от 0,3° для большой, малой или стартовой нагрузки. В исполнении ZM коммутационная схема горелки подключена к микро-

процессорному топочному автомату MPA, управляющему горелкой и следящему за ее корректным функционированием, в том числе осуществляющему контроль герметичности клапанов и принудительное отключение в течение 24 ч. Возможно eBus-подключение шины данных.

Традиционные горелки Giersch серии R предназначены для широкой сферы применения: для котлов малой мощности в индивидуальных домах, для крупных жилых комплексов, воздухонагревателей, хлебопекарных печей и сушильных установок. Данные устройства оснащены современной воздуходувной техникой; высокоточное смесительное устройство обеспечивает оптимальное смешивание воздуха и топлива. Горелки снабжены двойной системой регулировки воздуха. Управляемая сервоприводом воздушная заслонка (только версия -L) препятствует попаданию холодного воздуха в топочную камеру в период остановки горелки. Раздвижной фланец помогает адаптировать длину горелочной трубы к любой топочной камере. Модели R20 и R30 мощностью до 273 кВт выпускаются с одно- и двухступенчатым регулированием. Одноступенчатые горелки с разгру-



зочным пуском маркируются индексом AE, двухступенчатые — индексами Z(S). Горелки могут поставляться с подогревателем топлива (версия V), предотвращающим холодный пуск, с блоком управления для нагревателя воздуха (WLE), с многофункциональным прибором расхода топлива (OS), со счетчиком часов работы горелки (B).

Также в ассортименте Giersch представлены жидкотопливные горелки

GL 20-LN мощностью до 262 кВт с пониженным содержанием выбросов NO_x (менее 110 мг/кВт·ч). Относительной новинкой компании Giersch является жидкотопливное горелочное устройство SD 24 V DC, предназначенное для использования с мобильными дизельными теплогенераторами, в частности, с жидкотопливными котлоагрегатами в составе блочно-модульных котельных. Горелка имеет мощность 180 кВт, оснащена топливным насосом BFP производства Danfoss и коробкой управления DKO992 производства Honeywell.

Lamborghini Calor (Италия)

Ассортимент жидкотопливных горелок компании Lamborghini Calor включает несколько серий. Жидкотопливные горелки механического распыления ECO мощностью до 776 кВт предназначены для работы на очищенном дизельном топливе с параметрами 10210 ккал/кг, 1.5°Е (6 сСт) при 20 °C. Для котлов средней мощности предлагается серия горелочных устройств PG мощностью до 3558 кВт. Горелки снабжены двумя соплами, обеспечивающими два уровня пламени (большой и малый факел) и снижение расхода топлива при розжиге. Автоматический контроль пламени происходит с помощью зонда с фоторезистором. При необходимости можно заказать модель с предварительным подогревом топлива (модель с индексом R).

Новые двух- и трехступенчатые горелки для работы на дизельном топливе LMB LO подходят для всех типов промышленных котлов. Модели LMB LO 600 и 1000 выпускаются в двух модификациях: BC – с коротким соплом, BL – с удлиненным соплом. Горелки оборудованы ЖК-дисплеем с подсветкой, на котором отображаются параметры горелки: время работы, потребление топлива, интенсивность пламени, коды ошибок.

Комбинированные горелки Lamborghini Calor серии TWIN могут работать на двух видах топлива (газ/дизтопливо) в двух режимах: двухступенчатом и с модуляцией пламени. Модуляционные горелки оснащены системой предварительного подогрева топлива с регулировкой температуры.

Мазутные горелки Lamborghini Calor

серии PNZ инжекторного типа с двухступенчатым поджигом работают на очищенной от серы нефти вязкостью не более 12/15 °Е (при 50 °C). Горелки типа PNZ могут устанавливаться на любой топке с высоким давлением наддува, а также адаптироваться для использования и на топках с разряжением (в рамках рабочего диапазона). Для повышения эффективности сгорания топлива предусмотрен штатный резервуар для подогрева с возможностью принудительной закачки топлива.

RAY (Германия)



Компания RAY Öl- und Gasbrenner GmbH выпускает дутьевые горелочные устройства в диапазоне мощностей от 10 кВт до 5 МВт и ротационные горелки в диапазоне мощностей от 232 кВт и до 30 МВт. Данное оборудование способно сжигать любое жидкое топливо, в том числе мазут, отработанное и минеральное масло, сырью нефть и пр. Ротационные горелки представлены тремя модельными рядами, предназначенными для применения на паровых и водогрейных котлах всех видов, а также на электростанциях, термических мусоросжигателях, промышленных теплогенераторах и т.д.

Серия BGE – это горелки для сжигания как легкого, так и тяжелого жидкого топлива вязкостью 40–45 мм²/с. Модельный ряд включает горелки номинальной мощностью от 1744 кВт до 30 МВт, по заказу возможен вариант изготовления более мощных горелок. Регулировка осуществляется бесступенчато в диапазоне 1:10. Горелки серии BGEC – это комбинированные горелочные устройства с бесступенчатым регулированием, способные работать как

на жидкотопливом, так и на газообразном. Мощностной ряд включает модели номинальной мощностью от 1744 кВт до 30 МВт, также больших мощностей с возможностью изготовления по заказу.

Дутьевые горелочные устройства RAY промышленной мощности представлены сериями MONOCOMPACT, UE (жидкотопливные) и VARIOMAT, UECN (коби-нированные). Мощностной ряд серии MONOCOMPACT начинается от 80 кВт и заканчивается серией UE 5 МВт в одно-, двухступенчатом и бесступенчатом исполнении. Комбинированные горелочные устройства серий VARIOMAT и UECN перекрывают мощностной ряд от 25 кВт до 5 МВт; выпускаются также в одно-, двухступенчатом и бесступенчатом исполнении.

На горелках RAY применяются контроллеры ETAMATIC OEM/ ETAMATIC S OEM производства компании Lamtec, которые устанавливаются в блоке управления. Они характеризуются компактностью, высокой надежностью, дают возможность полностью контролировать процесс сжигания топлива и осуществлять управление системами безопасности.

Saacke (Германия)

Компания Saacke занимается производством индивидуальных автоматических промышленных горелочных устройств единичной тепловой мощностью от 1 до 134 МВт на любом жидком и газообразном топливе для использования в новых котлах или реконструкции старых. Область применения горелок – коммунальная и промышленная теплоэнергетика. Основная производственная программа включает в себя восемь универсальных серий.

Блочные или с выносным вентилятором горелки SKV J/G и SKV G-A могут работать на мазуте M100, M40, F12, F5, дизельном, печном бытовом топливе, сырой нефти и природном газе. Горелки SKV G-A подходят для одновременного сжигания двух–трех видов топлива. В горелках используется ротационный принцип распыления жидкого топлива, смешение газа и воздуха происходит в перекрестных потоках. Широкий диапазон регулирования тепловой мощности (0,45–15 МВт) в комбинации с возможностью эксплуатации на низкосорт-



ном топливе высокой вязкостью макс. 45 мм²/с и низкое присоединительное давление жидкого топлива 2–3,5 кг/см² делают это устройство универсальным в использовании. Продолжение данной серии воплотилось в серии SKV G с выносным вентилятором и диапазоном регулирования тепловой мощности от 0,29 до 45,3 МВт. Горелка обладает возможностью настройки формы факела и подходит для одновременного сжигания двух–трех видов топлива.

В комбинированных горелках Eurotherm (мощностью 0,12–4,6 МВт) и Teminox (мощностью 0,54–18,5 МВт), блочных либо с выносным вентилятором, применяется механический принцип распыления жидкого топлива. Они предназначены для работы на дизельном топливе или природном газе. Устройства Teminox характеризуются предельно низкими выбросами оксидов азота по газу <100 мг/м³. В горелках обоих типов происходит оптимизация избытка воздуха на малых нагрузках.

Комбинированные горелки с выносным вентилятором DDZ/G (4,6–134 МВт) и короткофакельная SSB (1–30 МВт) используют паромеханический принцип распыления жидкого топлива, а также смешение газа и воздуха в перекрестных потоках. Они могут эксплуатироваться на мазуте, дизтопливе и природном газе. Благодаря низким выбросам оксидов азота NO_x, горелки SSB относятся к классу высококологичного оборудования.

Weishaupt (Германия)

Компания Max Weishaupt GmbH предлагает широчайший ассортимент горелочных устройств на жидкое топливо, включаю-

щий как горелки для легкого жидкого топлива EL вязкостью до 6 мм²/с при 20 °C (керосин, дизтопливо), так и для средних и тяжелых сортов S вязкостью до 50 мм²/с при 100 °C (мазуты, сырья нефть, рапсовое масло и др.). Во втором случае устройства оборудованы подогревателем топлива, обеспечивающим снижение вязкости топлива и высокое качество распыливания.

Автоматические дизельные горелки с микропроцессорным управлением Weishaupt WL 30–40 мощностью до 570 кВт оснащены обновленными менеджерами горения с наглядным дисплеем, пришедшими на смену классическому автомату горения, сервоприводами воздушной заслонки, осуществляющими шаговую регулировку с точностью до градуса, новыми смесительными устройствами, обеспечивающими низкий уровень выбросов NO_x. Связь всех систем осуществляется по интерфейсу eBus.



Комбинированные (газ/дизтопливо) автоматические горелки Weishaupt GL, RGL 30–70 с микропроцессорным управлением (исполнение 1LN — типоряд горелок с пониженным содержанием оксида азота в дымовых газах LowNO_x) мощностью от 300 до 10000 кВт разработаны специально для использования в промышленных целях. Жидкотопливная часть имеет форсуночный блок с двумя либо тремя насадками, соответственно. Изменение мощности происходит за счет открывания или закрывания магнитных клапанов 2 и 3 при соответствующем количестве воздуха. Возможно плавное двухступенчатое и моделируемое управление мощностью. Горелки Weishaupt оснащаются электронным регулированием и цифровым менеджером горения W-FM 100 и W-FM 200, которые заботятся о точной дозировке топлива и воздуха в сжигаемой смеси, запоминая параметры

для легкого восстановления при последующей наладке горелки. Опционально горелки могут быть дополнены функцией кислородного и частотного регулирования. Электромагнитный затвор безопасности на горелках RGL 40–70 и RGMS 30–70 блокирует подачу топлива на форсунку при отключении горелки, что предотвращает его вытекание. Горелки предназначены для работы в закрытых помещениях при температуре от -15 °C до +40 °C и относительной влажности не более 80 %.

Автоматические комбинированные горелки Weishaupt Monarch WM-GL10 мощностью 65–1000 кВт работают на газе/дизтопливе. В текущем году типоряд горелочных устройств Monarch® пополнила двухтопливная серия WM GL50 мощностью до 11 МВт, а также двухтопливная горелка WM GL30/3 по технологии multiflam мощностью до 5 МВт. Указанная технология позволяет достигать предельно низких значений эмиссии NO_x: менее 120 мг/м³ для жидкого топлива и менее 80 мг/м³ для природного газа, что позволяет устанавливать горелки этого типа в жилых кварталах, санаторно-курортных зонах, в исторических центрах крупных городов и т. п. в соответствии с российскими и европейскими нормами. Все горелки серии WM в жидкотопливной части являются трехступенчатыми (ZM-T) или плавноступенчатыми и модулируемыми (ZM-R), что обеспечивает мягкий запуск и расширяет возможности регулирования; в газовой части мощность регулируется плавно с помощью сервоприводов. Газо-дизельные и газо-мазутные горелки Weishaupt Monarch GL, RGL, RGMS 30–70 (исполнение NR) мощностью от 300 до 10500 кВт могут работать на природном и сжиженном газе или жидком топливе (дизель, мазут, нефть). По функциональным особенностям и оснащению горелки соответствуют другим представителям своей серии. Ввиду возможности работы горелки на тяжелых сортах топлива в конструкцию включен подогреватель топлива для обеспечения оптимальных характеристик сгорания, представляющий собой либо электроподогреватель WEV, либо теплообменник высокой мощности MV с принудительно направленным потоком. В качестве теплоносителя используется горячая вода, пар или термомасло.

TopTechnik

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



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

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

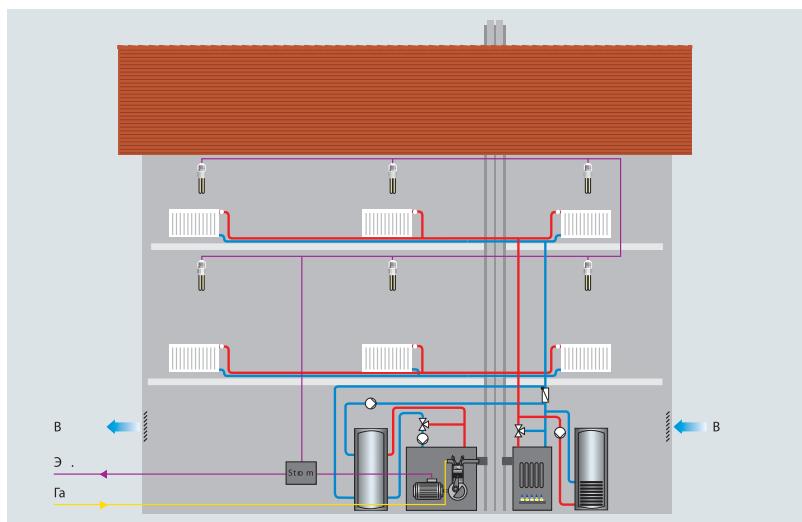
При необходимости Вы имеете возможность поэтапного модульного наращивания мощности источника энергоснабжения.

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

Когенерационные установки Vitobloc 200

VITOBLOC – когенерационные установки

Рис. 1. Применение модуля когенерационной установки



Комплексная генерация тепловой и электрической энергии

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

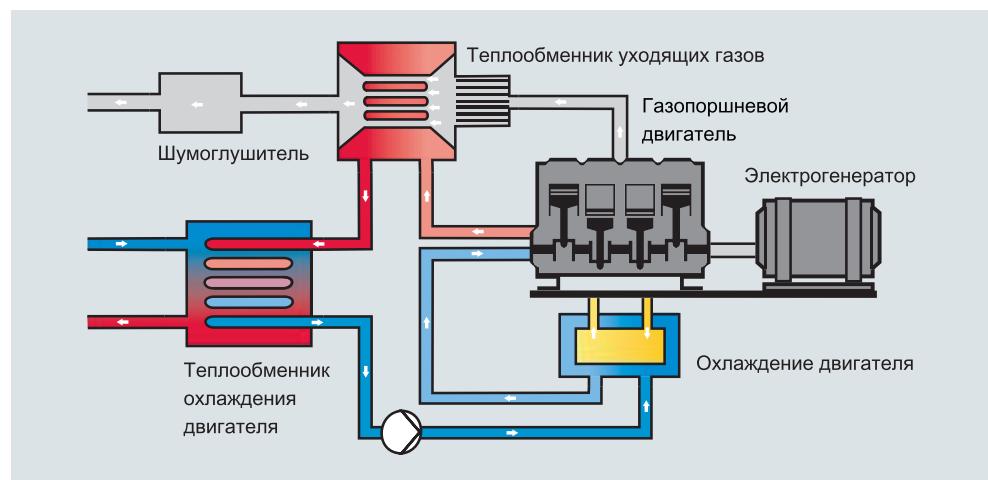
Коэффициент использования энергоресурсов возрастает до 60%, а стоимость электрической и тепловой энергии, производимой когенерационными установками, существенно ниже, чем в «большой» энергетике.

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

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

¹⁾ В зависимости от теплотворной способности газа

Рис. 2. Функциональная схема когенерационной установки



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

Обратный осмос и нанофильтрация: повышение эффективности, сопоставление с ионным обменом

Я. Резник

В данной статье рассматриваются меры по устранению недостатков обратного осмоса (ОО) и нанофильтрации (НФ), позволившие сделать эти методы водоподготовки конкурентоспособными в промышленной и коммунальной водоподготовке, в частности с ионообменными фильтрами, получившими в последние годы самое широкое применение.

О братноосмотические мембранны получили широкое распространение в областях, где требуются предельно чистые рабочие среды: промывка плат водой в электронике, фильтрование топлива ракет и форсированных авиадвигателей, разных жидкостей в медицинских технологиях. Конечно, объемы фильтруемых сред в указанных областях невелики, и недостатки обратноосмотических мембранных и аппаратов были допустимы сравнительно с их достоинствами. Однако попытки применения баромембранных технологий (в особенности ОО и НФ) в разных отраслях промышленности и энергетике заставили исследователей и конструкторов искать способы уменьшения и/или предотвращения недостатков ОО и НФ.

Во-первых, были испытаны несколько десятков материалов мембран. По технико-экономическим причинам наиболее распространенными оказались ацетатцеллюлоза (АЦ) и полиамиды (ПАМ).

Во-вторых, были разработаны конструкции мембран, представляющие собою некий «пирог» – композитные мембранны. Одновременно непосредственно фильтрующий слой уменьшен до ранее недостижимого значения – 0,03–0,10 мкм.

В-третьих, «лобовое» направление движения исходной воды было заменено «тангенциальным»: вода движется вдоль

мембранны, и 30–40 % исходной воды в виде концентрата дренируется. При этом поток предотвращает (уменьшает) отложения и/или смыкает уже существующие отложения.

В-четвертых, были организованы различные «предочистки» – освобождение исходной воды от взвешенных веществ, коллоидов, железа, «органики», уменьшение содержания кальций карбоната, соединений кремния. В основном это осветлители (коагулирование, часто с известкованием), осветлительные фильтры (наполнители: кварцевый песок, антрацит, активный уголь и др.), в некоторых случаях – натрий-катионитные фильтры, патронные фильтры с порами 20 и 5 мкм.

В последние годы внедряются схемы водоподготовки (в промышленности и энергетике), где вместо традиционной «предочистки» используются ультрафильтрационные аппараты (трубчатые и поливолоконные), которые успешно применяются и для подготовки питьевой воды. Аппараты ультрафильтрации (УФ) принципиально отличаются от аппаратов ОО и НФ: они работают с обратной промывкой, т. е. при достижении некоторого предела производительности (10–15 % номинальной) мембрана промывается (отмывается) потоком фильтрата (пер-



меата) со стороны, противоположной фильтрованию. Это достоинство оборачивается и недостатком – увеличенным расходом воды на собственные нужды. Так, расход воды на собственные нужды УФ и расход концентрата последующих аппаратов ОО или (ОО + НФ) суммарно составляет ~50 % расхода исходной воды.

По фильтрующей способности УФ находится между микрофильтрацией и НФ (размер пор – 0,008–0,08 мкм), с ее помощью можно задерживать частицы массой 2000–50.000–100.000 а.е.м., размером 0,01–0,10 мкм: взвешенные примеси, в том числе гидроокиси трех-

валентного железа, коллоиды, бактерии, вирусы, разные органические вещества.

Цикл фильтрования составляет 15–60 мин, потом требуется обратная промывка (при уменьшении производительности на 10–15 %), занимающая 20–40–60 с.

Однако и мембранные УФ нуждаются в «своей предочистке» – для защиты от примесей размерами > 100 – 200 мкм устанавливают, например, самопромывные сетчатые или дисковые фильтры. В России есть несколько удачных примеров работы установок УФ перед аппаратами НФ, ОО и ионообменными фильтрами (без традиционной предочистки), но срок их работы недостаточен для однозначного вывода.

Качество и технологические свойства мембранных сегодня доведены до очень высокой степени совершенства, но конструкции аппаратов привлекают внимание исследователей и конструкторов всего мира. Так, было установлено, что концентрационной поляризации (накоплению на мемbrane отложений, особенно для мембранных с большой селективностью – 99,5–99,9 %) способствует конструкция мембранных элементов рулонного типа. Для уменьшения отложений на мембранные перед ней устанавливают турбулизатор-сетку, которая помогает тому, что часть взвешенных и растворенных примесей из исходной воды попадает не на мембрану, а уносится с концентратом в канализацию. Такая сетка образована из полимерных нитей толщиной 0,6–0,7 мм, имеет ячейки (3–5)·(4–6) мм. Но у этой сетки-турбулизатора есть и недостатки: во-первых, нити сетки экранируют (уменьшают) площадь мембранные, а во-вторых, в углах сеточной ячейки турбулизация фактически отсутствует – там возникают застойные зоны как и в местах контакта нитей и поверхности мембранны.

В начале 90-х гг. была предложена конструкция мембранных элементов без турбулизатора-сетки – с напорным («открытым») каналом. В России такая конструкция на основе мембранных НФ была разработана и экспериментально проверена (А.Г. Первов и Е.Б. Юрчевский с сотрудниками) в начале 2000-х гг. В новой конструкции на

мемbrane сделаны параллельные выступы высотой 0,30–0,35 мм, расстояние между рядами выступов – 8,0 мм. При наложении мембранных друг на друга образуются каналы с направлением к потоку воды – 30–45°. Гидравлическое сопротивление такого мембранных элемента втрое меньше сопротивления стандартного элемента с сеткой. И, следовательно, можно значительно увеличить скорость потока – предотвратить или по крайней мере значительно уменьшить (при том же давлении) загрязнение мембранны. А при традиционной (для мембранных) скорости потока 0,20–0,25 м/с отложения на мембранные практически не образуются вообще.

Дополнительно увеличение скорости потока воды достигается при организации последовательного фильтрования воды по нескольким каналам: скорость потока достигает 1,3 м/с без увеличения потерь напора.

Аналогично: применение спиральных теплообменников, где нет застойных зон и увеличенная скорость потока (по сравнению с трубчатыми и даже пластинчатыми теплообменниками), демонстрирует отсутствие отложений.

Наряду с вышеизложенным, улучшению работы мембранных ОО и НФ способствовало введение технологии предотвращения/уменьшения отложений на мембранные за счет постоянного дозирования в поток исходной воды различных ингибиторов (антискалянтов) и периодической отмычки мембранных химикатами при уменьшении производительности на 10–15 %.

Получению значительных результатов способствовала и модернизация схемных решений: фильтрование исходной воды (после предочистки) последовательно через два аппарата ОО или через аппараты НФ и ОО позволяет достичь нормативных значений жесткости питательной воды котлов, или при последовательном расположении аппаратов концентрат первого служит исходной водой для второго. Применяются и другие схемные решения.

Все эти усилия привели к впечатляющим результатам: удельная произ-



водительность мембранных ОО увеличилась с 8–10 до 25–40 л/(м²·ч); рабочее давление при обессоливании воды с солесодержанием до 1 г/л снизилось с 40–50 до 7–12 бар (и есть предложения по поставке мембранных, разрешающих обессоливание воды с давлением менее 7 бар); удельный расход электроэнергии уменьшился до значений менее 1 кВт·ч на 1 м³ фильтрата; селективность (отделение солей от воды) увеличилась с 80–85 до 99,9 %.

Сравнение баромембранного и ионообменного обессоливания (умягчения) воды

Одновременно с радикальным улучшением технологических и конструктивных показателей мембранных, мембранных элементов и мембранных аппаратов технологии и оборудование ионообменного обессоливания также подверглись серьезной модернизации.

Технология противоточного фильтрования и регенерации ионообменных фильтров, применение монодисперсных ионитов с большой обменной емкостью, использование дополнительных усовершенствований процесса ионного обмена («омагничивание» исходной воды и регенерационного раствора натрий-карионитных фильтров, добавление фосфоновых или акриловых кислот в регенерационный раствор натрий хлорида и др.) – все это позволило увеличить скорость фильтрования до 40–45 м/ч, довести расход регенеранта почти до стехиометрического значения:



1,05–1,2 г-экв/г-экв, добиться нормативного качества обработанной воды на одной ступени фильтрования, уменьшить количество фильтров и производственную площадь.

Проектировщики при определении выбранной технологии водоподготовки оперировали, так называемым, технико-экономическим обоснованием, которое сегодня не дает хотя бы приблизительного надежных результатов.

Цены на материалы, реагенты и оборудование водоподготовки подвержены непредсказуемым колебаниям: инфляция, неожиданные изменения нормативной базы технологий, уровня налогов на землю, воду и сточные воды, скачкообразный рост цен на электрическую и тепловую энергию даже в пределах одного текущего года проектирования, наконец, волевые решения покупателей проектов, не связанные с интересами производства, – все это не дает возможности правильно выбрать технологию водоподготовки, в частности, как в данном случае, определить, что лучше: мембранные или ионообменные.

Положение усугубляется тем, что почти весь объем необходимых мембранных элементов, 80–90 % эффективных монодисперсных ионитов, большая доля трубной арматуры и деталей автоматики импортные.

Приверженцы той или иной технологии водоподготовки неосознанно (или сознательно) приукрашивают достоинства и приуменьшают или вовсе не упоминают недостатки «своих» технологий.

Вот несколько примеров.

Не всегда учитываются особенности полимерных материалов: кислород, растворенный в воде, свободно через них диффундирует, поэтому во всех случаях после мембранных элементов должна предусматриваться термическая или химическая деаэрация.

Один из аргументов предпочтения ОО и НФ ионообменникам: экономия теплоты при малом расходе продувочной воды паровых барабанных котлов с пароперегревателями. Расход продувки зависит от солесодержания питательной и котловой воды, для которой производители котлов чаще всего устанавливают значение – не более 3 г/кг.



Здесь не место обсуждать мотивы решений производителей, достаточно упомянуть, что при устройстве эффективных паросепарационных конструкций солесодержание котловой воды можно увеличить до 10–20 г/кг, т. е. соответственно в несколько раз уменьшить расход продувки и потерю воды и теплоты с ней.

Расход концентрата при мембранный обратноосмотической технологии доходит до 50 % исходной воды, только при нынешней пока еще «терпимой» цене воды на это свойство ОО можно не обращать внимание.

Неверны рассуждения о том, что концентрат мембранных – это та же исходная вода, и его можно сбрасывать в водные объекты без

ограничений. В исходную воду перед мембранный постоянно добавляют различные реагенты: ингибиторы отложений (антискаланты), дезинфициант (натрий гипохлорит), дехлоратор (метабисульфит, активный уголь). Содержание всех этих веществ в концентрате в 2–3 раза больше, чем в исходной воде. Например, допустимое значение ингибиторов фосфонатов в сточных водах – не более 3–5 мг/л.

К сожалению, в государственных предписаниях (в том числе в Водном кодексе РФ) слабо выражено правило: солесодержание сточных вод не должно быть больше солесодержания воды водного объекта. В Московском регионе для ливневой канализации допускается 1 г/л, для хозяйствственно-бытовой – не более 2 г/л.

Рекомендации использовать концентрат мембранных или сточные воды натрий-катионитных фильтров для подпитки обратных сетей водоснабжения и теплоснабжения должны быть отвергнуты как тот же сброс сточных вод в природу, только опосредованно, через сети.

Серьезное увеличение штрафов за сброс в водные объекты сточных вод от натрий-катионитных фильтров намного увеличит конкурентные возможности баромембранных технологий.

Таким образом, в настоящее время выбор технологии водоподготовки (в том числе ОО и НФ) следует осуществлять для каждого конкретного объекта и с расчетом нескольких вариантов.





3-6 июня 2014

Россия, Москва
МВЦ "Крокус Экспо"

Водный форум № 1

в России, СНГ

и Восточной Европе

Посетите
www.ecwatech.ru
для регистрации
и актуальной информации

Читайте наши новости в Твиттере  и Facebook 

Промышленные горелки Ray: сделано для России

Интервью с г-ном Людвигом – владельцем компании *Ray Oil & Gasbrenner* (Германия), дипломированным инженером, автором более 40 патентов в области горелочных устройств

ПКМ: Здравствуйте, г-н Людвиг! Горелочные устройства компании *Ray Oil & Gasbrenner* часто видишь на крупнейших российских теплоэнергетических выставках в Москве и Санкт-Петербурге.

Г-н Людвиг: Да, у нас очень сильный партнер в Санкт-Петербурге, и сейчас у нас очень сильный партнер в Москве – компания «ЭнергоГазИнжиниринг». *Ray Oil & Gasbrenner* – это старейший в мире производитель горелочных устройств (с 1872 г.), и нам важно серьезное представительство в обеих российских столицах.

ПКМ: В прошлом году на выставке «Котлы и горелки» в Санкт-Петербурге у компании *Ray Oil & Gasbrenner* была очень большая экспозиция, посвященная горелочным устройствам бытовой и промышленной мощности. В этом году на московской выставке *Aqua-Therm* компания представила большой стенд только с промышленными горелками. Чем мотивировано такое решение?

Г-н Людвиг: Из-за произошедших в России изменений в энергетической сфере у нас возникло понимание, что продукция *Ray* в ближайшее время будет очень востребована в промышленной энергетике. Поэтому мы стараемся дать развернутое о себе представление на крупнейших в России теплоэнергетических выставках и делаем акцент, прежде всего, на промышленных горелочных устройствах *Ray*. Прошлогодняя выставка в Санкт-Петербурге дала очень хороший результат; московская выставка

Aqua-Therm – еще лучший результат (даже несмотря на то, что в названии выставки – *Aqua*, т. е. вода, а мы представляем «огненную» продукцию). И если в северной столице мы выставлялись уже в третий раз, то в Москве это было наше первое участие.

ПКМ: На выставке *Aqua-Therm Moscow 2013* промышленные горелки *Ray* были представлены гораздо разнообразнее, чем в Санкт-Петербурге. Не связано ли это с расширением линейки, появлением новинок в ассортименте компании?

Г-н Людвиг: Во-первых, в Санкт-Петербурге был представлен не весь ассортимент промышленных горелок *Ray*, а во-вторых, мы постоянно работаем над повышением качества, добавляем новые опции, с тем чтобы сделать продукцию максимально приближенной к конечному потребителю и к условиям эксплуатации. В частности, мы выпускаем горелочные устройства, специально разработанные для России. Новинками можно назвать комбинированные горелки максимальной мощностью 40–45 МВт, расширившие модельный ряд *BGEC* (сжигание жидкого топлива/газа). Эти горелочные устройства пока не имеют аналогов на российском рынке. Также к новинкам можно отнести возможность легкого перехода с одного вида топлива на другой. Так, на московской выставке *Aqua-Therm* в этом году были представлены три горелки одинаковой номинальной

мощностью (до 1,9 МВт): это модели *EG 1000* (работа на газе), *BGE 1000* (работа на жидкотопливом топливе) и *BGEC 1000* (комбинированное сжигание газа/жидкого топлива). Уникальность этих горелочных устройств состоит в том, что они допускают переход с одного вида топлива на другой без снятия горелки с котлоагрегата, т. е. только путем добавления соответствующей топливной арматуры, насосов, средств управления и пр. Это очень полезная опция, например, для того случая, когда в негазифицированном районе, где работала котельная установка с жидкотопливной горелкой *Ray* серии *BGE*, появляется возможность газификации, после которой владельцу котельной не нужно менять горелочное устройство, а только надо дооснастить его комплектом подачи газа и газовой автоматики.



Г-н Людвиг вместе с генеральным директором компании «ЭнергоГазИнжиниринг» г-ном Шершуковым у стенда компании *Ray Oil & Gasbrenner*

ПКМ: А сколько в России реализовано проектов с промышленными горелками Ray?

Г-н Людвиг: В данный момент реализовано 5 проектов, в настоящее время совместно с компанией «ЭнергоГазИнжиниринг» мы ведем еще два очень интересных проекта. Но это Россия, все работы по модернизации котельных здесь занимают очень много времени.

ПКМ: Хотелось бы узнать, на какой сегмент компания Ray Oil & Gasbrenner делает в России ставку: на отопление? промышленное сжигание?

Г-н Людвиг: В первую очередь Ray отличается тем, что это производитель именно промышленных горелок. Поэтому нас интересуют как проекты в сфере отопления, так и проекты промышленного сжигания в производственных процессах. Для промышленного применения в России горелки Ray можно считать наиболее оптимальными, поскольку они характеризуются высокой безопасностью эксплуатации, высокой эффективностью сжигания топлива и высокой износостойкостью (когда осуществляется длительное горение при высоких температурах). Эти характеристики важны и при создании отопительных котельных; к тому же высокая степень автоматизации работы горелок Ray позволяет осуществлять дистанционное управление, проводить удаленную диагностику возможных повреждений и сбоев и тем самым сократить расходы на обслуживающий персонал. Благодаря всем этим преимуществам, горелки Ray оказываются чрезвычайно востребованными в коммунальной энергетике: они могут использоваться в крышных котельных, автоматизированных блочно-модульных котельных, автоматизированных мини-ТЭЦ, а также на всех объектах, связанных с парообразованием. Среди промышленных объектов, где применяются наши горелочные устройства, плавильные печи стекольных и пищевых производств, цеха по обжигу кирпича и плавке металла, участки по производству керамогранитной плитки и пр.

ПКМ: А на каких видах топлива горелки Ray работают лучше всего?

Г-н Людвиг: В силу конструкционных особенностей ротационные горелки Ray лучше всего работают на мазуте.

ПКМ: Даже на российском?

Г-н Людвиг: Да, даже на российском. Мы учтем его особенности и, прежде всего, высокое содержание парафинов. Еще основатель компании Вильгельм Р. Рэй разработал специальную ротационную форсунку для сжигания загрязненных мазутов, которая впоследствии дорабатывалась под различные виды этого топлива. Сегодня горелочные устройства Ray могут сжигать любые виды мазута.



Комбинированная горелка серии BGEC

ПКМ: Сейчас у нас в стране актуальная тема использования биогаза, получаемого из отходов сельскохозяйственного производства, сточных вод, мусорных свалок. Выпускает ли компания Ray Oil & Gasbrenner горелочные устройства для таких видов газа?

Г-н Людвиг: Практически все наши горелки можно перенастроить для работы на биогазе. Такая перенастройка не требует специальной квалификации сотрудника, единственное, что нужно – следовать прилагаемым инструкциям по безопасности. Один из первых биогазовых проектов в Германии осуществлялся с применением горелки производства Ray Oil & Gasbrenner – это мусоросжигательный завод в Хальбронне, на котором в 80-х гг. прошлого века был установлен парогенератор паропроизводительностью 20 т/ч. К настоящему времени реализовано уже очень много таких проектов, как в Германии, так и во всей Европе.

ПКМ: Как вы строите свою работу с российскими партнерами? Насколько требуется им помогать с информационной поддержкой, с проведением обучающих семинаров?

Г-н Людвиг: Знаете, у нас в России очень сильный и надежный партнер – компания «ЭнергоГазИнжиниринг», имеющая очень высокий уровень технической подготовки. Очень приятно, что во всем, что касается техники, мы говорим на одном языке. В Германии у нас, конечно, имеется учебный зал, где проводятся обучающие семинары, которые посещают специалисты из многих стран, в том числе и из России. Но в какой-то особой помощи с нашей стороны, превышающей поддержку наших партнеров в других странах, компания «ЭнергоГазИнжиниринг» не нуждается. Мы считаем, что нам очень повезло с российским партнером. У компании Ray Oil & Gasbrenner сложилась более чем 100-летняя практика работы с партнерами, которая подразумевает обучение специалистов компании-партнера и выдачу сертификатов и разрешений на работу с горелочными устройствами Ray. Конечно, мы выдаем гарантийные обязательства на поставляемую продукцию, но монтаж, клиентский сервис, ремонт и замену узлов, перенастройку на другой вид топлива, даже проектные работы – все это мы передаем партнеру.

Беседу вел Алексей Прудников



Представим лучшее!

5-7 ноября 2013

Москва,
КВЦ Сокольники,
4 павильон

АРМАТУРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

www.valve-forum.ru

info@valve-forum.ru

+7 (495) 924 555 0

Организатор: ЗАО «Промышленный форум»

Под эгидой:



Информационный партнёр:



Блочно-модульные котельные «ЭнергоЛидер»

ЗАО «Завод БМК ЭнергоЛидер» – завод-изготовитель сертифицированных блочно-модульных водогрейных котельных тепловой мощностью от 0,5 до 50 МВт, паровых котельных паропроизводительностью от 0,5 до 30 т/ч, а также стационарных котельных общей тепловой мощностью до 200 МВт, мини-ТЭЦ, дымовых труб, тепловых пунктов. Генеральный директор «Завода БМК ЭнергоЛидер» В.С. Трофимов (В.Т.) отвечает на вопросы журнала «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» (ПКМ).



В.С. Трофимов – генеральный директор «Завода БМК ЭнергоЛидер»

ПКМ: «Завод БМК ЭнергоЛидер» стал одним из ведущих предприятий России на рынке блочно-модульных котельных. Какие факторы обеспечили заводу такой мощный импульс развития?

В.Т. Сказался большой многолетний опыт работы сотрудников, связанный с проектированием и изготовлением котельных. Поэтому при организации производства блочно-модульных котельных было целенаправленно затрачено много сил, времени и средств на приобретение современного оборудования и выбор производственной площадки. Продумана и реализована технология конвейерного изготовления блочных котельных, которая позволяет сократить сроки производства, уменьшить стоимость и обеспечивает высокое качество.

На новейших стенах выполняется входной контроль электрооборудования, газовой и гидравлической запорной арматуры со строгой отбраковкой комплектующих. Правильно организовано складское хозяйство. Специальное технологическое оборудование позволяет изготавливать котельную методом поузловой сборки и обеспечивает идеальную геометрию оснований, высокое качество сварных швов. Готовая котельная проходит в цехе скрупулезную проверку в соответствии с утвержденной методикой испытаний. На

силовые узлы котельной подается напряжение и проверяется работа шкафов управления, срабатывание автоматики горелок. При этом контроле обязательно присутствуют представители заказчика.

Блочно-модульные котельные «Завода БМК ЭнергоЛидер» по праву зарекомендовали себя как надежное оборудование. Именно это обеспечило им такую востребованность на рынке.

ПКМ: «Завод БМК ЭнергоЛидер» специализируется на строительстве блочно-модульных котельных средней и большой мощности. Почему выбран именно этот сегмент?

В.Т. Наша производственная площадка в г. Сысерть Свердловской области очень хорошо подходит именно для производства крупногабаритных блочных котельных. Просторные цеховые пролеты укомплектованы мощными грузоподъемными механизмами. Разумеется, создать блочную котельную на 20, 30 или 40 МВт – задача на порядок более сложная и ответственная, чем построить котельную маленькой мощности. Технический потенциал предприятия, профессионализм инженерно-технических и проектно-конструкторских служб завода позволяют успешно решать ее.

География поставок блочных котельных «ЭнергоЛидер» – от Москвы до Сахалина. Вот лишь некоторые из построенных объектов 2013 г:

– газовая водогрейная котельная установленной мощностью 32,5 МВт для теплоснабжения кварталов № 23 и 24 в г. Нижневартовске;

– газодизельная водогрейная котельная мощностью 30 МВт для ГКНПЦ им. М.В.Хруничева (Московская обл.);

– газовая водогрейная котельная мощностью 21 МВт для теплоснабжения пос. Локомотивный (Челябинская обл.);

– газодизельная водогрейная котельная мощностью 25 МВт, с. Приволжье (Самарская обл.).

ПКМ: Насколько востребована другая продукция и услуги «Завода БМК ЭнергоЛидер»?

В.Т. Загрузка департамента строительно-монтажных работ «Завода БМК ЭнергоЛидер» в этом году практически полная. Департамент выполняет реконструкцию и техперевооружение стационарных котельных. Среди заказчиков – Ракетно-космическая корпорация «Энергия», УГМК и многие другие.

Пользуются большим спросом дымовые трубы фермового типа с газоходами из нержавеющей стали.



МБКУ-21Г, пос. Локомотивный (Челябинская обл.)

Важное направление – строительство мини-ТЭЦ на базе газотурбинных и газопоршневых машин. Треть блочно-модульных котельных большой мощности оснащаются дизельными электростанциями.

ЭнергоЛидер
Завод блочно-модульных котельных

ЗАО «Завод БМК ЭнергоЛидер»
620146, Россия, г. Екатеринбург,
ул. Расковой, д.19,
тел.: (343) 228-25-15, факс: (343) 228-25-17,
e-mail: op@bmk-energolider.ru,
www.bmk-energolider.ru.

Котельные на местных видах топлива

Котельное оборудование производства ООО «Балткотломаш» позволяет максимально гибко учитывать запросы заказчиков и использовать местное топливо (торф, древесные отходы, уголь), тем самым значительно снижая себестоимость производства тепловой и электрической энергии.

Компания была образована в 1992 г. для реконструкции и монтажа котельного оборудования и прокладки тепловых сетей. За более, чем 20 лет работы предприятие из небольшой компании превратилось в холдинг ООО «Балткотломаш», выполняющий весь спектр работ по ремонту, реконструкции и производству котельных, включая перевод с одного вида топлива на другой, увеличение КПД существующих котлов, автоматизацию объектов, реконструкцию и полную замену сетей тепло- и водоснабжения. В объединение входят:

ремонтно-механический завод, транспортное подразделение, подразделения, выполняющие работы по ремонту скважин, изоляции стальных труб пенополиуретаном в оцинкованной и полиэтиленовой оболочках.

За эти годы компания разработала и создала собственный модельный ряд котлов, работающих на различных видах топлива (уголь, дрова, торф, щепа, опилки, пеллеты, а также газ и жидкое топливо), что позволяет оптимально решить задачу теплоснабжения предприятия, поселка, загородного дома с учетом возможностей конкретного района и населенного пункта.

При реализации проектов реконструкции объектов коммунальной энергетики всесторонне анализируется, какой вид топлива целесообразнее использовать на реконструируемом объекте. Наличие гарантированных поставок местных видов топлива от расположенных рядом производств (торфа, отходов деревопереработки и т.д.) является веским доказательством целесообразности отказа от привозного топлива или, по крайней мере, снижения его доли. Это совпадает с общей стратегией развития коммунальной энергетики, где поэтапное обновление выбывающих мощностей муниципальных котельных строится на принципе разумного сочетания интересов потребителя и возможностей территорий.

За время деятельности реконструировано и

построено более 1000 объектов. Работы выполнялись в Архангельской, Кировской, Ленинградской, Московской, Мурманской, Новгородской, Псковской и других областях, Красноярском крае, Карелии, на Камчатке.

Предприятие «Балткотломаш» участвует в международных программах, таких, как «Юго-запад Ленинградской области». Этот проект выполняется в рамках Киотского протокола, ратифицированного Государственной Думой Российской Федерации. Совместно с Датским агентством охраны окружающей среды ДЕПА и датской компанией «Форс Технолоджи» разработан проект по переводу ряда котельных на «чистые» виды топлива (газ, древесные отходы), что позволит значительно снизить количество выбросов вредных веществ в атмосферу.

Одним из важнейших направлений предприятия является автоматизация производимого котельного оборудования. Это и система автоматизации котлов ДКВР на газовом топливе и мазуте, аварийная автоматика, датчики, контроллеры, системы диспетчеризации котельных, в том числе для управления с удаленного диспетческого пункта. Наличие производственной базы и интеллектуального потенциала позволяет предприятию «Балткотломаш» максимально учитывать запросы заказчиков и требования времени и постоянно совершенствовать свои разработки. Например, в настоящее время завод приступил к серийному производству термо-масляных котлов мощностью до 5 МВт. Это новое поколение котлов, которые позволяют при сжигании различных видов твердого топлива достичь высокой температуры теплоносителя при условии низкого рабочего давления, что обеспечивает полную безопасность системы от воспламенения или неконтролируемого перегрева и тем самым способствует небольшим эксплуатационным затратам без постоянного контроля со стороны персонала.





В лесопромышленных комплексах применение данного технологического оборудо-

вания для сжигания топлива совместно с циклом Ренкена позволяет более эффективно использовать сырьевые ресурсы с момента их деревообработки и до утилизации отходов, обеспечивая существующие производственные мощности собственной тепловой и электрической энергией.

Одним из заказчиков предприятия стал Ямальский деревообрабатывающий

комбинат, расположенный в пос. Толька (ЯНАО), который планирует использовать возможности термомасляных котлов для обеспечения энергоснабжающих и технологических нужд собственного производства. В состав проекта включено два термомасляных котла общей мощностью 10 МВт, 2 турбогенератора, транспортеры топливоподачи и золоудаления, подвижный пол и ворошитель для склада топлива, теплообменные аппараты и устройства очистки уходящих газов.

Вся продукция компании проходит обязательную сертификацию, на все виды деятельности имеются лицензии.

Санкт-Петербург, ул. Седова, д.57,
тел.: (812) 320-90-78, (812) 320-90-79 ,
факс: (812) 560-10-87,
e-mail: bkm@bkm-spb.ru,
сайт: www.bkm-spb.ru.

ЗАВОД
по производству котлов и котельного оборудования

БАЛТКОТЛОМАШ

На угле На пеллетах На угле и дровах

На щепе и древесных отходах На торфе

The advertisement features a large banner at the top with the text 'ЗАВОД по производству котлов и котельного оборудования' and the company logo 'БАЛТКОТЛОМАШ'. Below the banner are several images of industrial equipment, including large blue and black boilers, a biomass pellet boiler, a wood-fired boiler, a wood chip boiler, and a boiler for wood waste. There are also images of small blue buildings and industrial structures. The text at the bottom identifies the different types of boilers: 'На угле' (Coal), 'На пеллетах' (Pellets), 'На угле и дровах' (Coal and wood), 'На щепе и древесных отходах' (Wood chips and wood waste), and 'На торфе' (Peat). The entire advertisement is set against a background of blue and white technical drawings.

Горелки от Ray Öl- & Gasbrenner GmbH

Наряду с традиционными принципами работы горелок, применение уникальных технологий немецкой компании Ray Öl- & Gasbrenner GmbH с использованием ротационного принципа распыления топлива открывает уникальные возможности для повышения эффективности сжигания топлива.

Компания Ray Öl- & Gasbrenner GmbH за свою более, чем вековую историю существования накопила уникальный опыт производства горелочных устройств с использованием как дутьевых, так и ротационных технологий, которые позволяют им работать не только на газе, дизельном топливе и мазуте, но и сжигать различные виды альтернативного топлива.

Горелки компании Ray Öl- & Gasbrenner GmbH надежно работают во многих странах мира. Срок их службы превышает 30 лет.

Конструктивные особенности горелок RAY позволяют использовать их для обеспечения самых сложных технологических процессов. Уникальные технологические решения с использованием принципа ротационного распыления позволили инженерам компании добиться максимальной эффективности при сжигании тяжелых мазутов (M40 и M100).

Ротационные горелки компании могут работать как на мазуте, так и с комбинированным использованием различных видов топлива (газ-мазут). Эти горелочные устройства малотоксичны и имеют систему ступенчатой подачи воздуха.

Мазутные горелки комплектуются топливной арматурой специальной конструкции, рассчитанной на низкокачественные мазуты.

Жидкотопливные горелки дополнительно могут комплектоваться вспомогательными устройствами, повышающими качество сжигания мазутов, такими, как устройства присадки воды в мазут (эмulsгаторы), которые позволяют увеличить интервалы периодичности очистки котла.

Благодаря многовариантному конструктивному исполнению и возможности регулирования геометрии пламени, ротационные горелки RAY могут устанавливаться на все типы водотрубных и жаротрубных котлов российского и европейского производства (водогрейные и паровые котлы, котлы на перегретой воде и диатермическом масле). Эти горелки оснащаются газовыми и дизель-

75–95 °C. Поэтому мазутные ротационные горелки данного типа не оборудуются электрическими подогревателями.

Содержание твердых негорючих частиц в мазуте не оказывает существенного влияния при его сжигании в ротационных горелках и не требует установки фильтров тонкой очистки. Мазутные ротационные горелки обладают широким диапазоном рабочего регулирования

мощности (до 1:10).

Ротационные жидкотопливные горелки нечувствительны к колебаниям вязкости топлива и могут использоваться для сжигания сразу нескольких видов жидкого топлива.

Применение в ротационных жидкотопливных горелках цилиндрических чаш для распыления жидкости позволяет в широком диапазоне регулировать геометрию пламени.

Мазутные горелки RAY с ротационной чашей во время эксплуатации могут быть дооснащены до конструкции, позволяющей работать на различных видах топлива.

Горелочные устройства компании RAY оснащаются передовой автоматикой, обеспечивающей надежную работу от пуска до выключения без постоянного присутствия обслуживающего персонала, а также имеют возможность интеграции в систему АСУ ТП верхнего уровня.

Ознакомиться с продукцией компании «Ray Öl- & Gasbrenner GmbH», получить техническую информацию и необходимые сведения о предоставляемых услугах можно на сайте компании www.Ray-International.ru или по тел./факс: (495) 643-88-92, (495) 980-61-77.



ными запальниками для осуществления «мягкого розжига», что особенно важно для мазутных горелок. В штатном исполнении они имеют возможность модулирования с плавным изменением расхода топлива во всем диапазоне нагрузок.

Ротационные горелки RAY обладают целым рядом преимуществ. Требуемое давление топлива перед ротационной мазутной горелкой всего 2–3,5 кгс/см², что исключает необходимость использования насосов высокого давления в системе топливоподачи горелочных устройств. Ротационная чаша горелки позволяет распылять жидкость при вязкости до 40–45 мм²/с, что в зависимости от марки соответствует температуре мазута

Новые жаротрубные котлы ARCUS

ООО «Ижевский котельный завод» информирует о выводе на рынок новой марки котельного оборудования – жаротрубных водогрейных котлов ARCUS. Эти котлоагрегаты отличает конкурентная цена и максимальная адаптация эксплуатационных характеристик к особенностям различных климатических зон РФ.

Под брендом ARCUS на рынке представлены высококачественные жаротрубные трехходовые котлы тепловой производительностью от 1 до 3 МВт (предлагается 6 типоразмеров номинальной мощностью 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5 и 3,0 МВт). В новую серию входят как газовые и мазутные котлы типов КВа-Г (котлы водогрейные автоматизированные на газообразном топливе) и КВа-М (котлы водогрейные автоматизированные на мазуте), так и комбинированные типа КВа-ГМ (котлы водогрейные автоматизированные для сжигания газа и мазута), выполненные в соответствии с ТУ 4931-002-54459143-2004.

Новая линейка пополнила широкий ассортимент выпускаемых Ижевским котельным заводом водогрейных котлов, включающий водогрейные водотрубные, водогрейные жаротрубные и водогрейные стальные котлы, а также вспомогательное котельное оборудование (циклоны-золоволовители, искрозоловоловители, экономайзеры, воздухоподогреватели, механические топки с шурующей планкой, дымовые трубы, газоходы, шламоотделители, транспортеры и пр.). По заявленной мощности котлы серии ARCUS призваны занять нишу компактных высокопроизводительных котлов для комплектации блочно-модульных котельных, которые Ижевский котельный завод также выпускает серийно. Относительно небольшая масса и габариты новых жаротрубных котлов ижевского производителя позволяют использовать их не только в составе транспортабельных котельных установок, но и для оптимизации пространства при модернизации уже существующих стационарных котельных.

Все представленное оборудование соответствует нормам, действующим на территории РФ, и имеет необходимые разрешения и сертификаты.

Конструкция котлов серии ARCUS вобрала в себя многие решения, применяемые в мировом котлостроении для повышения КПД котла и увеличе-

ния его эксплуатационного срока. Так, для предохранения дымогарных труб от преждевременного разрушения применяется смесительная решетка для подмешивания горячей воды на входе холодной в водяной объем котла. В дымогарных трубах третьего хода предусмотрены завихрители-турбулизаторы, которые интенсифицируют теплообмен и тем самым повышают КПД котла. Передняя стенка котлов ARCUS выполняется водоохлаждаемой, что предохраняет от перегрева элементы и узлы в зоне установки горелки. Патрубки слива конденсата позволяют удалять конденсат из полостей котла во избежание преждевременной коррозии. Съемная площадка обслуживания облегчает монтаж трубопроводов и обслуживание котла.

Надежность жаротрубных водогрейных котлов ARCUS основывается на многолетнем опыте Ижевского котельного завода в разработке и производстве теплогенерирующего оборудования. За время своего существования предприятие произвело свыше 4 тыс. водогрейных котлов различной модификации и более 120 модульных котельных установок, нашедших применение в 70-ти регионах России от Калининграда до Камчатки, а также в странах СНГ. Покупателями оборудования являются как небольшие предприятия сферы ЖКХ, так и крупные объединения, в числе которых ТНК-ВР, ОАО РЭУ, ГУП «ЖКХ РС (Я)» и др.



ООО «Ижевский котельный завод»
426006 г. Ижевск, ул. Телегина, д. 30/590
тел. (3412) 908-777, факс: (3412) 908-593,
e-mail: ikz@izhkotel.ru, www.izhkotel.ru.



ния его эксплуатационного срока. Так, для предохранения дымогарных труб от преждевременного разрушения применяется смесительная решетка для подмешивания горячей воды на входе холодной в водяной объем котла. В дымогарных трубах третьего хода предусмотрены завихрители-турбулизаторы, которые интенсифицируют теплообмен и тем самым повышают КПД котла. Передняя стенка котлов ARCUS выполняется водоохлаждаемой, что предохраняет от перегрева элементы и узлы в зоне установки горелки. Патрубки слива конденсата позволяют удалять конденсат из полостей котла во избежание преждевременной коррозии. Съемная площадка обслуживания облегчает монтаж трубопроводов и обслуживание котла.

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-ти 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. Неслучайно 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-ю моделями серии microSpark диапазоном электрической мощности от 5 до 63 кВт и тепловой мощности от 10 до 103 кВт, 13-ю моделями серии bioSpark электрической мощностью от 25 до 999 кВт и тепловой мощностью от 38 до 1044 кВт, а также 19-ю 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 ориентировано получает 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 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 частоты, напряжения вырабатываемого переменного тока, а также температуры и расхода горячей воды.

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

Вся продукция Spark Energys.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.

Такие разные дымоходы

Внедрение энергоэффективного котельного оборудования значительно снижает количество вредных выбросов в атмосферу, но проблема, связанная с дымоотводом, остается актуальной.

Высокий КПД современных котлов способствует снижению температуры отводящихся газов, что ведет не только к ухудшению тяги в дымовом канале, но и, что более существенно, к образованию конденсата, который, соединяясь с газообразными продуктами сгорания, превращается в азотную кислоту. В этих условиях многие материалы, традиционно применяющиеся для строительства дымоходов, оказались чрезвычайно уязвимыми при строительстве современных котельных. В частности, это относится к кирпичным дымоходам, при эксплуатации которых конденсат очень быстро разрушает поверхность кирпичной стены. Тезже процессы значительно снижают срок службы дымовых труб из обычной черной стали (до 2–3 лет). Асбосцементные трубы служат чуть дольше – 4–5 лет, но сфера их применения значительно ограничена. Например, при эксплуатации с теплогенераторами, имеющими высокую температуру отводящихся газов (печи,

каминь), асбосцементные дымоходы, нагреваясь, просто разрушаются, а иногда и взрываются. Керамические дымоходы дороги сами по себе и требуют трудоемких и дорогих монтажных работ. Стеклянные дымоходы также дороги и сфера их применения ограничена узким интервалом температур (они используются только с конденсационными котлами).

Единственный вид дымоходов, который может эксплуатироваться с любыми типами теплогенераторов в широком диапазоне температур, – это модульные дымоходы из нержавеющей стали. Помимо коррозионной стойкости, они обладают такими преимуществами, как легкий и быстрый монтаж в заданной конфигурации, удобство обслуживания, независимость от конструктивных элементов зданий и возможность полной или частичной замены без крупных финансовых затрат, прекрасный внешний вид, пожаробезопасность и долгий срок службы. Дымоходы из нержавеющей стали характеризуются также газо- и паронепроницаемостью, низким аэродинамическим сопротивлением и быстрым преодолением порога конденсатообразования. Кроме того, они могут эксплуатироваться в режимах разряжения и избыточного давления.

Дымоходы Rosinox® из нержавеющей стали представлены на рынке линейкой, включающей три серии: двухслойные модули «Термо» с теплоизолирующим слоем из базальтового волокна высокой плотности (диаметр внутренней трубы 130–700 мм), неутепленные модули «Моно» (диаметр внутренней трубы 130–800 мм) и «Коллективные» (диаметром 250–400 мм) для систем поквартирного отопления. Последние характеризуются инновационной конструкцией соединительных тройников.

Элементы системы Rosinox® «Моно» и внутренние элементы Rosinox® «Термо»,



вступающие в контакт с дымовыми газами, в стандартном исполнении изготавливаются из нержавеющей кислотостойкой стали, по заказу для работы с высокотемпературными теплогенераторами могут производиться из нержавеющей жаропрочной стали.

Внешние элементы системы Rosinox® «Термо», не вступающие в контакт с дымовыми газами, а также трубные хомуты диаметром 130–150 мм и опорные консоли изготавливаются из нержавеющей пищевой стали. Также из нее производятся опорные элементы креплений, не соприкасающиеся с основными элементами дымохода, трубные хомуты диаметром более 150 мм и огнезащитные пластины.

Гарантийный срок службы дымоходов Rosinox® – 10 лет.



г. Москва, ул. Марксистская,
д. 20, стр. 1, 3-й этаж.
Тел.: +7 (495) 363-38-54,
email: info@rosinox-klin.ru.

Жидкотопливные горелки промышленной мощности на сайтах производителей

Горелки на дизельном топливе или мазуте сегодня есть в ассортименте большинства крупных производителей горелочного оборудования. Также на российском рынке широко представлены комбинированные горелочные устройства, которые при необходимости можно легко перенастроить с одного вида топлива на другой, например с газа на дизельное топливо и обратно. В ассортименте некоторых производителей, помимо мазутных и дизельных, представлены жидкотопливные горелки, работающие на сырой нефти, биодизеле, отработанных маслах и пр.

<http://www.baltur.com/ru>



Компания Baltur (Италия) специализируется на производстве горелочных устройств и вспомогательного оборудования. На российском рынке представлены дизельные горелки мощностью от 16,6 до 10 500 кВт, мазутные – мощностью от 55 до 10 500 кВт, комбинированные «газ/дизельное топливо» – мощностью от 38,5 до 10 500 кВт и комбинированные «газ/мазут» – мощностью от 250 до 10 500 кВт.

<http://белогорье-тепло.рф/>



ЗАО «Белогорье» (Белгородская обл., г. Шебекино) является одним из крупнейших российских производителей теплоэнергетического оборудования. Помимо котлов и блочно-модульных котельных, компания предлагает комбинированные горелочные устройства «Вектор-2» мощностью от 600 до 3000 кВт, предназначенные для работы на двух видах топлива – дизельном и газе.

<http://ctc-bentone.ru/>

СТС-Bentone (Швеция) – подразделение промышленной группы компаний Enertech Group. Жидкотопливные горелки марки СТС-Bentone могут работать на летнем и зимнем дизельном топливе, авиационном и осветительном керосине. Их мощность составляет от 41 до 2538 кВт.

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



На сайте компании «Бош Термотехника», представляющей в России один из крупнейших мировых теплоэнергетических брендов, содержится информация о жидкотопливных горелках Buderus серии Buderus Logatop номинальной мощностью от 90 до 1450 кВт.

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

Компания Cuenod (Франция–Швейцария) предлагает жидкотопливные горелки мощностью от 16 до 5000 кВт, комбинированные горелки (газ/мазут) – мощностью от 35 до 4600 кВт, двухтопливные горелки (дизель/мазут) – мощностью от 600 до 12 000 кВт. Вместе с горелками опционально поставляются комплекты для работы на биодизельном топливе.

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



Компания De Dietrich (Франция) осуществляет проектирование, производство, монтаж и техническое обслуживание широкого спектра котельного оборудования. Также в ассортименте компании представлены горелки на дизельном топливе мощностью от 16 до 125 кВт.

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

Русскоязычная версия сайта крупнейшего турецкого производителя горелочных устройств – компании Ecostar combustion systems, которая выпускает моноблочные жидкотопливные горелки номинальной мощностью до 11500 кВт, а также двухблочные промышленные горелки номинальной мощностью до 50 МВт.

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

Компания Euronord (Германия) специализируется на производстве климатической техники: кондиционеров, осушителей и очистителей воздуха, тепловых пушек и т. д. Универсальные горелки компании представлены серией EcoLogic. Они предназначены для работы на дизельном и других видах жидкого топлива, таких, как отработанные и растительные масла, животные жиры и др. Их мощность составляет от 59 до 236 кВт.

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

Компания Ferroli (Италия), помимо котельного оборудования, водонагревателей, когенерационных и климатических установок, выпускает горелочные устройства. Дизельные горелки в ассортименте компании представлены серией Sun G мощностью от 21 до 948,8 кВт.

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

Компания Giersch (Германия) выпускает горелочные устройства, конденсационные котлы, а также средства автоматики и управления для теплоэнергетического оборудования. В ассортименте компании представлены жидкотопливные (мощностью от 51 до 2503 кВт), комбинированные (мощностью от 760 до 2500 кВт) и универсальные (мощностью от 29 до 195 кВт) горелки, предназначенные для работы как на традиционном жидком топливе, так и на технических и животных маслах.

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

Компания Kroll (Германия) занимается производством широкого спектра климатического и теплоэнергетического оборудования, включая теплогенераторы, тепловые пушки, инфракрасные обогреватели, осушители воздуха, модульные котельные. Также в ассортименте компании представлены дизельные и универсальные горелки, работающие на дизельном топливе, отработанных моторных и трансмиссионных маслах, животных жирах, растительных маслах. Их мощность составляет от 20 до 1300 кВт.

<http://www.lamborghinicalor.ru>

Компания Lamborghini (Италия), прежде всего, известна своими спортивными автомобилями. Также на ее заводах производится оборудование для систем теплоснабжения: котлы, горелочные устройства, бойлеры, радиаторы. Жидкотопливные горелки Lamborghini предназначены для работы на дизельном топливе (мощность от 35,6 до 10 600 кВт) и мазуте (мощность от 364 до 1596 кВт). Комбинированные горелки (мощность 100 до 1900 кВт) могут работать на газе или дизельном топливе.

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

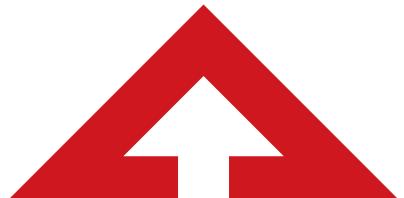
Компания «Теплоэнергокомплект» (Чувашская Республика, г. Чебоксары) осуществляет разработку, производство и модернизацию теплоэнергетического оборудования широкого спектра. В ее ассортименте представлены: мазутные горелки мощностью от 1100 до 3500 кВт, комбинированные «мазут/газ» мощностью от 1100 до 18 600 кВт, горелки на дизельном топливе мощностью от 55 до 2200 кВт.

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

Weishaupt (Германия) – одна из ведущих компаний мира, занимающихся проектированием и производством горелочного оборудования. Компания предлагает горелки, работающие на дизельном топливе, мазуте и нефти мощностью от 25,2 до 50 000 кВт. Также Weishaupt поставляет шкафы управления горелочным оборудованием, шумоглушители для горелок, регуляторы высокого давления, арматуру для подачи жидкого топлива, станции подогрева топлива, топливные насосы и т. д. Эксклюзивным поставщиком продукции Weishaupt в Россию и страны СНГ является компания «Рационал» – <http://www.razional.ru/>.

2014

ПОДПИСКА



**Уважаемые читатели!
Оформите подписку на 2014 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.

18-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

систем отопления, водоснабжения, промышленного оборудования,
сантехники, кондиционирования, вентиляции
и оборудования для бассейнов

aqua THERM MOSCOW

4-7 февраля 2014

Крокус Экспо • Москва

www.aquatherm-moscow.ru



Организаторы:

 Reed Exhibitions®
ООО «Рид Элсивер»

 Группа
компаний ITE

Специальные разделы: Специальный проект:

 World of
Water & Spa

 Климатическое
Оборудование

 new
energy

РОТАЦИОННЫЕ ГОРЕЛКИ от 232 кВт до 42 МВт



*Правильное пламя
для всех видов топлива!*

ЭнергоГаз
инжиниринг

Представительство компании RAY Öl- & Gasbrenner GmbH:
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

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