

КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



Котельные

Жаротрубные
паровые котлы
8

Когенерация

Оборудование
для мини-ТЭЦ
22

Энергосбережение

Энергоустановки
на топливных элементах
34

Водоподготовка

38

Мастер-класс

54

Интернет

60

Тепло - наша профессия!



Лидер водогрейного рынка России

Специализация в теплоэнергетике с 1962 года

Лучшая номенклатура водогрейного оборудования

Ноу-хау и инновации

Уникальные технологии производства

Высочайший уровень качества



Котлы мощностью от 9,65 до 209 МВт
типа ПТВМ, КВ-ГМ, КВ-Р / КВ-Ф



Котлы мощностью от 0,05 до 7,56 МВт
жаротрубные, водотрубные,
туннельные, вакуумные



Модульные котельные МК ДКМ
мощностью от 0,22 до 32 МВт

Аварийные котельные



Чиллеры



Котлы-утилизаторы



Газопоршневые установки



ОСНОВАН
SINCE 1962

ДОРОГБУЖКОТЛОМАШ
КОТЕЛЬНОЙ ЗАВОД № 1



16+

Содержание

Фото на 1-й с. обложки:
паровой котел Bosch UL-S

НОВОСТИ

4

КОТЕЛЬНЫЕ

8 Жаротрубные паровые котлы для промышленных котельных

14 Блочно-модульные котельные

18 Электрические парогенераторы и их применение

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

22 Основное оборудование и режимы работы мини-ТЭЦ

26 Турбины для мини-ТЭЦ

30 Гидравлические схемы мини-ТЭЦ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

34 Энергоустановки на топливных элементах в системе распределенной энергетики

ВОДОПОДГОТОВКА

38 Магнитная обработка воды для предотвращения накипи

42 Автоматизация систем водоподготовки

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

46 Котлы серии «Смоленск»: из опыта производства и эксплуатации

48 F.B.R. — оптимальные горелки для котлов промышленной мощности

49 Котельные XXI века

50 Новые водогрейные котлы UNIMAT от Bosch: оптимальный выбор для современной котельной

51 Новое поколение насосов рециркуляции НРК-L

52 Применение дутьевых горелок в вертикальных котлах наружного размещения

МАСТЕР-КЛАСС

54 Выбор парового котла: прямоточный или жаротрубный?

58 Основные причины аварий «жаротрубников»

ИНТЕРНЕТ

60 Производители водогрейных блочно-модульных котельных в Сети



ООО «Издательский Центр
«Аква-Терм»
Директор
Лариса Шкарубо
magazine@aquatherm.ru

Главный редактор
Вячеслав Анохин
prom@aquatherm.ru

Служба рекламы и маркетинга:
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66
Елена Фетищева
sales@aquatherm.ru

Элина Мун
market@aquatherm.ru
Елена Демидова
ekb@aquatherm.ru
Служба подписки
podpiska@aquatherm.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
Я.Е. Резник,
научный консультант

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.
Per. № ПИ № ФС77-41685

Тираж: 7000 экз.
Отпечатано в типографии
ООО «Лига-Принт»

Полное или частичное воспроизведение или размножение каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.

За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.



- 1** Новый дизайн
- 2** Горелки с низкой Нокс
- 3** Для асфальтных заводов
- 4** Моноблочные горелки

Моноблочные и двухблочные горелки.

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

- ✓ Высокая производительности, низкий расход топлива.
- ✓ Современнейшая технология и высочайшее качество.
- ✓ Газовые, мазутные, дизельные и комбинированные горелки.



+7 (968) 569-53-09

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



Реклама

Совещание на ОАО «Дорогобужкотломаш»

Предприятия теплоснабжения Московского региона традиционно занимают особое место среди клиентов ОАО «Дорогобужкотломаш» (ОАО «ДКМ»).

В целях развития сотрудничества и укрепления взаимодействия делегация представителей московских теплосетей в очередной раз посетила ОАО «ДКМ».

7–8 августа 2014 г. проведено совещание на базе предприятия в пос. Верхнеднепровский.

Деловая программа мероприятия удачно сочетала лекционную часть с посещением производства и детальным знаком-



ством с технологическими процессами на разных этапах изготовления продукции, эксплуатируемой на объектах систем теплоснабжения Подмоскovie, обмен опытом и профессиональное общение с изучением социальных проектов ОАО «ДКМ».

Практическую пользу совещания, организованного непосредственно на базе завода-изготовителя, отметил руководитель делегации Юрий Казанов, президент ассоциации «Мособлтеплоэнерго».

В свою очередь Сергей Петриков, председатель совета директоров ОАО «ДКМ», подтвердил приоритетную важность для ОАО «ДКМ» партнерства с теплогенерирующими предприятиями Московской области, готовность предприятия к расширению сотрудничества, открытость к прямому диалогу «производитель–потребитель».

Новая газовая котельная в Кирове

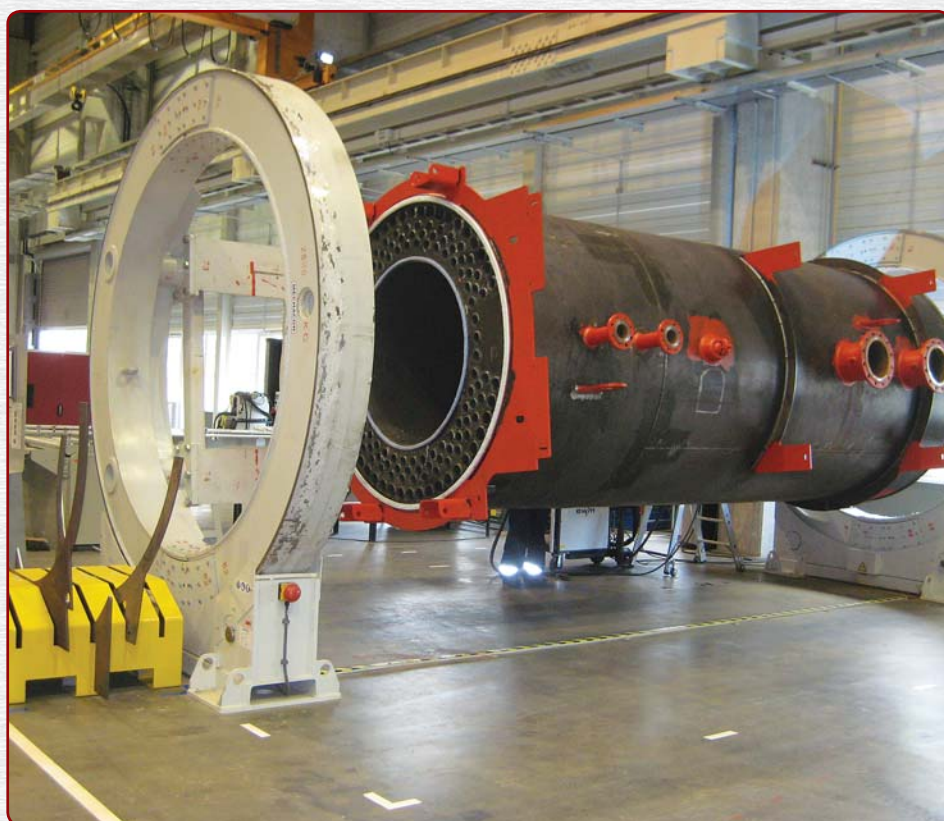
ОАО «Газпром теплоэнерго» и правительство Кировской области разработали совместный проект по строительству газовой котельной мощностью 48 МВт и обновлению объектов инфраструктуры микрорайона Радужный (г. Киров). Его реализация позволит решить проблему энергодефицита и обеспечить качественным теплоснабжением около 11 тыс. человек. В настоящее время осуществлена поставка оборудования фирмы Viessmann: 4-х котлов Vitomax 200-HW M238 (по 10 МВт каждый) и одного котла Vitomax 200-LW M64 мощностью 8 МВт. Проектирование, строительство, пусконаладочные работы, а также ввод в эксплуатацию котельной выполняет компания «Теплогазинжиниринг».



Электроприводы для управления трубопроводной арматурой



Компания «АДЛ» начала поставки электроприводов серий PSQ-E и PSF производства германской компании PS Automation. PSQ-E – четвертьоборотные электроприводы в компактном исполнении. Обеспечиваемый крутящий момент электроприводов составляет от 100 до 150 Нм (в зависимости от модели). Электроприводы доступны с любыми стандартными типами напряжения питания (24–220 VAC/DC, 380 VAC) и промышленной частоты (50/60 Hz); содержат ручные дублеры и механические указатели положения в базовой комплектации. PSF – линейные электроприводы с системой автоматического возврата в исходное положение. Обеспечиваемое усилие электроприводов составляет до 2 кН (в зависимости от модели). Все модели в базовой комплектации содержат систему пружинного возврата в исходное положение. Продукция PS Automation сертифицирована и имеет необходимую разрешительную документацию.



3 июля 2014 г. в г. Энгельсе (Саратовская обл.) состоялась торжественная церемония открытия нового завода по производству промышленных и бытовых газовых котлов ООО «Бош Отопительные Системы». В мероприятии приняли участие глава группы компаний Bosch г-н Уве Глок, а также руководители подразделений и направлений группы Bosch в России. Из первых лиц региона на церемонии открытия присутствовали губернатор Саратовской области Валерий Радаев, председатель правительства Владимир Капкаев, министр промышленности и энергетики Сергей Лисовский, глава Энгельсского муниципального района Дмитрий Лобанов и др.

Открытие нового завода Bosch



Перед началом мероприятия о деятельности группы компаний Bosch на территории Саратовской области и РФ рассказал доктор Эккарт Райлен (региональный президент «Бош Бензиновые системы» в РФ и странах СНГ). В своем выступлении он отметил, что с 1996 г. на площадке «Бош» функционируют производства по изготовлению свечей зажигания, электрооборудования для двигателей транспортных средств, а также электроинструмента. В 2013 г. в связи с высоким инвестиционным и кадровым потенциалом региона, длительным и эффективным периодом

работы в Саратовской области руководство группы компаний Bosch приняло решение о строительстве в Энгельсе нового завода по производству промышленных и бытовых газовых котлов, который должен начать работать уже в 2014 г. Несмотря на политическую и экономическую напряженность в текущих отношениях между Россией и странами Евросоюза, предприятие было открыто согласно заявленным планам – через год после закладки первого камня. За 13 месяцев было возведено современное здание, разделенное на два цеха. В одном осуществляется сборка бытовых газовых котлов всемирно известного бренда Buderus, принадлежащего группе Bosch, а в другом выпускаются водогрейные жаротрубные котлы промышленной мощности, которые выйдут на рынок непосредственно под маркой Bosch. Если на линии сборки бытовых котлов применяются в основном импортные комплектующие из Германии, Италии, Турции, то цех по производству промышленных котлов характеризуется большей локализацией, поскольку на изготовление этих котлоагрегатов требуется мно-

го металла. Помимо непосредственно сборочной линии и производственных участков, каждый цех имеет обширную складскую зону и участок тестирования качества продукции на герметичность и соответствие заявленным характеристикам по давлению, температуре и другим параметрам.

Экскурсию для журналистов по новому заводу Bosch провел руководитель инжинирингового направления компании Сергей Шолкин, который отметил, что бытовые газовые котлы, выпускаемые в г.Энгельсе, можно по праву назвать первыми настенными котлами, которые выпускаются в нашей стране под всемирно известным брендом. Оборудование разработано специально для российских условий эксплуатации: так, оно способно переносить значительные перепады напряжения в электросети и работать в широком диапазоне давления газа в сети без перенастройки. По словам Шолкина, сейчас линия по сборке настенных газовых котлов Buderus Logamax мощностью от 18 до 35 кВт обеспечивает выпуск порядка 90 котлов в сутки; к концу года эта цифра должна вырасти до 130 котлов в

сутки – повышение суточной производительности станет возможным за счет появления ночной смены на сборочном участке.

Во втором цехе нового производственного корпуса Bosch выпускаются водогрейные котлы серии UNIMAT UT-L номинальной мощностью от 2,5 до 6,5 МВт, работающие на газе или жидком топливе. Такие котлы могут успешно эксплуатироваться в больницах, школах, многоквартирных жилых домах, офисных учреждениях, а также на множестве промышленных предприятий. Эти жаротрубные котлоагрегаты имеют трехходовую конструкцию движения газов, которая позволяет добиться наиболее эффективной теплопередачи в котле. Такая конструкция требует высокой квалификации сварочных работ, особенно при сборке пучка жаротрубно-дымогарных труб. В качестве теплоносителя в котлах Bosch UT-L используется перегретая вода низкого давления (максимальная рабочая температура – до 120 °С), проектное избыточное давление составляет 16 бар. Производство «на месте» водогрейных котлов промышленной мощности позволит снизить конечную стоимость оборудования (как за счет использования отечественных материалов, так и за счет затрат, связанных с логистикой) и существенно сократить сроки поставки теплоэнергетического оборудования.

Вся продукция нового предприятия оснащается автоматическим управлением, за счет которого потребитель сможет снизить потребление газа, сократить затраты на техническое обслуживание, а также повысить безопасность и экологичность отопительной техники. На пресс-конференции перед началом торжественной церемонии открытия завода Герхард Пфайфер, полномочный представитель группы Bosch в России, СНГ и Грузии, сказал: «Котлы под брендами Bosch и Buderus, выпуск которых с этого года ведется на нашем новом заводе в Саратовской области, отличаются высокой энергоэффективностью и в то же время низким уровнем потребления газа, что делает их выгодным приобретением для российских потребителей».

При том что все представители группы Bosch в своих выступлениях неоднократно отмечали высокую степень подготовленности саратовских и энгельских кадров (в частности, для производства промышленных котлов нужна очень высокая квалификация сварщиков, резчиков и др.), компания постоянно проводит

обучение по программам и семинары, оплачивает учебные поездки сотрудников в Германию на заводы Bosch.

Губернатор Саратовской области Валерий Радаев в своем приветственном слове отметил, что группа компаний Bosch является многолетним надежным партнером региона: только за последние 5 лет объем инвестиций компании в области составил порядка 2 млрд рублей. «Прирастая еще одним высокотехнологичным заводом авторитетной международной компании, традиционно сильная региональная отрасль машиностроения усиливает свои позиции, а одно из ее направлений – производство газового оборудования – имеет все шансы стать еще одним брендом Саратовской области. Помимо холодильников, троллейбусов, подшипников, нас будут знать в России по газовым котлам – оптимальным с точки зрения экологической безопасности и трудозатрат», – сказал глава региона. В рамках торжества губернатор вручил благодарственные письма сотрудникам предприятия за большой вклад в строительство и развитие новых производственных площадей.

Выступавший вслед за губернатором глава группы компаний Bosch г-н Уве Глок сообщил гостям торжественной церемонии о своем видении продукции Bosch в российской теплоэнергетике. По его словам, промышленные котлоагрегаты этой марки при содействии органов государственной власти будут работать в школах, больницах, на промышленных предприятиях, в многоквартирных установках (в том числе в составе блочно-модульных котельных), а также как вспомогательные и резервные котлы в составе ТЭЦ. Реализация продукции Bosch будет сопровождаться проектированием теплогенерирующих объектов на их основе, услугами высокопрофессионального монтажа и сервиса, благодаря чему станет конкурентно привлекательнее для заказчиков. В дальнейшем планируется наращивать как объемы производства на новом заводе (с расширением линейки выпускаемой продукции), так и процент использования российских комплектующих и материалов.

В проект нового завода инвестировано свыше 20 млн евро. Предприятие площадью 8 тыс. м² рассчитано на 190 рабочих мест, при этом до конца текущего года число сотрудников будет увеличено почти в 2 раза, а в следующем году планируется повысить объем производства на 20 %.



Союз производителей дымоходных систем

В конце мая 2014 г. состоялось совещание производителей систем дымоудаления. На повестке дня был стоял основной вопрос: создание некоммерческой организации – Союза производителей дымоходных систем. Участниками совещания были: П. Павлов, генеральный директор ООО «Вулкан»; А. Марковец, руководитель технического отдела компании Schiede; В. Гайзер, финансовый директор компании Jeremias GmbH, который также представлял компанию Eka; А. Ключников, генеральный директор компании ООО «Еремиас РУС»; Е. Михасева, директор по маркетингу компании ООО «Еремиас РУС»; П. Самоделов, председатель Национальной гильдии трубочистов; Г. Розвадовская, генеральный директор ООО «Столичный трубочист»; Е. Мазин, руководитель отдела продаж компании ООО «Балтвент»; Ц. Колачински, генеральный директор компании ООО «МСК Дымоходы»; В. Сапунков, руководитель направления дымоходов компании Fine Line; Е. Быстрова, глава представительства компании «Вольфсхойер Тонверке»; Д. Старостин, руководитель проекта «Вольфсхойер Тонверке»; В. Колтыгин, генеральный директор компания ООО ТПФ «Элитс»; Д. Воропаев, директор группы Rosinox.



Немецкий институт по стандартизации (DIN)

Предпосылками для решения о создании союза стал ряд серьезных вопросов и задач, которые, по мнению участников, необходимо решать на уровне законодательства РФ. Основной момент – отсутствие систематизированных нормативов и регламентов в сфере проектирования, производства, монтажа и эксплуатации дымоходных систем.

В рамках совещания был рассмотрен опыт европейских коллег в данной области. К примеру, в Германии с 1975 г. стандартизацию в сфере отопительной и вентиляционной техники осуществляет Комитет по стандартизации (NHRS) при Институте стандартизации (DIN). Основной принципиальной задачей организации является соблюдение технических стандартов, что обеспечивает широкому кругу пользователей возможность получения четкой информации по допускам, требованиям, испытаниям и др.

Институт стандартизации DIN оказывает существенное влияние на тенденции развития отрасли, определяет условия для выхода на глобальный рынок поставщиков и участвует в процессе контроля и введения инновационных решений. Организация действует в интересах всего общества, вносит вклад в устранение технических барьеров в области торговли, в охрану труда, защиту потребителей и окружающей среды. После принятия в 1980 г. Закона о безопасности технических устройств утвержденные DIN стандарты стали обязательны как для немецких изготовителей, так и для импортеров промышленной продукции.

Особенно активное участие в работе комитета, помимо малых и средних предприятий, принимают, прежде всего, промышленные и отраслевые объединения. Одно из них – Федеральный промышленный союз немецких производителей оборудования для оснащения зданий, энергосбережения и охраны окружающей среды (BDH).

В странах Европейского союза был введен в действие документ «Трубы дымоходные. требования к металлическим дымоходным трубам EN 1856-1,2». Этот стандарт учитывает основные параметры при производстве систем дымоудаления из стали, и продукция, изготовленная

по этому стандарту, гарантирует безопасность при ее правильном монтаже и эксплуатации. Стандарт EN 1856-1,2 регламентирует в том числе плотность и теплопроводность изоляционных материалов и соответствие противопожарным требованиям, устанавливает классификацию по стойкости к возгоранию сажи и определяет температурный режим и необходимую газоплотность дымоходных систем.

Примечательно, что европейский стандарт EN 1856-1,2 был принят два года назад в Республике Беларусь, что напрямую повлияло на рынок качественной продукции. Если надзорный орган в Беларуси выявит несертифицированную продукцию, производителя могут привлечь к административному штрафу. Покупатель в свою очередь может сам узнать всю необходимую информацию из маркировки, ему даже не нужна помощь консультанта.

Другая ситуация, как известно, в России. Есть много случаев, когда покупателю даже не сообщается, из какой стали изготовлен его дымоход. Зачастую самовольная стандартизация продукции приводит к тому, что на рынке появляется некачественная пожароопасная продукция. Применяются запрещенные марки сталей, у дымоходов низкий класс коррозионной стойкости, используются компоненты третьесортной изоляции. Очень популярны в России асбестовые дымоходы по причине низкой стоимости, хотя применение такого материала, как асбестоцемент, запрещено в ряде стран Евросоюза. В результате каждое пред-

приятие выпускает дымоходы по самостоятельно разработанным техническим условиям. В итоге на сегодняшний день производством дымоходов занимается огромное количество предприятий, стремящихся удешевить продукцию всеми возможными способами. Качество дымоходов упало до критической отмет-



ки. Из-за отсутствия нормативных требований представители МЧС, видя все эти проблемы, не имеют возможности предъявить требования к производителям некачественной и пожароопасной продукции и запретить ее использование.

Члены создаваемого Союза производителей дымоходных систем считают, что подход к решению данной проблематики должен носить системный и комплексный характер. Работа по комплектации и проектированию дымоходных систем должна начинаться с грамотного расчета работоспособности оборудования по единым методикам. Необходимы регламентирующие нормы, как в части монтажа дымоходных систем, так и их эксплуатации. Некоммерческий Союз производителей дымоходных систем в России будет инициировать рассмотрение вопроса о независимом контроле качества производства, обязательной сертификации оборудования.

Взяв за основу успешный опыт европейских коллег, Союз производителей дымоходных систем в России обеспечит надежные рыночные партнерские связи с предприятиями по сбыту продукции,



перерабатывающими фирмами и другими отраслевыми союзами (ассоциациями). Члены Союза производителей дымоходов будут принимать активное участие в качестве экспертов в специализированных мероприятиях, конференциях, научных исследованиях и мониторинге рынка.

Участники совещания выразили надежду, что инициатива будет широко подхвачена многими производителями дымоходных систем в России и приглашаем к сотрудничеству и активному участию в проекте!

**Материал предоставлен
директором по маркетингу
ООО «Еремас РУС» Е. Михасевой**

Поездка на Oilon

Группа директоров и главных инженеров промышленных предприятий, а также члены клуба теплоэнергетиков «Флогистон» посетили центральный офис концерна Oilon в финском городе Лахти, а также промышленные объекты, на которых установлено энергоэффективное оборудование Oilon.

Концерн Oilon – это семейная компания, основанная в 1961 г. и работающая в сфере энергетических и экономических технологий.

Более 50-ти лет концерн производит и продает горелки и системы сжигания жидкого и газообразного топлива в диапазоне мощностей 10–80 кВт, промышленные тепловые насосы и системы охлаждения Scancool, грунтовые тепловые насосы для бытовых и промышленных целей, коллекторы солнечного тепла.

Оборудование Oilon используется на электростанциях, для сжигания отходов, в судовых котельных, для теплоснабжения крупных объектов и частных домов.

В составе концерна есть научно-техническая лаборатория, основным направлением которой является разработка технологий, обеспечивающих повышение энергоэффективности и снижение уровня вредных выбросов в атмосферу. С самого начала своей деятельности концерн вкладывал в эти разра-



ботки более 4% своего оборота, а сегодня – 6%. Таким образом, концерн находится в постоянном движении к совершенствованию.

Oilon имеет производственные мощности в Финляндии и Китае. Офисы продаж расположены в России и Бразилии. Дилерской сетью охвачено 30 стран мира.



В последние годы наблюдается большой интерес к промышленно-отопительным котлам, которые поставляют зарубежные фирмы. Стоимость котлов импортной поставки, как правило, выше стоимости аналогичных котлов отечественных производителей, тем не менее заказчики при комплектации промышленных и отопительных котельных чаще предпочитают продукцию известных европейских фирм.

Жаротрубные паровые котлы для промышленных котельных

В.Р. Котлер, к.т.н., И.А. Рыжий

Главная особенность промышленных паровых котлов, поставляемых на российский рынок производителями из Италии, Германии, Бельгии и других европейских стран, состоит в том, что практически все котлы – жаротрубные, точнее – жаротрубно-дымогарные. Это относится не только к водогрейным котлам, но и к паровым котлам с пароперегревателем производительностью до 30 т/ч и более. Преимущество жаротрубно-дымогарных котлов перед водотрубными объясняется просто: такая конструкция позволяет собирать котел полностью в заводских условиях и поставлять его заказчику в виде одного блока, что значительно упрощает монтаж оборудования в котельной.

Жаротрубно-дымогарные котлы имеют, как правило, цилиндрический корпус, лежащий на боку. Даже в тех случаях, когда снаружи котел имеет вид вытянутого прямоугольника, можно не сомневаться, что внутри него расположен цилиндрический корпус (рис. 1). Внутри корпуса у паровых котлов – водяной и паровой объемы.

В большом объеме воды размещается одна, а иногда – две жаровые трубы. В переднем торце каждой жаровой трубы установлена наддувная, или, как говорят, вентиляторная горелка, рассчитанная на сжигание газа или жидкого топлива. Таким образом, жаровая труба является топочной камерой, в которой сгорает практически все топливо.



Рис. 1

Тепловое напряжение топочного объема составляет обычно 1–1,2 МВт/м³. В зависимости от диаметра и избыточного давления применяются гладкие или волнистые жаровые трубы. Расположены они всегда в нижней части водяного пространства, что повышает теплообмен и улучшает циркуляцию котловой воды (рис. 2).

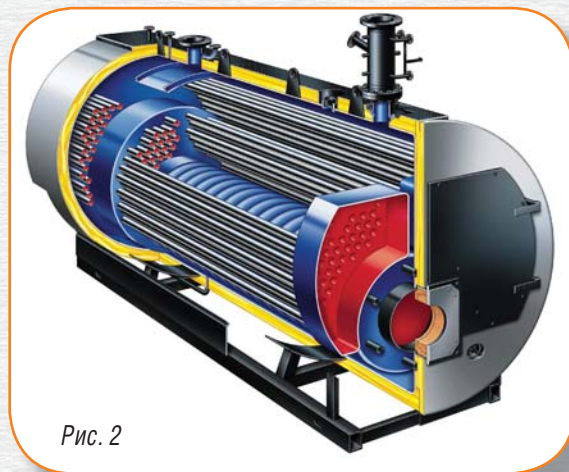


Рис. 2

В Германии имеются нормативные акты, требующие устанавливать две жаровые трубы при мощности котла более 10 МВт. В других странах нет жесткого требования по соотношению мощности и числа жаровых труб, поэтому можно встретить более мощные котлы с одной жаровой трубой, так же, как и менее мощные – с двумя жаровыми трубами.

Если производители не подчеркивают, что их котел – трехходовой, то это значит, что горелка практически прямоточная: она образует длинный факел. Продукты сгорания достигают противоположной водоохлаждаемой стенки, разворачиваются и двигаются в сторону передней стенки. Здесь они попадают в кольцевую камеру, из которой по дымогарным трубкам двигаются опять в сторону задней стенки, отдавая тепло котловой воде (рис. 3).

Чаще в названии котла присутствует термин «трехходовой». Это значит, что продукты сгорания после жаровой трубы возвращаются назад уже по дымогарным трубам, расположенным, как правило, ближе к жаровой трубе. У фронтальной стены котла дымовые газы делают еще

один поворот и проходят по дымогарным трубам третьего хода в сторону задней стенки (рис. 4).

Для более полного использования тепла дымовых газов многие производители устанавливают в дымогарные трубки третьего хода специальные турбулизаторы из высокопрочной стали. Такой же эффект достигается иногда без вставок, за счет винтообразной поверхности самих трубок. Турбулизация потока увеличивает теплоотвод и тем самым снижает температуру уходящих газов, то есть повышает КПД котла.

В более крупных котлах повышение КПД обеспечивается установкой экономайзера после третьего хода дымовых газов. На рис. 3 показана схема такого котла с одной важной особенностью: заслонка в верхней части дымовой камеры позволяет пропускать часть продуктов сгорания напрямую, шунтируя

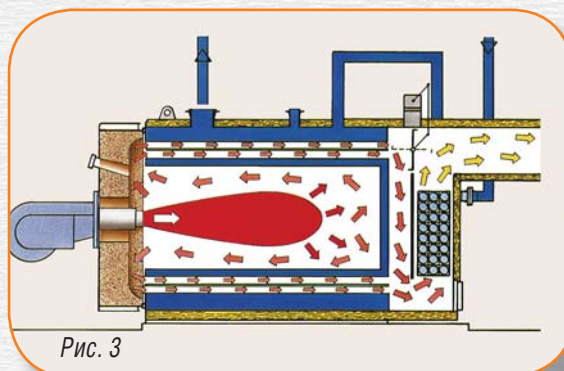


Рис. 3

экономайзер. Благодаря этому, при изменении нагрузки или при недопустимом снижении температуры обратной котловой воды удастся поддерживать постоянную температуру уходящих газов. При сжигании серосодержащих топлив это особенно важно, так как благодаря этому простейшему устройству удастся поддерживать «сухой» режим работы экономайзера, не опускаясь ниже температуры точки росы.

Само по себе наличие экономайзера заметно повышает КПД котла. Так, например, водогрейный котел Omnimat 16PG фирмы Borsig Energy без эконо-

майзера имеет КПД 93 %, а Omnimat 16PGA (с экономайзером) – 95,6 %. При равной полезной тепловой мощности этих котлов (8 МВт) первый потребляет при номинальной нагрузке 929 м³/ч природного газа, а второй – только 904 м³/ч. При этом оба котла имеют одинаковую высоту и ширину, но длина котла с экономайзером больше на ≈10 % (4,81 м у 16PG и 5,30 м у котла 16PGA).

На рынке известны производители, в продукции которых наличествуют как двухходовые, так и трехходовые котлы. Двухходовая конструкция паровых котлов наиболее широко представлена у таких компаний, как ICI Caldaie S.p.A., Ferroli S.p.A., Unical AG S.p.A. Стандартные технические решения конструкций двухходовых котлов предусматривают установку навесного экономайзера в задней части котла и использование турбулизаторов в дымогарных трубах. Среди вариантов конструкций двухходовых котлов оригинальное техническое решение предлагается компанией Unical (Италия). В

различных модификациях котлов могут использоваться как гладкие дымогарные трубы с турбулизаторами, так и позволяющие увеличить теплоотдачу, специальные дымогарные трубы ESALU (для газа) и ESA (для дизельного топлива) в сочетании со встроенным экономайзером. Конструкция котлов серии BAHN'12/15 HPEC сочетает в себе передовые технологические идеи и обеспечивает

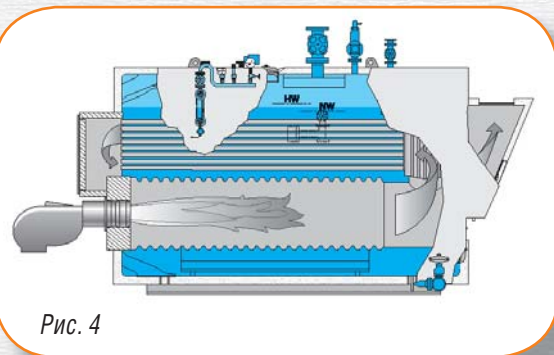


Рис. 4

высокий КПД (96–98 %). Модельный ряд BAHN'12/15 HPEC представлен в модификациях с паропроизводительностью от 300 до 5000 кг/ч и отвечает самым

современным европейским требованиям. Двухходовые котлы не предусмотрены для работы на твердых и тяжелых видах топлива (мазута).

Для удовлетворения европейским требованиям по снижению выброса в атмосферу NO_x компанией Unical разработаны трехходовые котлы серии TRYPASS'12/15 в модификациях STD, Low NO_x , Low NO_x E паропроизводительностью от 2000 до 21600 кг/ч и КПД 89,0–94,0 %.

Снижение выброса в атмосферу NO_x в котлах этой серии достигается за счет особенностей конструкции, которые обеспечивают отсутствие инверсии при движении дымовых газов, что способствует быстрому снижению его температуры со стороны стенок топки, которая охлаждается благодаря полному омыванию водой. Для каждого типа котлов этой серии индивидуально рассчитывается связь между объемом камеры сгорания и тепловой нагрузкой по оптимальному значению теплонапряженности. Более сжатая и короткая форма факела горелки позволяет сократить продолжительность пребывания продуктов сгорания в зоне высоких температур.

В большинстве случаев трехходовые котлы имеют на выходе из жаровой трубы, так называемую, дымогарно-огневую камеру. Продукты сгорания в этой камере разворачиваются на 180° и поступают в дымогарные трубки второго газохода. Огневая камера обычно охлаждается окружающей ее котловой водой, хотя встречаются и выносные огневые камеры, изготовленные из цельносварных экранных труб.

Поворот дымовых газов от второго хода к дымогарным трубкам третьего хода осуществляется в передней огневой камере. Эта кольцевая камера оснащена одним или двумя люками, которые позволяют добраться (разумеется, на остановленном котле) до дымогарных труб для их осмотра и очистки.

Некоторые производители выпускают жаротрубные котлы с повышенным водонаполнением, достигаемом за счет увеличения ширины проходов между жаровой трубой, пучками дымогарных труб, а также между дымогарными трубками и обечайкой котлового блока. Этот параметр напрямую влияет сразу на

несколько показателей работы котельной: надежность, эффективность, экономичность, ремонтпригодность. Повышенное водонаполнение (1,7–2,2 л/кВт) гарантирует стабильность естественной циркуляции котловой воды и повышает теплоаккумулирующую способность котлового блока. К тому же достигается экономия за счет отсутствия насоса котлового контура, который у компактных котлов с небольшим водонаполнением должен обеспечивать прокачку 30 % объема котловой воды. Что касается ремонтпригодности, то увеличенное расстояние между трубами в пучках второго и третьего ходов, а также до обечайки котла, по сравнению с нормативно установленным для данного типа котлов, позволяет производить замену каждой из этих труб в отдельности.

В качестве примера можно привести паровой котел Viessmann Vitomax 200 HS (рис. 5), у которого жаротрубный трехходовой котловой блок с естественной циркуляцией имеет увеличенные проходы между дымогарными трубами (34 мм), а также между пучками дымогарных труб и обечайкой котла (180–200 мм). Это обеспечивает высокую эксплуатационную надежность (пониженную чувствительность к шламовым отложениям и качеству питательной воды) и длительный срок службы. Одновременно такое конструктивное исполнение позволяет генерировать высококачественный пар даже при относительно высоком содержании котловой воды, что существенно сокращает эксплуатационные расходы.

Цилиндрический корпус жаротрубных котлов всегда покрыт высокоэффективной теплоизоляцией толщиной 100–120 мм. Поверх изоляции корпус обычно обшивают с двух сторон оцинкованными или алюминиевыми листами. Хорошая изоляция в сочетании с компактным исполнением самого котла способствует снижению потерь тепла в окружающую среду.

К корпусу котлов подсоединены патрубки для возврата воды и для выдачи насыщенного пара. Для слива воды имеется спе-

циальный патрубок в нижней части у заднего конца корпуса. На верхней части корпуса есть также патрубки контрольно-измерительных приборов. На паровых котлах обязательны указатели уровня воды.

Большинство производителей поставляют паровые котлы вместе с питательным электронасосом и паровым инжектором. На верхней части всех крупных котлов обычно имеется площадка для обслуживания арматуры и контрольно-измерительных устройств. В комплекте с основным оборудованием производители, как правило, поставляют блок управления, который иногда называют «панель» или даже «шкаф» управления. Этот блок на паровых котлах включает регулятор уровня, воздействующий на питательный насос. Блок управления соединен с манометром, с ограничительным и предохранительным реле давления. Здесь же имеется переключатель с ручного на автоматическое управление насосом, световая и звуковая сигнализация, включающиеся при аварийной ситуации.

Камеры сгорания в жаротрубных котлах работают обычно при избыточном давлении, поэтому установка дымососа для эвакуации газов не требуется. Воздух для горения обычно подается вентилятором, встроенным в горелочный блок.

Автоматизированное управление работой котла позволяет свести к минимуму занятость квалифицированного персонала даже при обслуживании крупных паровых или водогрейных котлов.



Рис. 5



ТРУБОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА для

- МОНТАЖА
- ЭКСПЛУАТАЦИИ
- АВАРИЙНОГО РЕМОНТА

ООО "ВАЛРОСА"
24 часа, ежедневно

VALROSA

- **КЛИНОВЫЕ ЗАДВИЖКИ**
- **ШАРОВЫЕ ОБРАТНЫЕ КЛАПАНЫ**
- **ЧУГУННЫЕ ФИТИНГИ**
- **ФЛАНЦЕВЫЕ МУФТЫ ПФРК**
- **РЕМОНТНЫЕ МУФТЫ И ХОМУТЫ**
- **ДОУПЛОТНИТЕЛИ
РАСТРУБОВ**



ООО "ВАЛРОСА" +7(495) 60-41-300 www.valrosa.ru

IDRA

DOMEX

**FABRYKA ARMATUR
JAFAR SA**

BOHAMET®

Несколько слов надо сказать о топливе для описанных выше промышленных и отопительных котлов. Эти котлы устанавливают, как правило, в черте города или, в крайнем случае, в пригородах. Жесткие нормы по защите окружающей среды заставляют владельцев котельных ограничивать выбросы в атмосферу таких токсичных загрязнителей, как золотые частицы, оксиды азота (NO_x), сернистый ангидрид (SO_2) и монооксид углерода (угарный газ – CO). Поскольку комплектация котельных установок аппаратами по очистке дымовых газов от этих токсичных компонентов повысила бы их стоимость в несколько раз, наиболее экономичным вариантом оказывается использование газообразного или жидкого топлива. В последнем случае обязательным является использование дизельного топлива или легких сортов мазута с низким содержанием серы. При таком выборе топлива практически единственным загрязнителем атмосферы оказываются оксиды азота NO_x .

Главным средством обеспечения допустимых выбросов NO_x на промышленных и отопительных котлах служат малотоксичные горелки. В некоторых случаях используется также рециркуляция дымовых газов через горелку. За счет специальной конструкции малотоксичные горелки создают факел с определенной интенсивностью смешения топлива с воздухом, что уменьшает скорость образования NO_x . В сочетании с умеренным тепловым напряжением топочной камеры, интенсивным теплоотводом и трехходовой схемой большинства котлов малотоксичные горелки обеспечивают снижение выбросов NO_x до уровня, удовлетворяющего требованиям Российской Федерации.

Конечно, производители промышленных котлов не могли не учитывать, что некоторые заказчики все же вынуждены сжигать твердое топливо: уголь, древесные отходы, твердые бытовые отходы и т.д. Для таких заказчиков также имеется широкий выбор котлов, в том числе стальных жаротрубных. Но заказчику такие агрегаты поставляются уже как минимум в виде трех блоков: собственно котла, выносной топки с механической решеткой и золоуловителя, после кото-

рого дымовые газы поступают к дымососу. Сжигание древесных или сортированных промышленных отходов происходит на наклонной механической решетке, а продукты сгорания направляются в жаровую трубу. Реже встречается другой вариант: цепная механическая решетка вставлена непосредственно в жаровую трубу цилиндрического котла.

Описанные выше жаротрубные котлы во многом схожи с аналогичными котлами отечественных производителей, когда речь идет о конструкции собственно котлов. Поэтому все чаще встречается ситуация, когда потребитель предпочитает достаточно надежный и более дешевый отечественный котел, но просит установить на него импортную горелку – более дорогую, но обеспечивающую работу котла без обслуживающего персонала, пуск котла путем нажатия кнопки и минимальные выбросы токсичных загрязнителей в атмосферу (CO и NO_x).

В качестве примера расскажем о жаротрубных паровых котлах нескольких зарубежных компаний, активно действующих на российском рынке. Одна из таких компаний – Babcock Wanson (Франция).

Эта компания представляет на российском рынке несколько серий жаротрубных паровых котлов. При небольших потребностях в паре Babcock Wanson предлагает компактный паровой котел серии BWB (от 160 кг до 3 т/ч). Благодаря малым размерам, такой котел можно использовать при проектировании модульной котельной. Котел – двухходовой, размещение жаровой трубы в центре улучшает распределение напряжений и увеличивает срок службы теплообменного блока котла, в особенности при многочисленных циклах запуска и остановки котла. Доступ к задней трубной панели обеспечивается путем отката задней осмотровой двери, подвешенной



Рис. 6

на консольном рельсе. Таким образом, облегчается как обслуживание котла, так и обязательные периодические инспекции органами технадзора.

При большей потребности в паре предпочтительнее использовать котел BWD (от 1 до 10,4 т/ч). Модель серии BWD является трехходовым котлом специальной конструкции, с частично водоохлаждаемым дном топки, разработанным компанией Babcock Wanson. Сепаратор пара, расположенный внутри корпуса котла, а также короткое время адаптации горелки обеспечивают гарантированную сухость пара 99,5 %.

Для крупных промышленных котельных компаний Babcock Wanson была разработана серия BWR (12,5–30 т/ч). Это паровые трехходовые жаротрубно-дымогарные котлы специальной конструкции с трубным водоохлаждаемым дном топки (рис. 6). Данные котлы совмещают преимущества жаротрубной и водотрубной технологий. Конструкция обеспечивает максимально высокое допустимое для жаротрубных котлов давление в водогрейной камере (до 25 бар). Данная конструкция котла обеспечивает лучший уровень безопасности при низком уровне воды и исключает риск отложения шлама на дне котла. Оптимизация конструкции котла позволяет встроить в переднюю дымовую камеру модуль перегрева пара.

КПД описанных выше котлов оптимизирован благодаря особой технической разработке компании Babcock Wanson. Внутри гладкостенных дымогарных труб размещаются винтообразные направ-

Таблица. Котлы Buderus Logano

Серия	Диапазон мощности		Избыточное давление, бар	Температура, °C	Топливо
	т/ч	МВт			
SND 615/U-ND	0,25–3,2	0,162–2,068	до 0,5	до 110	Жидкое топливо, газ
SHD 615/U-HD	0,25–1,25	0,167–0,834	до 16	до 204	
SHD 815/UL-S	1,25–28	1,304–18,265	до 30	до 235	
SHD-X815/UL-SX	2,6–26	1,820–18,265	до 30	до 310	
SHD 915/ZFR	18–55	11,16–35,8	до 30	до 235	
SHD X915/ZFR-X	18–50	12,6–35,8	до 30	до 310	

ляющие, которые сообщают вращательное движение проходящим по трубе продуктам сгорания, в результате чего достигается значительное улучшение теплообмена. Компания Babcock Wanson использует свои фирменные горелки во всем модельном ряде жаротрубных котлов. Каждая отдельно взятая горелка спроектирована с учетом особенностей камеры сгорания, что позволяет экономить топливо, тем самым повышая КПД. Горелки работают как на газе и дизельном топливе, так и на мазуте.

Для еще большего увеличения КПД, снижения расхода топлива и электроэнергии, а также для достижения чрезвычайно низких выбросов NO_x, Babcock Wanson предлагает для своих клиентов пакет Ecostream, снижающий эксплуатационные затраты этих и без того недорогих в эксплуатации котлов. Данный пакет включает систему теплообменников «вода–вода» или/и «вода–воздух».

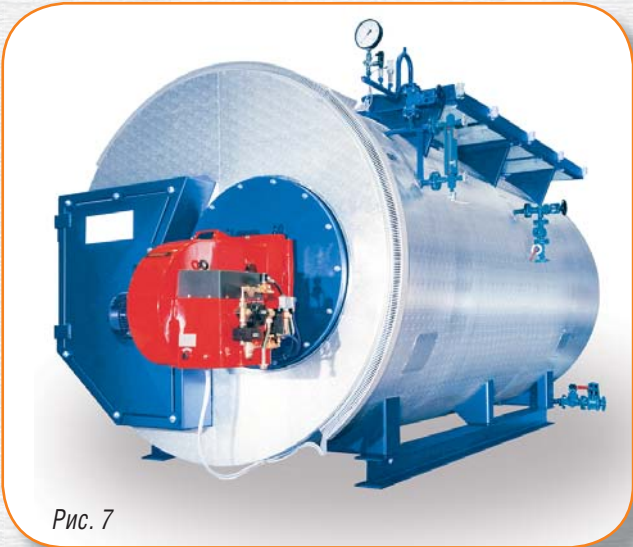


Рис. 7

Также компания производит серию котлов VAB-BP(от 160 до 5300 кг/ч) с низким давлением пара (<0,5 бара), которые не попадают под действие органов по надзору за безопасностью. Для утилизации же тепла, образующегося в технологических процессах, предлагаются жаротрубные паровые котлы-утилизаторы.

Рассмотрим еще одну линейку – паровые жаротрубные котлы компании Bosch Industriekessel GmbH (Германия). Наиболее популярные котлы этой компании известны на рынке под маркой Buderus. Линейка котлов Buderus Logano SHD 815/UL-S (рис. 7) включает жаротрубно-дымогарные котлы с одной жаровой трубой (трехходовая схема) паропроизводительностью от 1,25 до 28 т/ч.

Более крупные котлы (типоряд Buderus Logano SHD 915/ZFR) оборудованы двумя жаровыми трубами (рис. 8), а их паропроизводительность составляет от 18 до 55 т/ч. Все котлы серии Buderus Logano оборудованы малотоксичными горелками, обеспечивающими минимальную эмиссию токсичных оксидов азота. Потери в окружающую среду у этих котлов снижены за счет применения высококачественных теплоизоляционных матов и специальных утеплителей. На всех нагрузках котлы работают с низким уровнем шума. Уменьшение эксплуатационных расходов обеспечивается не только



Рис. 8

в результате снижения расхода топлива, но и за счет меньшего потребления электроэнергии на собственные нужды и высокоэффективной системы управления котлом.

В зависимости от требований потребителя пара в котельной могут быть установлены котлы на давление от 0,5 до 30 бар. В таблице приведены основные характеристики таких котлов для получения как насыщенного, так и перегретого пара.

В этой таблице приведены котлы, имеющие экономайзер для экономии энергии, модулируемые горелки с пониженной эмиссией NO_x и надежную систему управления. Котлы с повышенной температурой пара оборудованы пароперегревателями. Котлы серии SHD 915/ZFR имеют по 2 жаровых трубы, но при сниженной нагрузке могут работать и с одной включенной жаровой трубой. Важно отметить, что работа с одной жаровой трубой позволяет существенно повысить КПД котла на сниженной нагрузке (по сравнению с работой на двух горелках).



В последнее время в России все чаще предпочитают использовать блочно-модульные котельные для теплоснабжения самых различных объектов. В ряде случаев такие решения позволяют значительно сократить расходы на отопление и горячее водоснабжение.

Блочно-модульные котельные

Д. Строганов

В отличие от традиционных стационарных котельных, блочно-модульные котельные (БМК) собирают в заводских условиях. Затем их доставляют на объект, устанавливают на местности и подключают к системе теплоснабжения. В тех случаях, когда габариты и вес котельной серьезно затрудняют ее доставку на объект в одном контейнере, БМК изготавливают в виде нескольких блоков полной заводской готовности, монтаж которых выполняют непосредственно на объекте.

БМК производятся как серийно, так и на заказ. На поставку и ввод в строй серийной котельной требуется от одной недели до двух-трех месяцев. Строительство по индивидуальному заказу может занять четыре месяца и более. При условии правильной эксплуатации срок службы БМК без замены составляет до 15-ти и более лет.

Подобно стационарным, БМК по назначению делятся на отопительные (обеспечивают отопление и горячее водоснабжение жилых и административных зданий, промышленных и коммерческих объектов), производственные (тепло- и пароснабжение различных технологических процессов) и отопительно-производственные.

В качестве теплоносителя в БМК используют воду, перегретый или насыщенный пар, незамерзающие теплоносители – в соответствии с установленным котельным оборудованием. Некоторые производители оснащают свои котельные одновременно водогрейными и паровыми котлами. Такие БМК называют комбинированными.

Как правило, мощность водогрейных БМК находится в диапазоне от 100 до 30 МВт. Самый распространенный температурный режим (прямая/обратная

линии) – 90/70 °С. Производительность паровых БМК – от 0,2 до 30 т пара в час. Температура пара может достигать 440 °С, давление – 63 бар. Для работы большинства модульных котельных необходимо напряжение 220/380 В.

Блочно-модульные котельные, предлагаемые на российском рынке, работают практически на всех распространенных видах топлива: на природном и сжиженном газе, дизельном топливе, мазуте, нефти, угле, древесных отходах. Пожалуй, самое распространенное решение: основное топливо – природный газ, резервное – жидкое.

БМК относительно небольшой мощности иногда оснащаются электродогревателями в качестве основного оборудования. Так, в числе предложений компании «ТГВ» (Одинцово, Московская обл.) имеются транспортабельные блочно-

модульные котельные мощностью от 100 до 2000 кВт, укомплектованные электродкотлами Zota (Завод отопительной техники и автоматики, Красноярск) и ЭПЗ (ОАО «Станкотерм», Пятигорск).

Помещение блочно-модульной котельной представляет собой металлический каркас с закрепленными на нем сэндвич-панелями с толщиной теплоизоляции от 80 до 150 мм. При необходимости помещение может быть дополнительно утеплено («северное» исполнение). Здание достаточно мощных котельных может состоять из нескольких таких блоков. Помещение БМК оснащается системой освещения, отопления и вентиляции.

В зависимости от размещения, блочно-модульные котельные могут быть отдельно стоящими, встроенными в здание другого назначения или пристроенными к нему, крышными. В отличие от котельных остальных типов, все системы которых размещаются в собственном помещении, встроенные котельные представляют собой открытую платформу (или раму), на которой установлено основное оборудование. Платформу размещают в помещении объекта и подключают к инженерным системам.

С одной стороны, использование встроенных котельных позволяет избежать расходов, связанных со строительством (монтажом) отдельного помещения, с другой – на их проектирование и эксплуатацию накладываются дополнительные ограничения: например, их нельзя размещать в многоквартирных жилых домах. Полный перечень требований к встроенным котельным приведен в СНиП II-35-76** «Котельные установки».

Транспортабельные (передвижные) котельные полностью собирают на заводе, монтируют на автомобильный прицеп и доставляют на объект, который необходимо теплофицировать. Такие БМК нередко применяют при авариях на стационарных котельных, а также для временного теплоснабжения вахтовых поселков, строек и объектов, часто меняющих свое местоположение (например, поселков партий геологической разведки). В основном транспортабельные котельные работают на жидком топливе, реже – на твердом. Их мощность редко превышает 2,5–3 МВт. Обычно передвижные котельные эксплуатируются при постоянном присутствии обслуживающего персонала.

Для теплоснабжения зданий, возводимых в районах с плотной городской застройкой или с высокой стоимостью земли, могут применяться крышные котельные. Их размещают непосредственно на кровле теплофицируемых зданий, что позволяет сократить площадь, занимаемую объектом. Такое решение также позволяет снизить протяженность теплотрасс и уменьшить высоту дымохода. (Отметим, что крышные котельные могут быть как блочно-модульными, так и стационарными.)

По устройству и комплектации крышные котельные практически не отличаются от обычных БМК, но при их проектировании, монтаже и эксплуатации необходимо соблюдать ряд требований, касающихся размещения, рабочих параметров установленного оборудования и применяемого топлива.

Так, крышные котельные нельзя размещать непосредственно на перекрытиях или смежно с жилыми помещениями.

Не допускается применение паровых котлов давлением выше 0,07 МПа и водогрейных – с температурой в прямой



Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

testo 340: эффективный анализатор дымовых газов для промышленного применения

- Автоматическое расширение измерительного диапазона и защита сенсора
- Измерение концентрации O_2 , CO , NO , NO_2 , SO_2
- Расчёт массовых выбросов в режиме реального времени
- Удобство применения при проведении всех видов сервисного обслуживания

линии выше 115 °С. Тепловая мощность котельных не должна превышать 5 МВт для производственных зданий и 3 МВт – для жилых.

БМК могут работать как с постоянным присутствием обслуживающего персонала, так и без него. В первом случае требуется дополнительная комплектация котельной служебным блоком с комнатой оператора, санузлом и другими бытовыми помещениями.

Блочно-модульные котельные без постоянного присутствия персонала оборудуются системами автоматического регулирования режима работы и дистанционного контроля. Именно такие, полностью автоматизированные котельные (как блочно-модульные, так и стационарные) наиболее востребованы сегодня в России и за рубежом.

В развитых странах удаленный мониторинг часто входит в стандартный пакет услуг, предлагаемый поставщиками котельного оборудования. Все чаще такую услугу оказывают и в России. Например, автоматизированные блочно-модульные котельные марки ЕСО (мощность – от 200 до 2000 кВт; топливо – природный газ, дизельное), выпускаемые ООО «Рационал», в обязательном порядке подключаются к серверу компании для постоянного мониторинга режима работы в реальном времени (услуга «online-сервис»).

Такое решение практически полностью освобождает заказчика от хлопот по обслуживанию котельной. Отметим, что в нашей стране это снимает и еще одну большую проблему – дефицита на местах подготовленных кадров, способных грамотно эксплуатировать современное оборудование.

По конструкции и используемому оборудованию блочно-модульные котельные принципиально не отличаются от стационарных. В их состав входят один или несколько водогрейных или паровых котлов с горелочными устройствами; система подачи основного и резервного топлива; насосное оборудование, обеспечивающее независимую работу контуров отопления и ГВС; системы водоподготовки и поддержания давления; система отвода продуктов сгорания; автоматика управления и безопасности (контроллеры, датчики, щит электропитания).

Кроме того, БМК в обязательном порядке оборудуют приборами коммерческого учета произведенной тепловой энергии и потребленных ресурсов: холодной воды, электроэнергии и газа (в случае использования газового оборудования).

По желанию заказчика БМК могут оборудоваться системой ГВС на базе емкостного водонагревателя (бойлера) или (и) скоростного пластинчатого теплообменника. Согласно СНиП II-35-76**, оборудование для ГВС и насосы всех отопительных контуров рекомендуется резервировать.

Дополнительно блочно-модульные котельные могут оснащаться бензиновым или дизельным электрогенератором с системой автозапуска (для котельных небольшой мощности).

В качестве котлов в БМК используют современные водогрейные и паровые котлы как зарубежных, так и отечественных производителей. Обычно в модульных котельных устанавливают два котла или более – это позволяет обеспечить работу котельной при выходе одного котла из строя и более гибко регулировать ее мощность (производительность) в зависимости от потребности в тепловой энергии.

Тепловой контур БМК может соединяться с отопительной системой объекта напрямую (открытый тепловой контур), через теплообменник (закрытый) или через короткозамкнутый коллектор (гидравлическая стрелка). Первое решение дешевле, второе – надежнее, поскольку в этом случае оборудование котельной защищено от возможного воздействия тепловых сетей объекта (некачественный теплоноситель, высокие динамическое и статическое давление, перепады температур), и срок службы БМК увеличивается. Также закрытый тепловой контур позволяет использовать в БМК незамерзающие теплоносители, которые можно не сливать при перерывах в работе котельной в холодное время года, что ускоряет ее ввод в эксплуатацию. В то же время организация работы через теплообменник увеличивает стоимость котельной и требует большей площади.

Гидравлическая стрелка – компромиссное решение. Она эффективно стабилизирует давление в системе тепло-

снабжения и защищает от гидроударов, но не изолирует гидравлическую систему БМК от сети теплоснабжения объекта. Применение незамерзающего теплоносителя при этом исключено.

Блочно-модульные котельные могут работать с несколькими (до четырех и более) контурами теплоснабжения. В этом случае для оптимизации работы котельной в ней рекомендуется устанавливать оборудование, автоматически поддерживающее индивидуальный температурный режим для каждого контура.

Автоматические системы, применяемые в БМК, способны выполнять множество функций, связанных с управлением работой различных узлов котельной, регулированием основных параметров, обеспечением безопасности. Они контролируют давление газа, температуру сетевой воды (в нескольких контурах с учетом температуры воздуха вне помещения), запускают и останавливают котлы, измеряют содержание метана и оксида углерода в помещении котельной, сигнализируют о сбоях в работе оборудования, протоколируют работу котельной с сохранением архива событий и т.д.

Информация о работе БМК может выводиться на панель контроллера, установленного в помещении котельной, а также передаваться на пульт диспетчера через модем, проводную линию, GSM-связь.

К основным достоинствам БМК относятся сравнительно низкая стоимость проектирования и монтажа котельной, быстрота ввода в строй, сборка большинства узлов в заводских условиях, небольшие габаритные размеры, позволяющие экономить территорию и оптимально выбрать месторасположение котельной.

Последний фактор в некоторых случаях дает возможность максимально приблизить котельную к отопляемому объектам, сократив протяженность теплотрасс и, соответственно, потери тепла.

Недостатками БМК можно считать относительно низкую единичную мощность (или паропроизводительность) котла, устанавливаемого в одном блоке (как правило, не более 9 МВт или 10 т/ч), ограничения по площади и объему при размещении оборудования, а также повышенный риск несанкционированного проникновения в котельную.

ХII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS

7-10 октября **2014**
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ОРГАНИЗАТОР
ВЫСТАВКИ:



ПРИ
ПОДДЕРЖКЕ:



Стратегический информационный партнер:

**КОТЕЛЬНЫЕ
МИНИ-ТЭЦ**

Генеральный информационный партнер:



Генеральный интернет-партнер:



TopClimat.ru
выбирают здесь



Сферы применения пара год от года расширяются. Сегодня он используется в целом ряде областей хозяйственной деятельности – строительстве, медицине, коммунальном хозяйстве, на предприятиях пищевой, химической промышленности и т.д. Сравнительно недавно парогенераторы стали востребованными клининговыми компаниями для очистки разнообразных поверхностей.

Электрические парогенераторы и их применение

В. Лебедев

Для объектов вроде гостиницы, прачечной или небольшого производственного цеха потребность в паре обычно составляет от нескольких десятков до 100–200 кг/ч. Причем на большинстве таких объектов нет необходимости в высококачественном паре. Решая подобную задачу, можно заключить договор с централизованной тепловой сетью либо приобрести автономный парогенератор. В первом случае нужно будет построить паропровод, а затем оплачивать услуги поставщика пара (не имея при этом никакой гарантии, что подача пара будет стабильной, а его качество – соответствовать технологическим требованиям). Покупка и эксплуатация собственного парогенератора тоже требуют соответствующих затрат. Однако их можно в значительной мере минимизиро-

вать, подобрав парогенератор, точно соответствующий потребностям предприятия. Если на предприятии имеется источник электроэнергии соответствующей мощности, то вариант с электрическим парогенератором подходит как нельзя лучше.

Электрический парогенератор – это оборудование, вырабатывающее насыщенный водяной пар t до 160 °С с рабочим давлением до 10 бар. Основной его технической характеристикой является производительность по пару, которая измеряется в кг_{пара}/ч. Производительность стандартных электрических парогенераторов находится в пределах от 10 до 800 кг_{пара}/ч. Это оборудование целесообразно использовать, если объект не имеет доступа к магистральному газу и источникам недорогого твердого топлива.

При сравнении электрического парогенератора с другими источниками пара (газовыми или жидкотопливными моделями) видны его несомненные преимущества. Во-первых, КПД электропарогенератора превышает 90 %, что значительно выше, чем у других видов парогенераторов. Поскольку электрические парогенераторы довольно компактны, то для их установки не требуется много места или отдельное помещение. Благодаря высокой степени готовности оборудования, монтаж парогенератора и ввод его эксплуатацию занимает всего несколько часов. Включение парогенератора и вывод его на рабочую мощность по времени занимает около 10 мин. Полная автоматизация дает возможность работать в автоматическом режиме без

присутствия оператора, что позволяет экономить на обслуживающем персонале. Еще одним достоинством электрических паровых котлов является то, что образование пара в них не сопровождается процессом горения и выбросом его продуктов. Немаловажным является и то, что для большинства электрических парогенераторов не требуется регистрации в Ростехнадзоре. Действие «Правил устройства и безопасной эксплуатации электрических котлов и электродных» (ПБ 10-575-03) распространяется только на паровые котлы с рабочим давлением (избыточным) более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²). Кроме того, правила не распространяются на котлы, использующие вместо воды в качестве теплоносителя другие вещества, а также имеющие вместимость 0,025 м³ (25 л) и менее. Основная часть производителей электрических парогенераторов старается уложиться в эти параметры, чтобы облегчить и упростить жизнь потребителей.

Все это выгодно отличает электрические парогенераторы от других источников пара, делая их экономически привлекательными и востребованными на современном рынке. К основным недостаткам электроустановок можно отнести привязанность к определенной электрической мощности и относительно высокую цену на электроэнергию.

Типы парогенераторов

Электрические парогенераторы по типу внутренней конструкции делятся на электродные, тэновые и индукционные. Каждый из них имеет свои плюсы и минусы.

В электродных парогенераторах к воде с помощью электродов подводится напряжение – ток протекает непосредственно через воду, превращая ее в насыщенный пар. Электродные парогенераторы способны вырабатывать насыщенный пар с t от 110 до 164 °С с паропроизводительностью от 10 до 1000 кг_{пара}/ч. Они имеют низкую стоимость, дешевы в эксплуатации, обладают наибольшим КПД из электрических парогенераторов. При их обслуживании и ремонте не требуется дорогостоящих запасных частей – они в большинстве случаев могут быть изготовлены на месте слесарем и токарем средней квалификации.

Электродные парогенераторы отличаются высокой надежностью, компактностью и простотой регулирования – меняя площадь соприкосновения электрода с водой, можно плавно изменять мощность котла. Парогенераторы этого типа по габаритам намного компактнее, чем оборудование на ТЭНах аналогичной мощности.

Одно из главных преимуществ этого типа парогенераторов состоит в том, что для них нет необходимости в установке защитных устройств, предохраняющих от сгорания нагревательных элементов, так как электроды не перегорают и намного долговечнее ТЭНов. Температура самого электрода соответствует температуре воды, что в значительной степени уменьшает скорость отложения солей жесткости на поверхности электродов.

Однако необходимо учитывать, что электродные парогенераторы не могут работать с дистиллированной водой, которая обладает низкой электропроводностью. При прикладывании напряжения дистиллированная вода дает низкий ток и процесс парообразования с такой водой практически не идет. По этой причине вода, используемая в электродных котлах, должна иметь достаточно высокую электропроводность, для чего в нее добавляют химически активные вещества (соли, кислоты, пищевую соду и т.д.). Они могут переходить в пар, а это в свою очередь может привести к коррозии элементов системы, в которую он поступает. В то же время сами электроды крайне медленно, но все же растворяются в процессе эксплуатации. Это необходимо учитывать при работе с пищевыми продуктами или особо чистыми средами.

В котлах с тэновым нагревом, как правило, используют трубчатые электронагреватели патронного типа (ТЭНП) в оболочке из нержавеющей стали. Это является залогом чистоты пара, поскольку он не загрязняется продуктами окисления металла. Показатели генерируемого пара у тэновых парогенераторов сходны с электродными: t пара достигает 164 °С,



Рис. 1. Индукционный электропарогенератор ЭПГ-И завода нестандартного энергетического оборудования «СТРИМ» (Ростов-на-Дону)

давление – до 6 кгс/см². Однако парогенераторы этого типа ввиду особенностей конструкции имеют обычно меньшую мощность – до 250 кг_{пара}/ч.

По ряду параметров тэновые парогенераторы уступают электродным парогенераторам, но имеют некоторые преимущества. Например, возможность работы с дистиллированной водой. Данное свойство позволяет использовать их в замкнутом цикле производства пара, когда он превращается в дистиллированную воду и опять возвращается при помощи насосов в парогенератор. Пар, полученный из дистиллированной воды, обладает исключительной чистотой. Кроме того, «чистый» пар продлевает жизнь паропровода и паровых рубашек.

К негативным сторонам эксплуатации этого оборудования можно отнести то, что рубашка ТЭНа сильно нагревается и это приводит к интенсивному отложению солей жесткости и образованию накипи на его поверхности. Вследствие этого снижается теплоотдача, и ТЭН начинает нагреваться внутри самого себя, что может привести к выходу его из строя.

Например, накипь толщиной 1 мм приводит к пережогу топлива на 2–3 %, а толщиной 4–5 мм – на 10 %. Кроме того, образование на внутренней стороне нагревающейся поверхности незначительных по толщине (около 0,2 мм), но малотеплопроводных отложений приводит к перегреву металла и, как следствие,

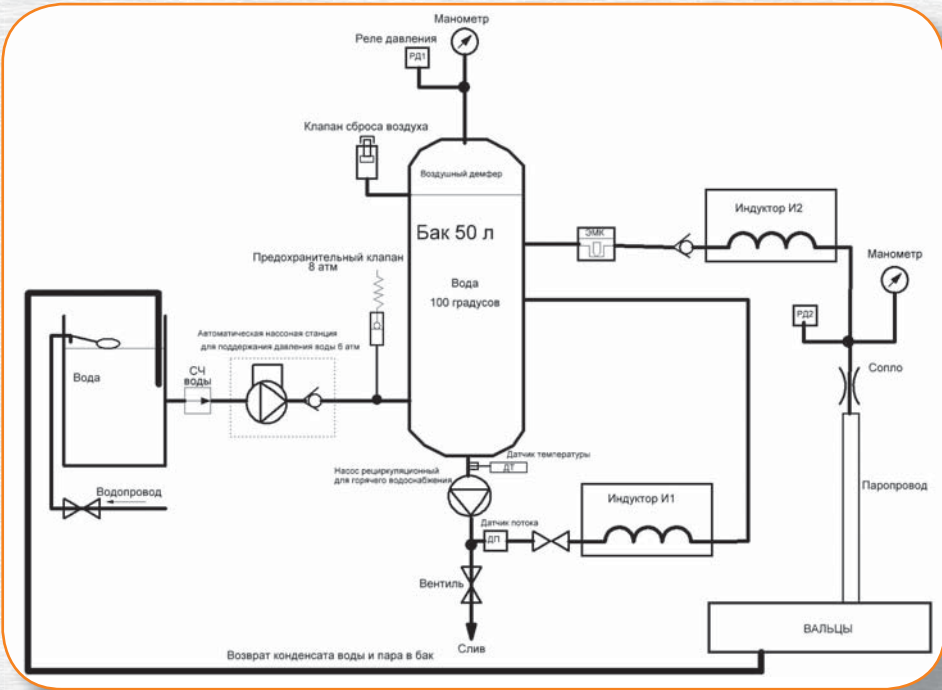


Рис. 2. Схема работы индукционного электропарогенератора ЭПГ-И

к появлению отдушин, свищей и даже разрывов экранных труб (накипь проводит тепло примерно в 40 раз хуже, чем железо). На практике установлено, что свыше 30 % аварий с котлами малой мощности происходит из-за неудовлетворительного водного режима и главным образом из-за образовавшейся в результате этого накипи. Перегорания ТЭНа можно избежать, если пользоваться умягченной подпиточной водой либо омагничиванием, что ведет к удорожанию эксплуатации прибора.

Тэновые парогенераторы имеют значительно больший размер и массу, чем электродные парогенераторы. Стоимость обслуживания, ремонта тэнового парогенератора значительно выше, чем электродного парогенератора – запасные части к нему обладают низкой заменяемостью и дороговизной.

В индукционных парогенераторах вода нагревается с помощью высокочастотного излучения (рис. 1). Отсутствие прямого контакта воды и нагревательного элемента позволяет получить очень чистый пар. К недостаткам данных приборов относятся их высокие стоимость и энергопотребление, хотя данный парогенератор удобен и прост в эксплуатации. Поэтому традиционные индукционные

парогенераторы используют только в тех случаях, когда необходим пар медицинского качества.

Недавно в Ростове-на-Дону специалистами завода нестандартного энергетического оборудования «СТРИМ» был разработан индукционный низкочастотный электропарогенератор ЭПГ-И (рис. 2) производительностью 120 кг_{пара}/ч. Потребляемая мощность составляет 32 кВт, рабочее давление – 5 кгс/см². Экономичность парогенератора достигается не только за счет высокого КПД индукторов, но и за счет рационального использования энергии: испаряется лишь та часть воды, которая необходима технологическому процессу. Небольшой запас воды поддерживается в нагретом состоянии для обеспечения инерционности процесса и комфортного времени срабатывания устройств автоматики.

Электрические паровые котлы и парогенераторы на российском рынке

В России работает много компаний, выпускающих и поставляющих на рынок электрические парогенераторы. Отечественные производители предлагают преимущественно приборы, разработанные еще в Советском Союзе. В настоящий момент по-

ставкой различных модификаций этих агрегатов занимаются компании «Берег» (Москва), «Промснабкомплект», «Комплексные системы» (обе – Санкт-Петербург), НПП «Теплотехника» (г. Октябрьский, Республика Башкортостан) и др.

Предприятий, предлагающих парогенераторы собственных конструкций, гораздо меньше. Однако в последние годы их продукция постепенно находит свои ниши на отечественном рынке. Так, производственно-коммерческий центр «Координата» (г. Орел), выпускает серию из 7 тэновых парогенераторов типа ПАР-Т, предназначенных для выработки насыщенного водяного пара t 140–155 °С. Паропроизводительность составляет 15–250 кг/ч, диапазон рабочего давления – 3,5–5,5 бар. Кроме того, предприятие начало производство нового типа малогабаритных парогенераторов ПАР (ПЭЭ) паропроизводительностью до 5 и до 30 кг/ч. Следует учитывать, что дешевые парогенераторы не имеют регулировки мощности, но по заказу возможны модификации со ступенчатой регулировкой мощности или плавной регулировкой мощности (тиристорные).

Модельный ряд электродных парогенераторов ЭПГ производства НПО «Инверсия» (г. Екатеринбург), включает 9 модификаций паропроизводительностью от 30 до 500 кг/ч. Циркуляция пара



Рис. 3. Электродный парогенератор «Гейзер» 200Пк-02 («Термаль-Балтик», Санкт-Петербург)

проходит как в замкнутой системе, так и с подачей пара в необходимую емкость или на разогреваемую поверхность. Электропарогенераторы эксплуатируются в автоматическом режиме.

Компания «Термаль-Балтик» (Санкт-Петербург) предлагает на рынке серию электродных парогенераторов «Гейзер» (рис. 3) собственной разработки мощностью 100, 200, 400, 600 кВт, паропроизводительностью, соответственно, 170, 235, 680, 1020 кг/ч. На заказ изготавливаются парогенераторы мощностью до 3000 кВт. Для использования в условиях Крайнего Севера парогенераторы пакетируются в контейнеры.

ОАО «Станкотерм» (г. Пятигорск) выпускает электродные электропарогенераторы ЭЭП-25И2, ЭЭП-60И2, ЭЭП-90И2 и ЭЭП-200И2 производительностью, соответственно, до 35, 80, 120 и до 250 кг_{пара}/ч. Электропарогенераторы разработаны совместно с Московским НИИ электротермического оборудования.

ООО «Промышленная компания» (г. Бийск, Алтайский край) выпускает электродные паровые котлы КЭП паропроизводительностью 50–1000 кг/ч. Установленная мощность составляет от 35 до 770 кВт. Парогенераторы полностью автоматизированы и не требуют постоянного присутствия оператора, при этом один оператор может обслуживать до 7 электропарогенераторов одновременно.

Производственное объединение Adin (г. Санкт-Петербург) выпускает большое число модификаций различных типов промышленных электропарогенераторов. Так, парогенераторы типов ЭПГД, ПГВД, ПГВК, ПСВД предназначены для выработки насыщенного водяного пара t до 200 °С и выше, производительностью до 1300 кг/ч. Диапазон рабочего давления – до 40 бар. Компания выпускает также парогенераторы экономкласса 9 модификаций: это тэновые модели ДЭП-Т паропроизводительностью 8–160 кг/ч и электродные парогенераторы ДЭП производительностью 20–650 кг_{пара}/ч.

Для дезинфекционных камер в учреждениях здравоохранения, не имеющих централизованного пароснабжения, ОАО «Медоборудование» (г. Саранск, Республика Мордовия) выпускает тэновый

парогенератор ПЭЛ-100, предназначенный для выработки «медицинского» водяного пара t 143 °С. Паропроизводительность составляет 100 кг/ч, рабочее давление – 3,0 бар (поддерживается автоматически в заданном диапазоне).

Компания «Промэнергопар» (Москва) изготавливает и поставляет на рынок парогенераторы электродного и тэнового типа марок ЭПэ и ЭП для промышленного и бытового назначения производительностью от 5 до 2500 кг_{пара}/ч с диапазоном давления от 0,3 до 15 атм.

Зарубежные электропарогенераторы

Зарубежные электрические паровые котлы и парогенераторы на отечественном рынке представлены в меньшей степени, чем отечественные. Дело в том, что паропроизводительность электрических парогенераторов западных фирм редко превышает 150 кг/ч. Более мощные модели изготавливаются только «под заказ». При этом практически все европейские парогенераторы – тэновые. Кроме того, цена парогенераторов западного производства вдвое-втрое выше стоимости аналогичных по производительности отечественных агрегатов. Среди зарубежных компаний, выпускающих такие аппараты, – Certuss (Германия), Steamrator (Финляндия), Fulton (США), Alba Makina (Турция) и некоторые другие.

Компания Steamrator является одним из ведущих производителей паровых котлов и блочно-модульных котельных малой и средней мощности в Скандинавии. Компания выпускает парогенераторы тэнового типа. Серия включает 4 модели паропроизводительностью 45–115 кг/ч и диапазоном рабочего давления 1–9 бар.

Компания Certuss производит электрические промышленные парогенераторы двух модельных рядов: Certuss Elektro E6–E72 паропроизводительностью от 8 до 97 кг/ч и Certuss Elektro E100 производительностью от 135 до 160 кг_{пара}/ч.

Модельный ряд тэновых электрических котлов серии FBL компании Fulton (рис. 4) имеет 15 модификаций. Выход пара в зависимости от модели составляет от 10 до 1530 кг/ч, мощность –



Рис. 4. Паровой электрический котел Fulton (США) серии FBL

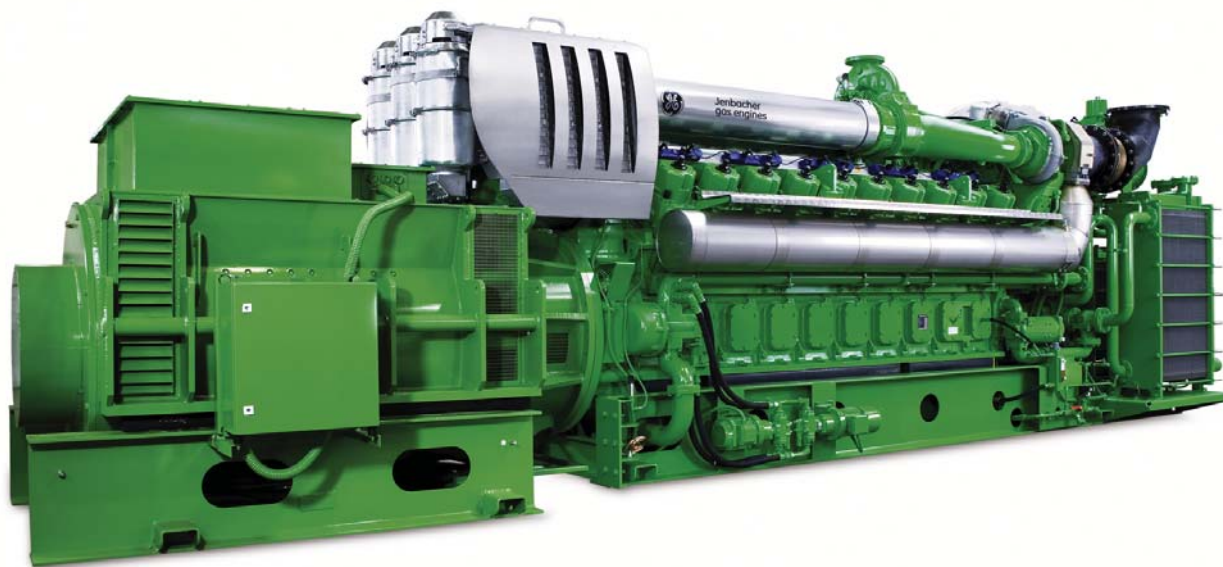
12–1000 кВт. В большинстве моделей элементы смонтированы вертикально, лишь в парогенераторах небольшой мощности (12–36 кВт) смонтированы горизонтально внизу сосуда высокого давления.

Электрические парогенераторы фирмы Alba Makina (рис. 5) предназначены для гостиничных комплексов, химчи-



Рис. 5. Электрический парогенератор D01-1 фирмы Alba Makina (Турция)

сток и прочих объектов с потребностью в паре до 80 кг/ч. В линейке парогенераторов фирмы (4 модели) представлено оборудование мощностью 15–60 кВт и производительностью от 6 до 78 кг_{пара}/ч. Температура пара составляет 152 °С, максимальное давление – 4 бара.



Основное оборудование и режимы работы мини-ТЭЦ

В. Курьянов

В последние годы в России сформировался широкий спрос на строительство энергетических объектов малой и средней мощности, основанных на принципе когенерации – одновременного получения двух видов энергии: электроэнергии и тепла. В некоторых случаях на этих объектах устанавливается оборудование для преобразования излишне полученного тепла в холод для нужд кондиционирования (это уже – тригенерация). Обустройство такого энергоцентра позволяет не только бесперебойно получать относительно дешевую электроэнергию, но и организовать тепло- и холодоснабжение объектов. В этой статье рассматриваются типы основного оборудования, применяемого в автономных энергоцентрах, и режимы их работы.

Основное оборудование

В настоящее время для выработки электроэнергии в автономных энергоцентрах

в основном применяются газотурбинные установки (ГТУ), микротурбины, газопоршневые агрегаты (ГПА), а в некоторых случаях – их комбинация. Каждое из таких решений обладает своими плюсами, минусами и особенностями применения.

Газовые турбины получили широкое распространение в нашей стране в 1990-х гг. Их действие основано на сжигании смешанного с воздухом топлива, нагнетаемого компрессором. Продукты сгорания, имеющие температуру 900–1200 °С, вращают турбину, и механическая энергия вала передается электрическому генератору посредством понижающего редуктора или напрямую (в случае свободной турбины).

Как правило, основным топливом для турбины – природный газ, резервное – жидкое. Тепловая энергия отводится в атмосферу или используется для тепло- и холодоснабжения с помощью дополнительного оборудования (например, котлов-утилизаторов и абсорбционных холодильных установок).

Когенерация с применением газовых турбин может быть организована следующим образом: непосредственным использованием тепла отходящих газов (температура – 350–550 °С), производством пара низкого и среднего давления (8–18 бар) или горячей воды (а также пара высокого давления в системах комбинированного цикла, которые следует рассмотреть отдельно). Электрический КПД газовой турбины – 25–35 %, совокупный КПД в режиме когенерации – до 90 %. Эмиссия NO_x – до 25 ppm. Мощность предлагаемого для нужд малой генерации оборудования – от 2,0 до 30 МВт. Максимальная эффективность применения турбин достигается при суммарных мощностях от 10 МВт.

В отдельный класс следует выделить микротурбины мощностью от 30 до 200 кВт. В отличие от рассмотренных выше промышленных турбин, конструкции которых нередко разрабатываются на основе авиационных двигателей, микротурбины для

оснащения мини-ТЭЦ создаются «с нуля». Это позволяет наиболее полно адаптировать их к решаемым задачам. Современная электроника управления микротурбинами не требует вмешательства человека в их работу. Микротурбины устойчиво работают в диапазоне нагрузок от 3 до 100 % своего номинала. Собирая несколько турбин в, так называемые, кластеры, можно на их основе создавать мини-ТЭЦ мощностью несколько мегаватт.

Экологические характеристики микротурбин лучше соответствующих показателей турбин промышленных. Так, содержание NO_x в продуктах сгорания не превосходит 10 ppm, CO – 15 ppm. Акустическое воздействие – до 65 дБ – может быть погашено при помощи дополнительных кожухов. Электрический КПД – 25–33 %.

Газопоршневые двигатели по сравнению с турбинами имеют более высокую эффективность производства электроэнергии. КПД по производству электроэнергии значительно выше – до 45 %. При этом он в меньшей степени зависит от температуры наружного воздуха. Мини-ТЭЦ на базе ГПА мобильны, возможно их контейнерное исполнение, для ввода в эксплуатацию достаточно лишь установить их на надежное основание и подключить к внешним сетям. В энергоцентрах технически можно установить неограниченное количество агрегатов, что дает возможность покрыть почти любую потребность в электроэнергии. ГПА в течение своего длительного (до 200 тыс. ч) жизненного цикла могут, в отличие от турбин, претерпевать практически неограниченное количество пусков и остановов без ущерба для ресурса.

Но мини-ТЭЦ на базе ГПА имеет и ряд недостатков. Существенное ограничение – поршневые двигатели, как правило, не рекомендуются эксплуатировать продолжительное время с нагрузкой менее 50 % номинальной мощности.

Кроме того, число движущихся частей в поршневом двигателе больше, чем в турбине, что связано с более частым сервисным обслуживанием и увеличением эксплуатационных расходов.

Проблема вибрации в случае применения ГПА требует отдельного решения посредством установки различных виброгасящих устройств. Кроме того, повышенная эмиссия вредных веществ диктует необхо-

димость применения внешних каталитических фильтров. В свою очередь производители пытаются решить эту проблему путем модернизации двигателей, направленной на изменение степени сжатия топливной смеси и времени горения.

Также к недостаткам ГПА относится несколько более сложная организация когенерации, поскольку распределение тепловой энергии между охлаждающей жидкостью, маслом и отходящими газами требует применения нескольких систем утилизации тепла.

Сегодня на российском рынке предлагаются ГПА мощностью по электричеству до 8,5 МВт. КПД по электричеству – 35–45 %.

Основой систем комбинированного (парогазового) цикла служит газовая турбина мощностью от 10 МВт, отходящие газы которой используются для производства пара. Последний направляется в паровую турбину. Такая схема позволяет увеличить производительность по электричеству до 55 % и чаще всего используется генерирующими компаниями. Когенерация в системах комбинированного цикла может быть организована путем отвода части тепла из паровой турбины.

Небольшие (0,5–12 МВт) паровые турбины позволяют создавать мини-ТЭЦ на базе уже действующих паровых котлов, давление пара на выходе которых, как правило, значительно выше, чем нужно для технологических процессов, и избыток гасится специальным дроссельным устройством. При этом энергопотери составляют 40–50 кВт на 1 т выработанного пара. Установив параллельно дроссельному устройству турбину с генератором, можно получать электроэнергию. Электрический КПД паросилового цикла – до 27 %.

Построение когенерации на основе паросилового цикла может оказаться полезным и при использовании альтернативных видов топлива, например, при сжигании древесных и сельскохозяйственных отходов, торфа и др.

Для производства холода, то есть реализации на мини-ТЭЦ принципа тригенерации, применяют компрессионные и абсорбционные холодильные установки. На 1 кВт потребляемой электроэнергии первые вырабатывают 3–5, вторые – 1 кВт холода. С точки зрения энергосбережения, совместно с когенерационными установками эффек-

тивно применение абсорбционных установок. Их отличает большая надежность (в то время как компрессионные требуют меньших капитальных затрат). В случае мини-ТЭЦ мощность абсорбционных машин оптимально рассчитывать, исходя из количества утилизируемого тепла, а пиковые нагрузки по холодоснабжению покрывать с помощью компрессионных машин.

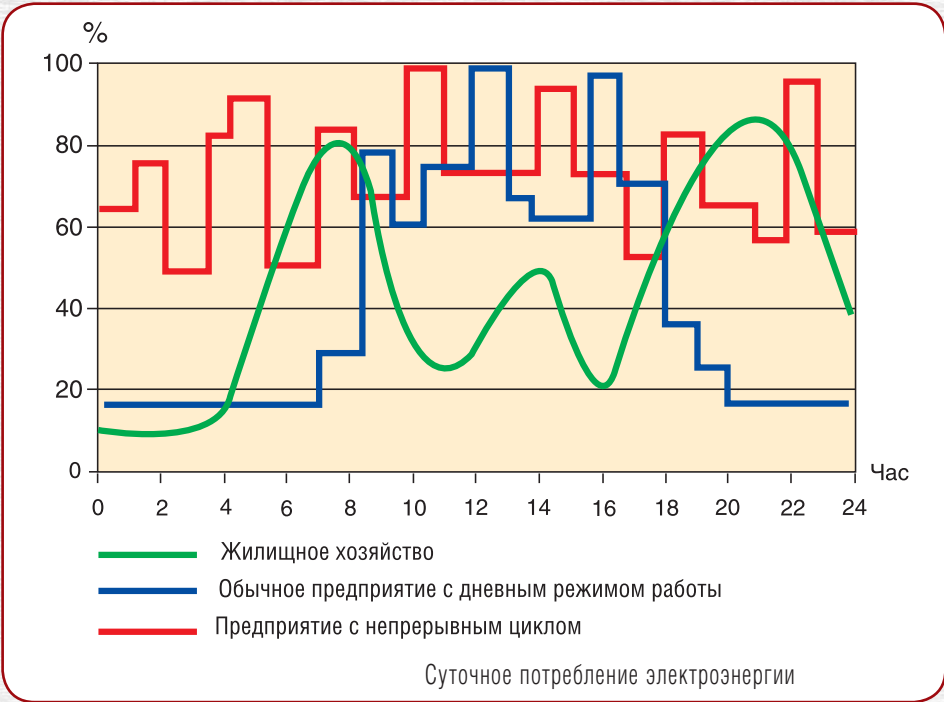
Режимы работы

Основой создания мини-ТЭЦ (сюда входят выбор типа генерирующего оборудования, его единичной мощности и количества агрегатов, формирование конфигурации станции) является тщательный анализ нагрузок, в первую очередь – электрических. Их характер и суточное распределение напрямую зависят от специфики потребителей. Так, наиболее равномерное суточное распределение нагрузок имеет место на предприятиях с непрерывным циклом. Возможно скачкообразное изменение потребляемой мощности, вызываемое включением и выключением крупных потребителей.

Предприятие, работающее в обычном дневном режиме, ночью будет иметь минимальное потребление. Дневная нагрузка, как и в предыдущем случае, может характеризоваться резкими скачками.

В ЖКХ, как правило, отсутствуют крупные потребители энергии, а значит, нет и резких скачков нагрузки. Пики потребляемой мощности приходится на утро, обеденное время и вечер. В ночной период нагрузка минимальна.





Анализ характера и суточного распределения электрических нагрузок позволяет определить как максимальную, так и минимальную требуемую мощность. Из первого значения рассчитывается суммарная производительность энергетических установок, из второго – единичная.

Если работа в режиме минимального потребления приводит к падению нагрузки ниже допустимого порога (для ГПА – 50 % его номинальной единичной мощности), то для обеспечения бесперебойной работы установок может использоваться балластная нагрузка или (после отключения мини-ТЭЦ) необходимо перейти на другой источник электроэнергии (ДЭС либо сеть).

Подключение к электросети дает возможность более гибко подойти к организации электроснабжения. Во-первых, при снижении нагрузки можно отключать установки, переходя на питание от сети, чтобы снова включать их при повышении потребления (эти операции осуществляются автоматически).

Во-вторых, в ряде случаев – при сравнительно небольшом времени работы на максимальной мощности и относительно невысокой величине пиковых нагрузок по отношению к среднесуточному потреблению – экономически оправдан режим покрытия пиковых нагрузок за счет сети. Это позволяет уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты, сократить срок

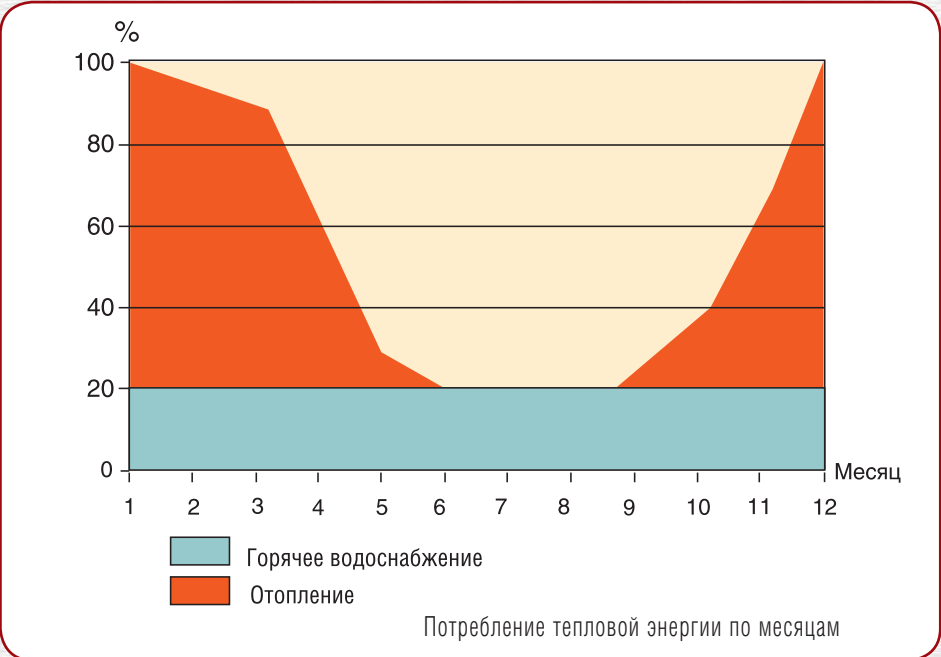
окупаемости оборудования. Для работы с сетью устанавливается дополнительное оборудование, обеспечивающее внешнюю синхронизацию и релейную защиту.

Работа мини-ТЭЦ в режиме когенерации позволяет резко – до 90 % – повысить эффективность использования ГПА и ГТУ, а также приблизительно в три раза снизить себестоимость вырабатываемой энергии. Для подбора оборудования необ-

ходим анализ потребления тепла в течение года. Затраты энергии на горячее водоснабжение и технологические процессы, как правило, распределены равномерно и не зависят от времени года. Наиболее высокое потребление тепла обычно приходится на зимний период, когда пиковые нагрузки вызваны потребностью в отоплении.

Управление станцией возможно по приоритету получения электрической или тепловой энергии. В первом случае режим работы оборудования зависит от потребляемой электрической мощности. Недостаток тепловой энергии компенсируется с помощью «пиковых» отопительных котлов, работающих параллельно с когенератором. Мощность котлов подбирается так, чтобы вырабатываемое тепло обеспечивало максимальные потребности объекта при работе когенератора с минимальной нагрузкой по электричеству. При этом вырабатываемое тепло может оказаться избыточным даже при отключенных котлах (например, в летний период). В этом случае оно отводится в окружающее пространство с помощью систем охлаждения.

При работе с приоритетом по тепловой энергии необходимо соединение с электрической сетью, в целях «дополучения» недостающего количества электроэнергии при малых потребностях



в тепле. Недостаток тепла при максимальных нагрузках должен обеспечиваться также пиковыми отопительными котлами. Это целесообразно, поскольку оборудование для когенерации существенно превосходит по цене и стоимости обслуживания котельную технику соответствующей тепловой мощности, и полное теплообеспечение объекта посредством когенерационных установок приводит к значительному росту как капитальных, так и эксплуатационных затрат. Поэтому при подборе когенерационного оборудования необходимо исходить из имеющихся потребностей в электроэнергии.

Режим тригенерации позволяет избежать потерь тепловой энергии в летний период и повысить общий КПД энергоцентра и его экономические показатели. В этом случае избыточное тепло утилизируется в системах вентиляции и конди-

ционирования. Например, круглогодичная утилизация тепла, вырабатываемого ГПА, позволяет снизить себестоимость электроэнергии в два раза по сравнению с режимом эксплуатации, когда тепло используется только в холодный период (порядка шести месяцев в году).

В заключение – несколько советов.

На самом раннем этапе необходимо тщательно проанализировать прогнозируемые нагрузки: величины, их графики (суточные, месячные, годовые), разработать четкую концепцию мини-ТЭЦ. Выбрав «место посадки» мини-ТЭЦ, необходимо проанализировать возможность соблюдения нормативных требований надзорных органов и отсутствия претензий от близрасположенных организаций.

Энергообеспечением (электроэнергия, тепло и, возможно, холод) объекта целесообразно – в первую очередь из экономических соображений – занимать-

ся комплексно и предпочтительно под единым техническим руководством.

Станция, спроектированная, смонтированная «под ключ» и введенная в строй одной проектно-монтажной организацией, имеющей опыт подобных работ, надежнее и экономичнее в эксплуатации, чем построенная «новичком» или несколькими узкоспециализированными организациями, отвечающими только за свое направление работы.

Важные факторы при выборе оборудования и его поставщика – наличие сервисной службы в данном регионе, доступность и заменяемость расходных материалов. При оценке стоимости проекта сооружения мини-ТЭЦ в целом надо считать не только капитальные затраты на приобретение оборудования и строительство станции, но и планируемые эксплуатационные расходы.

valve cimberio®

**ЛЕГЕНДАРНОЕ КАЧЕСТВО И ВЫСОЧАЙШИЙ УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДСТВА
СОЕДИНЕННЫ В ОДНОМ ИМЕНИ**

**ОБУЧЕНИЕ У ВЫСОКОСПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЭКСПЕРТОВ
КОУЧИНГ ДЛЯ ВСЕХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

**НАЛАДКА PRO-BALANS
ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА
SOFT-ТЕХНОЛОГИИ
ПРОДАЖИ**



тел. +7(495)989-74-22

www.cimberio.com

inforu@cimberio.it

Реклама



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

Турбины для мини-ТЭЦ

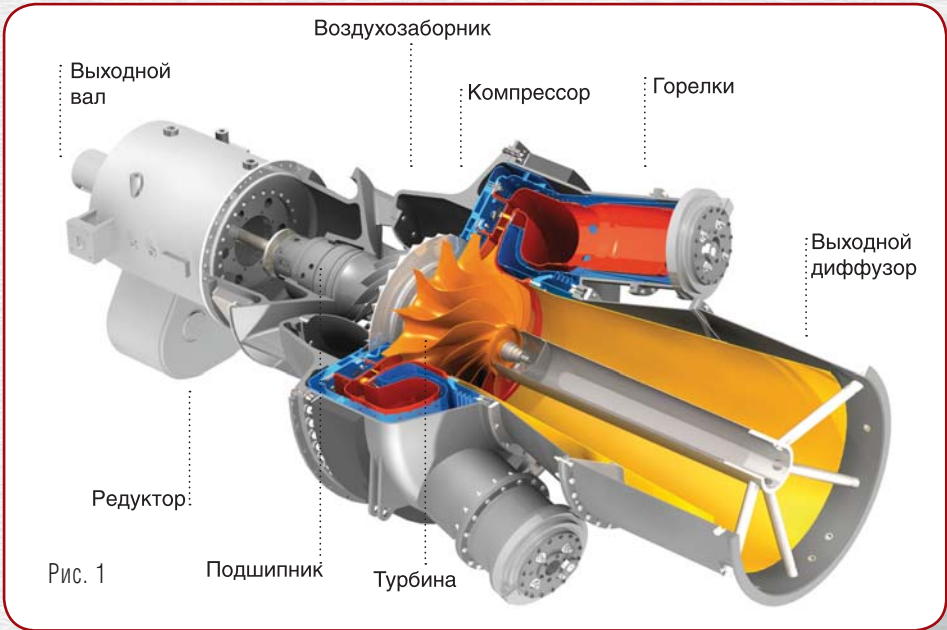
Д. Строганов

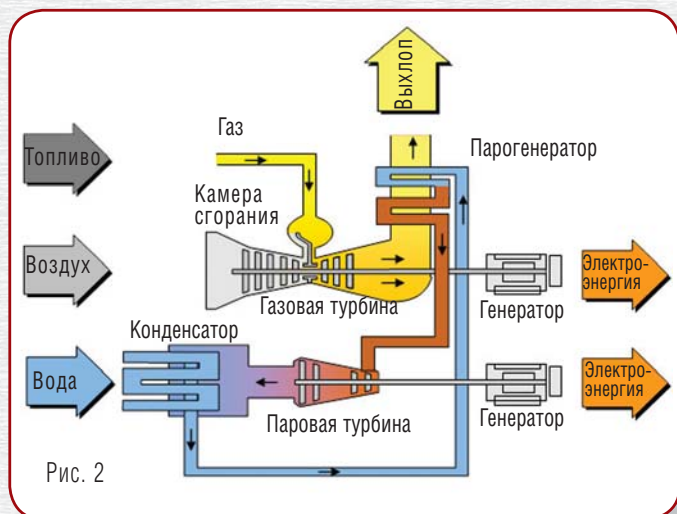
Основными узлами газотурбинной установки (ГТУ) являются газовая турбина (газотурбинный двигатель) и электрический генератор. В свою очередь газотурбинный двигатель включает в себя компрессор, камеру сгорания и турбину с выхлопным диффузором. Нередко газотурбинный двигатель оборудуют редукторами, используемыми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

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

дукты сгорания выводятся через дымовую трубу.

По конструкции газотурбинные двигатели делятся на одно- и многоваль-





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

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

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

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

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

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

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

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

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

Кроме того, у ГТУ меньше движущихся

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

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

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





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

ГТУ зарубежных производителей часто проектируются таким образом, чтобы их можно было легко приспособить для работы на самых различных видах топлива: природном газе, попутном нефтяном газе, дизельном топливе, керосине, биогазе.

Российские установки в первую очередь предназначены для работы на природном газе и дизельном топливе в качестве резервного.

В СССР действовало большое количество предприятий, специализирующихся на разработке и изготовлении газовых турбин (в том числе для авиационной промышленности и морского транспорта).

Поэтому сегодня у нас в стране существует ряд компаний, предлагающих рынок ГТУ мощностью до 30 МВт. В их числе ОАО «Авиадвигатель» (Пермь), ОМП им. Баранова (Омск), Ленинградский металлический завод, Невский машиностроительный завод (Санкт-Петербург), НПП «Мотор» (Уфа), ММП «Салют», МКБ «Союз» (Москва), НПО «Сатурн» (Рыбинск, Ярославская обл.).

Неплохие позиции на российском

рынке турбин занимают такие украинские производители, как ОАО «Мотор Сич» (Запорожье) и ГП НПКГ «Зоря-Машпроект» (Николаев).

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

Микротурбины

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

К достоинствам этого оборудования относятся возможность длительной работы на предельно низкой (до 3 %) мощности; низкий уровень эмиссии (менее 15 ppm для NO_x); низкий уровень шума и вибрации; высокое качество электроэнергии. Кроме того, модели с воздушными подшипниками не нуждаются в смазочных материалах.

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

Полный ресурс микротурбин обычно составляет от 60 до 120 тыс. ч, ресурс до капитального ремонта – от 24 до 60 тыс. ч. Они могут работать на природном газе, пропане, дизельном топливе, керосине, возобновляемых видах топлива.

Самым существенным фактором, сдерживающим распространение микротурбин в нашей стране, является их высокая стоимость.

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





ТЕПЛО В НАШИХ РУКАХ!

8 800 200 8805

Звонки по России бесплатно

www.entroros.ru



Мини-ТЭЦ, даже сошедшие с конвейера завода, – индивидуальные и отличаются друг от друга потребителями тепла и электроэнергии, пиковыми периодами, гидравлическими режимами теплосетей различной протяженности.

Гидравлические схемы мини-ТЭЦ

Н. Смирный

Первое десятилетие XXI века прошло под знаком активного развития технологии строительства мини-теплоэлектростанций, хотя еще в 1990-х гг. в нашей стране собственная автономная мини-ТЭЦ для небольшого промышленного предприятия или торгового центра казалась ненаучной фантастикой. Первые прорывные проекты показали возможность строительства частных мини-ТЭЦ (что было не вполне очевидно, с точки зрения органов технического надзора). Эти проекты стали пробной площадкой для оценки экономической эффективности вложений отнюдь не малых финансовых и иных ресурсов предприятия, раскрыли реальную себестоимость электрической энергии и показали надежность такого электроснабжения. Этим была подготовлена почва для дальнейшего массового использования мини-ТЭЦ предприятиями и организациями.

Активное внедрение не заставило себя долго ждать. Энергоцентры строятся

повсюду: когенерационные и тригенерационные (с утилизацией попутного тепла для тепло-, холодоснабжения), подключенные к сетям в качестве резерва, с резервированием «от сети» или в «островном режиме», с приоритетной выработкой электро- или теплоты. Появились проекты, связанные с внедрением электрогенерирующих установок в существующие работающие котельные и тепловые сети. Поскольку в каждом случае проблемы конкретного предприятия решались силами различных проектных групп, были реализованы всевозможные схемы работы оборудования, в том числе и не всегда оптимальные.

Отметим, что само по себе электроснабжение достаточно дорого, и любая мини-ТЭЦ может снизить удельную стоимость генерируемой энергии с помощью ко- или тригенерации. Достигнутая на сегодняшний день эффективность использования внутренней энергии природного топлива достигает 85–90 %. Но для вы-

хода на такие показатели необходим вдумчивый подход ко всем элементам мини-ТЭЦ: динамически меняющиеся потребности в тепло- и электроснабжении не взаимосвязаны, и в таких условиях крайне важна согласованность оборудования электро- и теплогенерации, утилизации тепла.

В нашей стране экономически более эффективно использовать мини-ТЭЦ с приоритетом по электроснабжению, утилизируя неизбежные тепловыделения работающих машин электрогенерации в качестве побочного продукта. Вторично по приоритету и утилизация тепла выхлопных газов.

Рассмотрим возможные схемы гидравлической стыковки оборудования мини-ТЭС в привязке к распространенным в промышленности тепловым сетям с постоянным круглогодичным температурным графиком 110/70 °С без регулирования по температуре наружного воздуха. В таких сетях потребляемой мощностью

управляют изменением количества проходящего через них теплоносителя. Прием, что все необходимое оборудование для регулирования расхода и температуры выполнено в соответствующих тепловых пунктах потребителя, в том числе летом (на нужды ГВС и при получении холода на абсорбционных установках).

Так как варианты реализации мини-ТЭС различны в деталях, положим, что рассматриваемая нами мини-ТЭС содержит:

- две системы электрогенерации с системами утилизации тепла рубашки водяного охлаждения (M1 и M2);
- две системы утилизации тепла выхлопных газов (Y1 и Y2);
- два водогрейных котла (K1 и K2);
- две системы охлаждения (X1 и X2).

Мощности систем утилизации побочного тепла условимся считать пропорциональными мощности электрогенерации во всем диапазоне от минимального до максимального значений. (Заметим, что некоторые производители установок позволяют выключать систему утилизации тепла выхлопных газов и отводить тепловую энергию в атмосферу, но подобное «регулирование» может быть признано только как временная мера для предотвращения аварийных ситуаций.)

Последовательная схема

Самая простая гидравлическая схема заключается в последовательном подключении утилизаторов и генераторов тепла (рис. 1). Первичный нагрев обратного теплоносителя происходит в рубашке водяного охлаждения двигателя, дальнейший – в утилизаторе тепла выхлопных газов. Температура на выходе из устройства не контролируется и пропорциональна нагрузке на электрогенератор.

Конечная температура теплоносителя может оказаться достаточной для нужд тепловой сети. Однако потребности в отоплении и электроснабжении отдельного предприятия или района ЖКХ в течение года совпадают нечасто. Поэтому, если температура теплоносителя на выходе машины недостаточна для системы отопления, то догрев до установленной температуры производится теплогенератором. Так как последний действует

независимо, то поддержание необходимой температуры изменением мощности нагрева может производиться с высокой точностью. Если потребление тепла меньше его утилизации, то температура обратного теплоносителя из тепловой сети растет, и в работу включаются системы охлаждения.

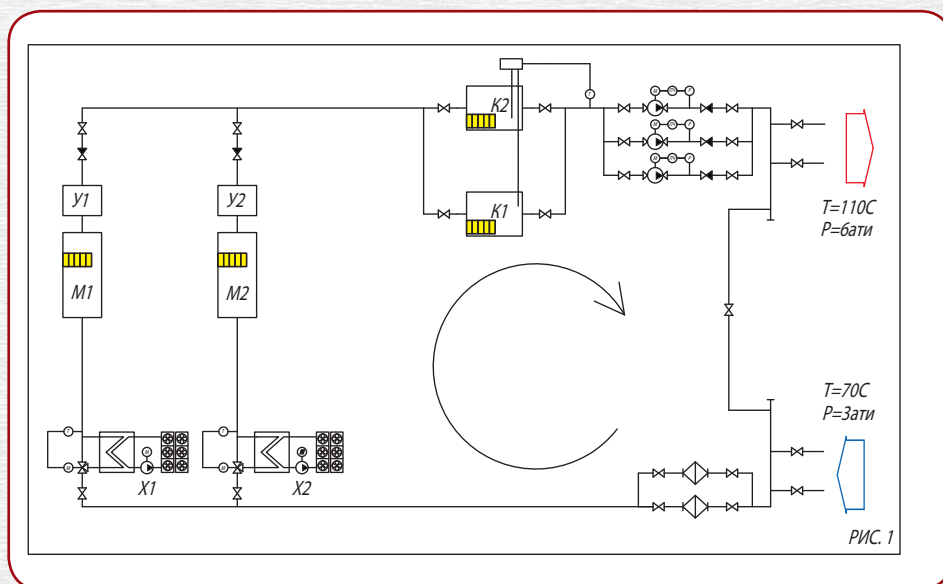
Байпас между прямым и обратным коллекторами показан условно – как напоминание о необходимости поддерживать минимально необходимый расход в тепловой сети потребителя. Способы выполнения данного условия просты и выбираются, исходя из особенностей гидравлических режимов работы тепловой сети потребителя.

Простота указанной выше схемы заключается в отсутствии необходимости гидравлически увязывать расходы систем утилизации и генерации тепла (расходы воды одинаковы и равны изменяющемуся расходу воды у потребителя). Такую схему, состоящую из исходных взаимонезависимых блоков, легко реализовать на оборудовании российских производителей. Приобрести устройства подобной компоновки у иностранного производителя скорее всего не получится – как правило, когенерационные установки поставляются в комплекте с насосами, системами автоматики и защиты. Поэтому для гидравлической увязки такого комплектного блока в описанную схему потребуются дополнительные мероприятия (рис. 2).

На приведенной выше схеме элементы увязаны с помощью короткозамкнутого гидравлического контура (гидравлического разделителя). Заметим, что требование минимального расхода в теплосети потребителя здесь не действует – при полном отключении потребителя электрогенерирующие устройства могут работать «на себя» через гидравлический разделитель и систему охлаждения. Схемы с подобной организацией часто рекомендуются производителями иностранного оборудования.

Не стоит забывать о возможности применять вместо гидравлического разделителя теплообменное оборудование. Это особенно важно для систем с недостаточным контролем качества сетевой воды, открытых или старых и распределенных тепловых сетей с постоянными утечками. Выбор схемы увязки лучше всего сделать по результатам технико-экономического обоснования.

Для малых систем схему, показанную на рис. 2, можно улучшить, заменив гидравлический разделитель резервуаром-аккумулятором тепла, сглаживающим возможные кратковременные падения температуры сетевой воды на пике потребления до момента выхода котла на необходимый режим. Пики теплопотребления характерны для систем ГВС (особенно в ЖКХ) или в специфических системах, таких как тепличное хозяйство. Для больших и распределенных систем подобные «набросы» тепловой нагрузки нехарак



терны. К тому же аккумуляторы для таких систем со значительными мощностями и расходами воды довольно дороги.

Ключевой момент схемы с последовательным соединением – возможность одновременной работы котлов и охлаждательных установок. При недостаточном теплоснабжении увеличивается температура обратного теплоносителя и включаются системы охлаждения, обеспечивающие охлаждение в обратной линии до необходимых 70 °С. Но тепла утилизации машин, работающих на неполной нагрузке, недостаточно, чтобы нагреть воду с 70 до требуемых 110 °С. Поэтому одновременно с охладителями включаются котлы. Самое неприятное, что описанная ситуация – это не секундный «переходный момент», а обычный многочасовой режим работы такой мини-ТЭЦ в «условно теплые» дни отопительного периода.

Еще один существенный недостаток последовательных схем – пониженное КПД водогрейных котлов, вынужденных догревать теплоноситель на несколько градусов, работая у верхней границы температурного режима. Зимой, на пике теплоснабжения, котлы в таких схемах могут работать с нормативным КПД. Но в переходные периоды (при среднем и низком уровне теплоснабжения) температура на входе в котел может составлять 95–100 °С, и его КПД значительно снижается. В этом случае на продолжительное время падает и общая эффективность мини-ТЭЦ, растет себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Этот негативный фактор уменьшается и исчезает при значительном превышении необходимой тепловой мощности над мощностью утилизации тепла электрогенерационных машин (по имеющимся оценкам, соотношение должно быть больше, чем 10:1). Но в большинстве случаев потребности в тепле и электричестве единичного предприятия сбалансированы, и указанный эффект будет иметь место. И если в летний период предприятия готовы мириться с неизбежным снижением потребления тепла и общего КПД мини-ТЭЦ, то в отопительный сезон этого делать нельзя.

Параллельная схема

Существует ли возможность избежать указанных недостатков? На рис. 3 приведена схема с параллельной работой блоков утилизационного и теплогенерирующего оборудования. В утилизационном блоке сохранилась последовательная схема нагрева теплоносителя как наиболее распространенная в комплектных установках. При этом температура на выходе из блока утилизации контролируется и поддерживается на уровне 110 °С путем изменения расхода. Так как на входе температура воды постоянна (при необходимости системой охлаждения она поддерживается на уровне 70 °С), то увеличение расхода воды приводит к уменьшению температуры на выходе утилизатора, уменьшение расхода – к увеличению температуры. Расход регулируется с помощью насоса

с частотным приводом, работающего по сигналу датчика температуры на выходе утилизатора.

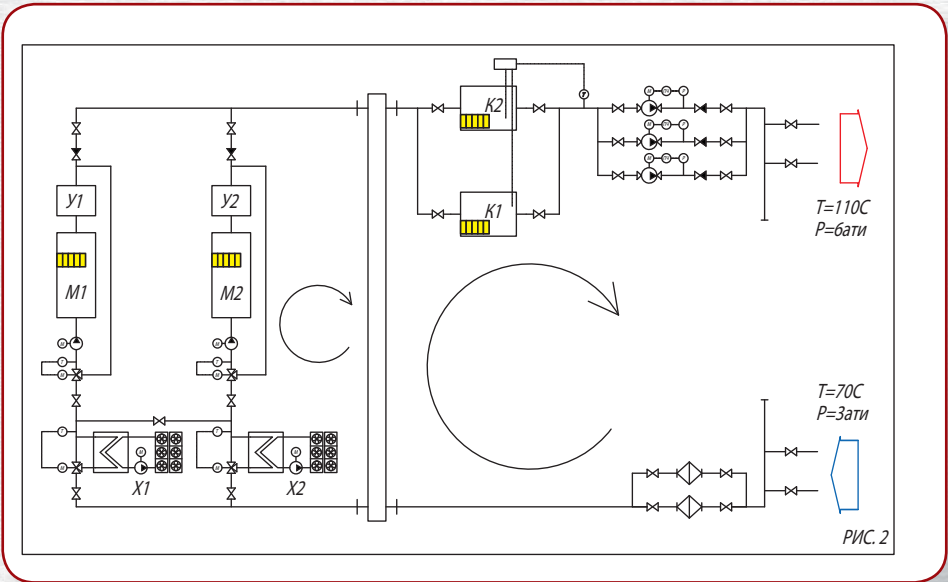
Теплогенерирующее оборудование поддерживает температуру воды в подающей магистрали, подогревая воду с 70 до 110 °С, с максимально возможным КПД. Основная сложность данной схемы – необходимость точно регулировать постоянно меняющиеся расходы теплоносителя через блоки утилизации, водогрейные котлы и тепловую сеть.

Нельзя допускать подмеса воды из обратной линии в подающую через гидравлический разделитель. В этом случае не выдерживается температура подающего теплоносителя, и в то же время увеличивается температура обратной охлаждающей воды на входе электрогенерационных машин, а значит, возникает необходимость включения охлаждательных установок. Схемой уже предусмотрено регулирование расхода воды через блоки утилизации, а тепловая сеть (независимо от мини-ТЭЦ) регулирует расход воды согласно потребности в тепле. Поэтому остается единственная возможность увязать гидравлику схемы – регулировать расход воды через водогрейные котлы. Основной принцип регулирования – поддержание нулевого протока через гидравлический разделитель.

Движение воды и его направление через гидравлический разделитель можно определить по датчикам: если два из трех датчиков показывают одинаковую температуру, то движение среды происходит по направлению к третьему.

Изменение расхода воды через котел можно осуществлять, например, управлением котловым насосом с частотным регулированием привода по алгоритму, основанному на показаниях указанных датчиков. (Алгоритм реализуется программируемым логическим контроллером или другим подобным устройством.)

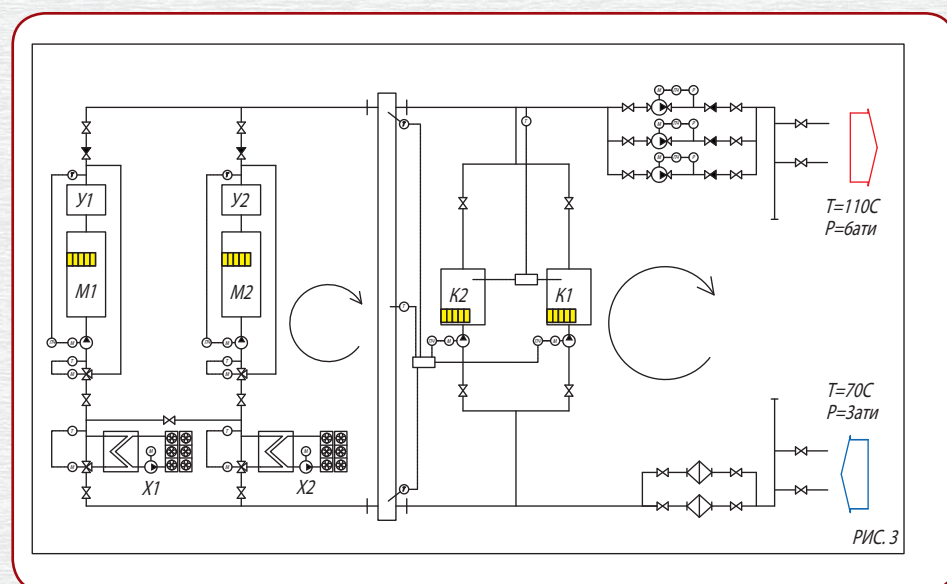
В принципе возможно еще более повысить КПД утилизации, увязав параллельно все блоки утилизации и водогрейные котлы, но эта схема требует дополнительного обсуждения с производителем электрогенерирующих машин, поскольку необходимо соответствующим образом спроектировать систему безопасности и управления.



Действительно ли указанная параллельная схема может избежать недостатков последовательных схем и не добавит новых? Рассмотрим подробнее. В первую очередь можно отметить, что схема 3 соответствует всем рекомендациям производителей по организации безопасной и правильной работы электрогенерирующих машин. Наличие гидравлического разделителя снимает все вопросы по гидравлической увязке оборудования, в том числе о необходимом минимальном расходе в тепловой сети. Фактически схемы 2 и 3 отличаются только местом врезки трубопровода подачи на котлы и наличием дополнительных котловых насосов.

Во-вторых, можно отметить усложнение системы управления – добавляются новые датчики и логический контроллер. Но на таком технически сложном объекте электроника – наиболее надежный класс оборудования, а реализация управляющего алгоритма по плечу программисту средней квалификации.

В целом, экономическая эффективность внедрения параллельной схемы по сравнению с последовательной требует отдельного рассмотрения с учетом незначительного увеличения капитальных затрат (два насоса с частотным управлением и логическое реле с тремя датчиками). Заметим, что избежание одновременной



работы охладителей и котлов в теплый период, а также снижение КПД котлов в отопительный сезон может уменьшить общее годовое потребление газа. Поэтому для первичной оценки эффективности параллельной схемы можно сравнить 3–5 % годовой стоимости потребленного мини-ТЭЦ газа со стоимостью насосов.

В заключение подчеркнем, что описанная параллельная схема не является универсальным решением. Каждый объект – уникален. Мини-ТЭЦ, даже сошедшие с конвейера завода, – инди-

видуальны и отличаются друг от друга потребителями тепла и электроэнергии, пиковыми периодами, гидравлическими режимами теплосетей различной протяженности. Для мини-ТЭЦ, находящейся на конкретном объекте, многие схемы будут работоспособны, и только одна – наиболее эффективна. Все это требует внимания и проектировщика, и наладчика, и инженера службы эксплуатации: цена быстрых решений осознается всеми при получении счетов за энергоносители.

Котлы в новом статусе

В этом году продукции компании «Терморобот» (г. Бердск, Новосибирская обл.) был присвоен статус «Новосибирская марка». Эта награда достается предприятиям, выпускающим высококачественную конкурентоспособную продукцию, применяющим инновационные технологии и имеющим безупречную репутацию. В ряду выпускаемой компанией продукции – промышленные водоохлаждаемые котлы «Терморобот» с автоматизированной водоохлаждаемой линейной горелкой со шнековой системой перемещения угля и удаления золы. Котлы имеют микропроцессорную погодозависимую автоматику; работают на каменных и бурых углях фракции 0–50 мм (БОМСШ, ДОМСШ); применяются для автономного отопления не подключенных к газу объектов малого бизнеса и социальной сферы; поставляются как самостоятельные изделия либо в составе блочно-модульных котельных «Терморобот» мощностью от 40 кВт до 1,5 МВт. Мощность котлов регулируется в пределах 10–110 % номинала без ухудшения КПД и экологи-

ческих показателей. Высокий КПД (85–88 %) достигается за счет полного сжигания летучих компонентов угля, отсутствия механического недожога и наличия эффективного

3- или 5-ходового жаротрубного теплообменника, обеспечивающего низкую температуру дымовых газов.



Энергоустановки на топливных элементах в системе распределенной энергетики

В. Гребенщиков, к.т.н.

В «Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики России до 2020 г. с учетом перспективы до 2030 г.» записано: «... Повышение экономической и энергетической эффективности электроэнергетики, ее надежности невозможно без оптимального сочетания развития крупных базисных электростанций с масштабным развитием распределенной генерации».

Объектам распределенной генерации обычно относят источники генерирующей мощности до 25 МВт, расположенные в непосредственной близости от потребителей и выдающие мощность в распределительную сеть. В качестве первичной энергии используются, как правило, природный газ (ГТУ-ТЭЦ, ГПУ-ТЭЦ), возобновляемые источники энергии (ВИЭ), а также топливные элементы (ТЭ).

Главными факторами, стимулирующими развитие распределенной генерации, являются:

- повышение надежности электро- и теплоснабжения в условиях рыночной неопределенности;
- отсутствие затрат на сооружение линий электропередач и подстанций;
- повышение защищенности от рисков, связанных с колебанием цен;
- ужесточение экологических требований.

В последние годы растет интерес к топливным элементам, которые отличаются высокой надежностью и лишены недостатков, свойственных ветрогенераторам и солнечным установкам (безветрие или ураганные ветры, темное время суток и т.д.).

Топливные элементы – это электрохимические генераторы, которые преобразуют химическую энергию в электрическую. При этом отпадает необходимость

в организации процесса горения, превращения тепловой энергии в механическую, а механической – в электрическую. В топливных элементах электроэнергия образуется вследствие химической реакции между восстановителем и окислителем, которые непрерывно поступают к электродам. Чаще всего в качестве восстановителя используется водород, а окислитель – это чистый кислород или воздух. Совокупность батареи топливных элементов и устройств для подачи реагентов, а также для отвода продук-

тов реакции и тепла представляет собой электрохимический генератор.

На рынке в настоящее время присутствуют топливные элементы разного типа. В 90-х гг. в США, например, доминировал один изготовитель – ONSI Corp. (Южный Виндзор, штат Коннектикут). Он выпускал фосфорно-кислотные топливные элементы, отличавшиеся высокими эксплуатационными характеристиками. Например, серийная установка РС 25 мощностью 200 кВт имела коэффициент готовности 96 %, а среднюю наработку на отказ – 2,5 тыс. ч.

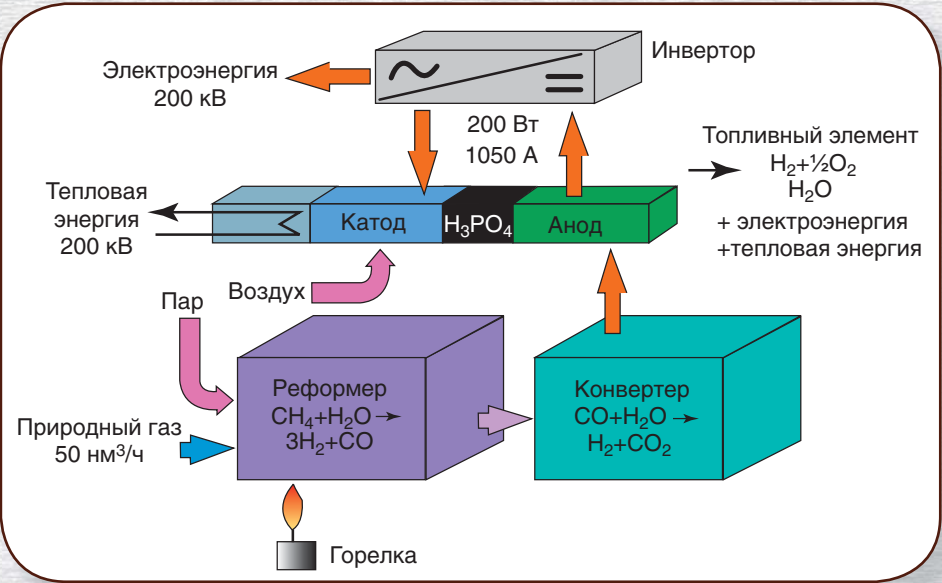


Рис. 1. Принципиальная схема топливного элемента

В ФРГ на начало 2001 г. уже работало 13 установок ONSI PC 25 мощностью по 200 кВт. В те же годы в ФРГ работал ряд демонстрационных установок на топливных элементах, в том числе – две установки с протонно-обменной мембраной (опытная на 3 кВт, изготовленная American Power Corp., и мощностью 250 кВт, изготовленная Alstom-Ballardi). Испытывались также топливные элементы на расплавленных карбонатах мощностью 280 кВт (фирма MTU HM – ERC) и три установки на твердооксидных топливных элементах мощностью 1 кВт производства Sulzer Hexis.

Позже широкую известность приобрел топливный элемент с фосфорной кислотой марки PAFC. Такие установки имели КПД по выработке только электроэнергии до 40 %, а при полной утилизации выделенного тепла – 85 %. Электролит этого топливного элемента представлял собой жидкую фосфорную кислоту, пропитывающую карбид кремния, связанный тефлоном. Рабочая температура составляла 175–200 °С. На рис. 1 показана схема такого топливного элемента мощностью 200 кВт.

В реформере взаимодействие природного газа и пара приводит к появлению водорода H_2 и монооксида углерода CO , который в конвертере доокисляется до диоксида углерода CO_2 . Пакет элемента снабжен двумя графитовыми пористыми электродами и ортофосфорной кислотой в качестве электролита. Электроды покрыты платиновым катализатором. На аноде молекулы водорода под влиянием катализатора диссоциируют на ионы H . Освобожденные в этой реакции электроны направляются к катоду и реагируют с ионами водорода, диффундирующими через электролит, и с ионами кислорода, которые образуются в результате каталитической реакции окисления кислорода воздуха на катод, образуя в конечном итоге воду.

Многие производители считают, что наиболее перспективный топливный элемент – SOFC. Это твердооксидный топливный элемент, использующий любое газообразное топливо. Его рабочая температура достигает 980–1000 °С, электролит – твердый цирконий, стабилизированный иттрием. КПД по отпуску электроэнергии

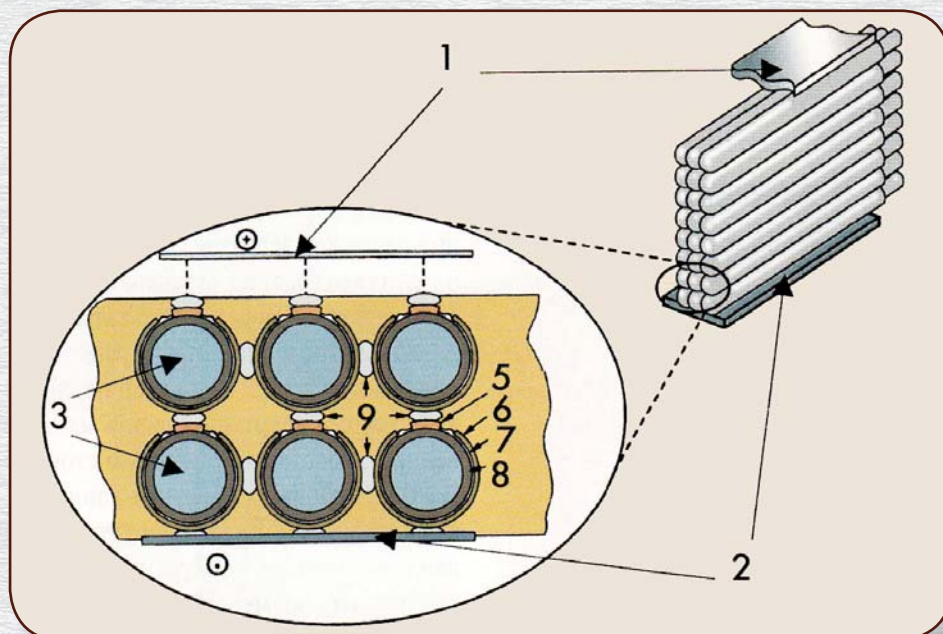


Рис. 2. Конфигурация батареи SOFC фирмы Siemens Westinghouse Power Corporation: 1 – катодная шина; 2 – анодная шина; 3 – воздух; 4 – топливо; 5 – соединитель единичных SOFC; 6 – топливный электрод; 7 – электролит; 8 – воздушный электрод; 9 – никелевая подушка

составляет 50–55 %, а при использовании в установках комбинированного цикла – до 65 %. Европейское подразделение американской компании Siemens Westinghouse Power Corporation (SWP – Германия) поставляет на рынок батарею SOFC из 24-х элементов (рис. 2).

Такая батарея является основой электрохимического генератора, работающего на природном газе. Первые установки такого типа, освоенные еще в 80-х гг. прошлого столетия, имели мощность всего 400 Вт, но уже через несколько лет их мощность увеличилась до 100 кВт, а период эксплуатации при допустимом падении мощности составил 40 тыс. ч.

Помимо высокой надежности, достоинством топливных элементов является удобство их использования как распределенных источников энергии, что обусловлено их модульной конструкцией. Теоретически можно соединить последовательно любое количество отдельных элементов с образованием батареи, обеспечивающей нужную мощность. При этом даже для установок мощностью всего лишь несколько сот киловатт удается сохранить высокий КПД во всем диапазоне нагрузок. Это выгодно отличает их

от ГТУ и двигателей внутреннего сгорания, КПД которых с уменьшением номинальной мощности быстро снижается.

Постепенно установки с топливными элементами начали использовать в коммерческих целях. Компания Fuel Cell Energy (США) поставила установку типа MCFC для госпиталя Bad Neustadt в ФРГ. Эта установка в сочетании с энергогенератором Hot Module (рис. 3) вырабатывает 300 кВт электроэнергии и обеспечивает теплоснабжение госпиталя (рабочая температура газа в топливном элементе – 600 °С). Трехлетнее наблюдение за работой этой установки показало: КПД по отпуску электроэнергии составляет около 50 %, выработка электроэнергии – 2500 МВт·ч.

Другая установка работает в ФРГ еще с конца 1999 г. в университете Bielefeld. Она имеет электрическую мощность 250 кВт с КПД по электроэнергии 47 %. Тепловая мощность (еще 250 кВт) выдается в виде горячего пара.

Американская компания Siemens Westinghouse поставила установку на описанных выше высокотемпературных твердооксидных топливных элементах типа SOFC мощностью 100 кВт для груп-



Рис. 3. Автономная система тепло- и электроснабжения на базе энергогенератора Hot Module

пы EDB/Elsam (Дания и Нидерланды). После эксплуатационных испытаний в течение 4000 ч была выполнена реконструкция отдельных узлов, затем эксплуатация была продолжена. Осмотр после 16 612 ч показал, что топливные элементы не имеют признаков деградации.

Компания Sulzer, разрабатывающая твердооксидные топливные элементы типа Hexis, начала коммерческую поставку домашних энергоустановок мощностью 1 и 2,5 кВт. Эти установки с успехом используются с обычной отопительной системой. Их КПД по отпуску электроэнергии составляет 25–30 %, общий КПД (за счет использования тепла) – 85 %.

В германоязычной Европе (Германия, Австрия, Швейцария) уже несколько сотен установок Hexis работают с начала века, а в 2005 г. начались коммерческие поставки таких же установок в США. Их начальная цена в те годы составляла 1500 долл. США за 1 кВт мощности.

Главным элементом установок Hexis является циркониевый керамический электролит, разделяющий химические реагенты. Тонкая газоплотная перегородка пропускает ионы O^{2-} , которые реагируют за перегородкой с ионами водорода H^+ . Реакция происходит при температуре 700–1000 °С, а отходящее тепло подает-

ся в реформер. Длительные испытания топливных элементов такого типа показали их надежность. Каждый топливный элемент представлял собой цилиндр диаметром 120 мм, высотой 518 мм и имел 70 отдельных ячеек с полной рабочей поверхностью 0,7 м². Рабочая t достигала 950 °С, напряжение – 39 В, сила тока – 27 А, электрическая мощность – 1053 Вт.

Для более крупных потребителей компания International Fuel Cells (США) разработала энергоустановку, состоящую из пяти модулей топливных элементов мощностью по 200 кВт каждый. Первая из таких установок была заказана энергокомпанией Chugach Electric (Аляска) для обслуживания почтового предприятия. В этой установке были использованы упомянутые ранее топливные элементы с фосфорной кислотой типа РС 25. Параметры топливных элементов следующие: мощность – 200 кВт, 235 кВт·А, напряжение

на выходе – 480/277 В при частоте 60 Гц, потребление природного газа, реформирующегося в водород, – 59,4 м³/ч, общий КПД установки – 87 % (по электрической нагрузке – 37, и по тепловой – 50 %). Установка обеспечивает выход тепла 264 кВт (227 Мкал/ч) при $t=60$ °С.

Важным достоинством этой установки являются ее экологические характеристики. Выбросы в атмосферу токсичных компонентов CO и NO_x находятся на уровне 1 ppm (см³/м³), а уровень звука при работе установки – 60 дБ (А) на расстоянии 9 м. Размеры одного модуля – 3×3×5,5 м, масса – 771 кг. Расчетный коэффициент готовности – 99,999 %, что эквивалентно одному выходу из строя на 1 мин при работе в течение трех лет. За первый год эксплуатации установка выработала 6000 МВт·ч электроэнергии. При этом переключение с автономной работы на параллельную с сетью занимает миллисекунды.

Другой тип топливных элементов (PEMFC, на протонно-обменных мембранах) используется на установке, изготовленной компанией Ballard Generation System для лаборатории связи NTT в Японии. Мощность установки – 250 кВт, КПД – выше 40 %. Такие установки работают при низкой температуре (обеспечивает низкие выбросы NO_x), быстро включаются и выключаются, что делает их привлекательными для распределенной энергетики и транспорта.



Электростанция для УППГ

БПЦ «Инжиниринг» заключил контракт с ООО «Новатэк-Таркосаленефтегаз» на изготовление нестандартной автоматизированной электростанции ENEX 130 для установки предварительной подготовки газа (УППГ) Северо-Ханчейского газового месторождения, расположенного в Ямало-Ненецком автономном округе.

Основу электростанции мощностью 130 кВт составят две микротурбины Capstone C65, одна из которых будет резервной. Блочно-контейнерную электростанцию изготовят на заводе БПЦ «Инжиниринг» в г. Тутаеве (Ярославская область).

Микротурбины Capstone, которые составят основу электростанции, уже подтвердили свою бесперебойную работу на десятках стратегически важных нефтегазовых объектов в России и СНГ. Их отличают простая одновальная конструкция двигателя и отсутствие трущихся деталей благодаря применению воздушного подшипника. Это повышает надежность установки и исключает необходимость применения масла и жидкостного охлаждения, обеспечивая тем самым длительные (8 тыс. моточасов) межсервисные интервалы.

Система управления ENEX 130 будет иметь 3-ю степень автоматизации. Анализаторы мощности обеспечат возможность удаленного контроля всех электрических параметров: вырабатываемой мощности, значений токов, напряжений, показателей качества сети. Управление системой, включая

перезагрузку программного обеспечения, полностью автоматизировано. Первоначальный запуск и мониторинг параметров работы электростанции будет осуществляться оператором из диспетчерского центра. В составе электростанции используются автоматы с моторными приводами для возможности удаленного управления в тестовом режиме.

При проектировании автономной электростанции учли климатические условия ее эксплуатации – температура воздуха в этой местности колеблется от -55 до +36 °С. В связи с этим контейнер планируется дополнительно утеплить и включить в состав оборудования предпусковые обогреватели. Последние в случае критически низкой температуры наружного воздуха, можно запустить удаленно и, прогрев контейнер до нужной температуры, обеспечить условия для запуска микротурбин.



Котлы Rendamax: тепло для отелей

Рост тарифов на центральное отопление в России заставляет владельцев гостиниц задумываться о переходе на более экономичные источники. Не лишним в такой ситуации будет обратиться к опыту коллег из Европы, где давно применяются газовые котлы. Например, владельцы брюссельских отелей Sheraton Hotel и Thon Hotel полностью доверили устройствам Rendamax R600 (Ariston Thermo Group) поддержание комфортной температуры в более чем 1000 номерах.

Потребность в реновации отелей появилась после строительства нового конференц-центра, что повлекло за собой увеличение числа посетителей и необходимость улучшения номерного фонда. В ходе реконструкции систему отопления двух зданий оставили объединенной, как было и раньше, но произвели замену старых газовых горелок на два напольных конденсационных котла Rendamax R600. Стоит отметить, что система теплоснабжения была отремонтирована без перерыва в работе отеля.

Устройства Rendamax имеют ряд отличительных особенностей, поскольку изначально разрабатывались для применения в крышных котельных. Так, они отличаются высокой ремонтопригодностью – их можно разобрать и доставить в удобное для монтажа место. Конструкция горелки обеспечивает стабильный и распределенный факел, что снижает уровень шума, а это особенно актуально для мест проживания и отдыха. Конденсационный принцип работы позволяет получить максимально высокий (не менее 98 %) КПД, и сэкономить тем самым до 35 % топлива. Благодаря

компактным габаритам, есть возможность «урезать» помещение для инженерных систем или использовать их наиболее эффективно.

Конструктивные особенности котлов Rendamax делают возможным стабильное функционирование при пониженном давлении газа, что уменьшает аварийность и исключает перебои в теплоснабжении. С помощью передовой системы управления автоматика регулирует и систему теплоснабжения. А при подключении дополнительного модуля возможна организация диспетчеризации на любое расстояние.

Следует также отметить, что котлы Rendamax имеют в своей конструкции водоохлаждаемую премиксную горелку, позволяющую добиваться минимального количества вредных выбросов. В случае с Sheraton Hotel и Thon Hotel это было немаловажно, поскольку в европейских странах действуют достаточно жесткие экологические стандарты по количеству выбросов в атмосферу.





В практике эксплуатации таких элементов систем теплоснабжения, как котлы, накопительные емкости, теплообменники и пр. одной из наиболее серьезных проблем является образование твердых отложений на рабочих поверхностях оборудования.

Магнитная обработка воды для предотвращения накипи

В. Парубий

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

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

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

Метод магнитной обработки воды

Магнитная обработка воды для уменьшения образования накипи в паровых котлах впервые была применена в Бельгии фирмой «Эпюро» в 1945 г. Впоследствии

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

Сущность метода магнитной обработки состоит в воздействии на воду магнитного поля, которое препятствует отложению примесей на поверхности трубопроводов и оборудования и застав-

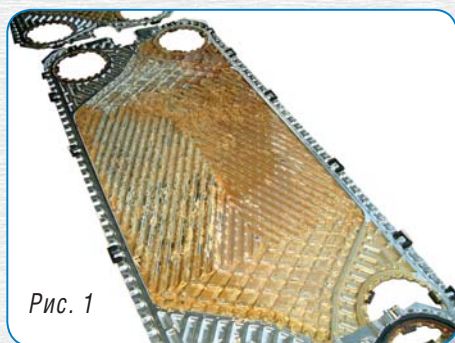


Рис. 1

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

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

Некоторые специалисты считают, что центры кристаллизации под действием магнитного поля образуются в результате объединения коллоидных частиц ферромагнетиков. Эти частицы после агрегации достигают размеров 0,004–0,01 мкм и приобретают магнит-

ные свойства. Дальнейший рост таких частиц в более крупные образования происходит за счет сорбции на поверхности молекул примесей и ассоциации ионов. При достижении размеров 1–3 мкм эти образования становятся центрами кристаллизации, постепенный рост которых приводит к потере дисперсионной устойчивости и выпадению в осадок мелкого шлама. Он легко удаляется током воды с поверхностей теплообменников и трубопроводов. Для того чтобы магнитная обработка была более полной, водный поток путем циркуляции многократно подвергают воздействию магнитных полей.

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

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

Оборудование

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

Например, в электромагнитных аппаратах AntiCa⁺⁺, производимых компани-

ей Aquatech (Словакия), электрический сигнал вырабатывается генераторами и после усиления подается на провод, намотанный на участок стального трубопровода. Создающееся таким образом электромагнитное поле воздействует на присутствующие в протекающей воде соли жесткости, препятствуя образованию накипи и способствуя разрыхлению, растворению и удалению ранее образованных отложений. Такие приборы монтируются на нужном участке трубопровода за несколько минут без нарушения его целостности (рис. 2).

Устройства с постоянными магнитами в свою очередь можно условно разделить еще на два типа: в одном случае воздействие магнитного поля оказывает влияние с внешних границ потока, а в другом – в поток воды встраивается магнитный вкладыш. Оборудование может применяться как при комплектации новых бытовых и промышленных установок, так и при модернизации уже существующих (рис. 3).

Преобразователи воды с постоянными магнитами выпускаются многими компаниями. К первому из указанных выше типов относятся, в частности, магнитные преобразователи воды «МПВ MWS» компании «Райс» (Казань), распространяемые в Москве дочерней компанией ООО «Магнитные водные системы». Основным элементом такого устройства является многополюсная



Рис. 2



Рис. 3

батарея магнитов из сплава неодим-железо-бор с плотностью магнитной энергии более 260 кДж/м^3 . Для усиления действия магнитного элемента применяется корпус из специально подобранного ферромагнитного материала. Чаще всего это сталь различных марок с цинковым покрытием. Единая система, состоящая из магнитного сердечника и ферромагнитного корпуса устройства, образует общее магнитное поле, которое оказывает наибольшее воздействие на воду.

Магнитные устройства серии «МПВ МWS» выпускаются бытового и промышленного назначения. Для бытовых аппаратов применяются разъемные и неразъемные резьбовые соединения диаметрами 8–25 мм, которым соответствует производительность потока $0,08\text{--}7 \text{ м}^3/\text{ч}$. Магнитные устройства промышленного назначения обеспечены фланцевыми соединениями диаметрами 32–250 мм, которые обеспечивают пропуск потока $1,8\text{--}700 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Из такого же материала (неодим-железо-бор) изготавливаются многополюсные магниты-сердечники магнитных активаторов воды «МABP» (их еще называют гидромультipoлями). Эти приборы относятся ко второму из вышеуказанных типов. Гидромультipoль состоит из нескольких специально подобранных магнитных элементов, которые в виде единого сердечника цилиндрической формы с коническими наконечниками встраиваются в середину трубопровода. Необходимым условием является то, чтобы оси трубопровода и магнитного сердечника совпадали. Полученное магнитное поле имеет сложную конфигурацию и позволяет сконцентрировать

энергию большой мощности на потоке протекающей воды, с которой магнитный активатор непосредственно соприкасается. В основу проектирования таких магнитных аппаратов положены знания, полученные при разработке конструкций магнитных ускорителей заряженных частиц для плазменных агрегатов. В ускорителях используются, так называемые, магнитные ловушки, в которых система магнитов обеспечивает непрерывное движение заряженных частиц с таким условием, чтобы они не достигли поверхности магнитов. По своей сути магнитные активаторы подобны ускорителям заряженных частиц с той лишь разницей, что в гидромультipoлях частицы при движении потока жидкости должны касаться поверхности магнита.

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

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

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

Одним из предприятий, продолжающих постоянно развивать направление магнитной обработки воды, является ЗАО «Элмат-ПМ» – завод по производству постоянных магнитов, основанный на базе ВНИИМЭТ в 1995 г.

Предприятием разработана линейка магнитных активаторов «НакипOFF» (рис. 4), включающая врезные и накладные системы. Независимо от модели все выпускаемые магнитные активаторы имеют оптимальное для обработки воды магнитным полем число рабочих зон – 6. Магнитные системы активаторов собраны с использованием постоянных магнитов на основе сплава со значительным содержанием редкоземельных металлов Ne-Fe-B, которые не только обладают высокими энергетическими свойствами, но и сохраняют эти свойства в течение десятилетий.

Бытовая серия магнитных активаторов «НакипOFF» имеет корпус из коррозионностойкой стали 20X13, обладающей магнитной восприимчивостью и замыкающей внутри себя магнитное поле, увеличивая тем самым величину магнитной индукции в рабочей зоне. Производительность бытовых систем – от $0,15$ до $7,4 \text{ м}^3/\text{ч}$, присоединительные размеры – от $\frac{1}{2}$ (DN15) до $1 \frac{1}{4}$ (DN32).

Магнитные активаторы промышленной серии также имеют свои особенности: конструкция системы требует относительно небольших габаритных размеров активаторов при их высокой производительности, что упрощает монтаж и дальнейшую эксплуатацию систем. Промышленные активаторы используются в котельных, ИТП, ТЭЦ для защиты оборудования от накипи и коррозии, а также на линиях химводоподготовки – для повышения динамической емкости ионообменных фильтров и снижения затрат на регенерацию. Производительность промышленных активаторов составляет $1,6\text{--}1155 \text{ м}^3/\text{ч}$, при этом они имеют фланцевое присое-



Рис. 4

динение размерами от DN32 до DN400.

Преимущества и ограничения

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

применение магнитных преобразователей воды ограничивается следующими условиями:

- подогрев воды не должен превышать 95 °С (хотя разработчики некоторых аппаратов гарантируют их успешную работу до 110 и даже до 125 °С);
- карбонатная жесткость не должна превышать 9 мг-экв/л;
- содержание растворенного кислорода не должно превышать 3 мг/л;
- суммарное содержание сульфатов и хлоридов не должно превышать 50 мг/л;
- содержание двухвалентного железа – не более 0,3 мг/л.



Рис. 5

Условия использования магнитных преобразователей воды регламентируются соответствующими СНиПами.

За комментариями редакция журнала «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» (ПКМ) обратилась к руководителю отдела маркетинга ООО «ГЕА Машимпэкс» Максиму Игоревичу Антонову (М. А.)

ПКМ: Насколько эффективным в практике компании «ГЕА Машимпэкс» является применение магнитных и электромагнитных преобразователей в целях предотвращения образования накипи на поверхностях элементов систем теплоснабжения (теплообменники, тепловые пункты, накопительные емкости и пр.)? Каких значений эффективности удастся достичь с применением метода магнитной обработки воды (%)?

М. А.: Компания «ГЕА Машимпэкс» почти 20 лет осуществляет производство и поставку пластинчатых теплообменников для систем теплоснабжения и различных отраслей промышленности. В качестве оборудования для защиты от образования накипи мы рекомендуем своим заказчикам устройства нехимической водоподготовки AntiCa++. Данное оборудование доказало свою эффективность в системах теплоснабжения.

Механизм воздействия на обрабатываемую воду имеет физический (безреагентный) характер. Кальций, гидрокарбонатные соли в водном растворе существуют в форме положительно и отрицательно заряженных ионов. В результате этого возможно эффективное воздействие на них с помощью электромагнитного поля.

Если на трубопровод с протекающей жидкостью навивается катушка и в ней появляется определенное динамическое электромагнитное поле, то происходит высвобождение ионов бикарбоната кальция, электростатически связанных с молекулами воды. Высвобожденные таким способом положительные и отрицательные ионы соединяются в результате взаимного притяжения, и в воде образуются арагонитовые кристаллы (высокодисперсная взвесь), не образующие накипи.

Регистрируемые результаты воздействия устройств на обработанную жидкость проявляются после истечения определенного времени и зависят от многих факторов: химического состава воды, ее расхода, состояния системы, физических процессов, которые происходят в системе. При малых диаметрах трубопроводов первые результаты проявляются в основном в течение месяца использования, при больших диаметрах – после первого месяца, полное очищение системы достигается в большинстве случаев за значительно более длительное время. В связи с тем что устройства изменяют в обрабатываемой воде только физические свойства (возникновение арагонитовых кристаллов) при проверке эффективности их работы обычные химические методы определения жесткости могут использоваться лишь косвенно.

ПКМ: Какой вид установки магнитных преобразователей, внешний или внутренний (врезка in-line), специалисты компании признают наиболее результативным?

М. А.: Одним из наиболее важных преимуществ устройств нехимической водоподготовки AntiCa++ является то, что для их монтажа не требуется нарушения целостности трубопровода. Устройство обычно устанавливается на входе в систему, которую необходимо защитить от образования накипи.

ПКМ: Какие модели магнитных преобразователей применяются в инженерной практике «ГЕА Машимпэкс»? Каким производителям отдается предпочтение?

М. А.: Компания «ГЕА Машимпэкс» предлагает устройства AntiCa++ производства фирмы Aquatech.



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

Автоматизация систем водоподготовки

М. Иванов, к.х.н.

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

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

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

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

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

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

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



Рис. 1

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

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

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

- автоматическое поддержание заданной скорости фильтрации и посто-



Рис. 2

янное ведение учета объема отфильтрованной воды на каждом фильтрационном агрегате;

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

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

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

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

На стадии осветления происходит удаление примесей в процессе осаждения при отстаивании. Этот процесс напрямую зависит от размера частиц, их плотности и устойчивости в дисперсионной среде. Часто его осуществляют в две стадии: сначала удаляют крупные частицы, затем более мелкие. В ряде случаев, чтобы достичь требуемой степени осветления, производят химическую обработку воды, которая приводит к коагуляции или флотации примесей. Перед автоматическим управлением этим процес-

сом ставятся задачи по стабилизации потока исходной воды, поступающей на обработку, и автоматической подготовке коагулянтов к автоматическому дозированию. Поэтому на автоматизированную систему возлагаются задачи по приготовлению растворов коагулянта и контролю за его состоянием. Но самым главным является то, чтобы автоматическое дозирование коагулянта производилось таким образом, чтобы расход реагента был минимален, а осаждение примесей проходило наиболее эффективно. Кроме этого, автоматизированные системы должны формировать базы данных по отчетности протекания этого процесса и подавать сигнал в случае возникновения отклонений от установленного регламента. Для дозирования раствора коагулянтов могут использоваться различные автоматические дозирующие системы, о которых писалось в последнем номере нашего журнала за прошлый год (см. ПКМ 5/15, 2012, «Дозировочное оборудование для промышленных котельных»). Необходимо отметить, что внедрение систем автоматизации на стадии коагуляции обычно приводит к повышению качества очистки, сокращает объем потребляемых растворов и реагентов, а также снижает численность обслуживающего персонала.

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



Рис. 3

конструкций. В рамках автоматизированной системы управления решаются следующие задачи:

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

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

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

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

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

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

Для дальнейшего удаления лишних водорастворимых солей используется



Рис. 4

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

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

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

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



Рис. 5

Котлы серии «Смоленск»: из опыта производства и эксплуатации

С. Ю. Кашина, начальник конструкторского бюро ОАО «Дорогобужкотломаш»

Котлы серии «Смоленск» – номенклатурное название КВ-ГМ-1,16-95(115)Н «Смоленск-1», КВ-ГМ-2,32-95(115)Н «Смоленск-2», КВ-ГМ-3,48-95(115)Н «Смоленск-3» – представлены на рынке водогрейных котлов уже более 10 лет. Они продолжают традиции русского водогрейного котлостроения: их конструкция, разработанная в России и для России, совмещает достоинства водотрубных котлов с европейским опытом производства котлов жаротрубной конструкции.

Краткая техническая справка:

- котлы водогрейные водотрубные трехходовые;
- теплопроизводительность – 1,16; 2,32; 3,48 МВт;
- вид используемого топлива – газ/легкое жидкое;
- поставка блоком с изоляцией в обшивке;
- работает под наддувом (без дымососа);
- номинальная температура воды – 95/115 °С.

Преимущества котлов серии «Смоленск»

Отличительной особенностью данных котлов является горизонтальное расположение конвективной части над верхним экраном топки. Такая конструкция позволяет значительно сократить габаритные размеры котла по длине. При этом геометрия топочного пространства не ограничивает применение совместно с котлом стандартных горелочных устройств как импортного, так и российского производства. Современное газовое оборудование, обеспеченное автоматизированными системами управления, позволяет снизить вредные выбросы в атмосферу и сократить расход топлива.

Преимуществом котлов также можно назвать универсальность в части перевода с температурного графика 70–95 °С на 70–115 °С и обратно. Для этого достаточно изменить трассировку подводящих и отводящих трубопроводов (при этом сторона их расположения – левая или правая – значения не имеет). Расчетные характеристики позволяют эксплуатировать котлы этого типа при давлении воды на выходе из котла от 6–10 кгс/см² (1,0 МПа).

По запросу заказчика котел может

быть установлен на раму. Это позволяет перемещать оборудование по любым поверхностям и направлениям без ущерба его работоспособности.

ОАО «ДКМ» всегда с пониманием относится к нестандартным запросам заказчика. Ввиду недостаточности пространства в старых зданиях котельных требуется сократить зоны обслуживания. С этой целью на котлах данной серии смотровые окна (гляделки) установлены с двух сторон вдоль боковых экранов и могут использоваться с учетом доступности. По запросу могут быть выведены на одну сторону (в общую зону обслуживания двух котлов) дренажные штуцеры, а трассировка трубопроводов на любую из сторон предусмотрена стандартной конструкцией.

Доступ к внутренним поверхностям топочного пространства осуществляется при открытии фронтальной камеры. Камера открывается на левую и правую стороны по необходимости зависит от конструктивных особенностей горелочного устройства, расположения газовой рампы и подвода газа к горелке, трассировки электрических кабелей от шкафа управления. Под камерой имеется съемная опора.

Модернизация котлов

Для повышения надежности эксплуатации котлов в их конструкцию внесен ряд усовершенствований.

Газоплотность трубной части котла обеспечивается за счет приварки металлических полос между экранными трубами. В наиболее теплонапряженных местах внесены конструктивные изменения, позволяющие избежать локального перегрева мембран: установлены дополнительные трубы для охлаждения, уменьшена ширина мембран, изменена технология их сборки.

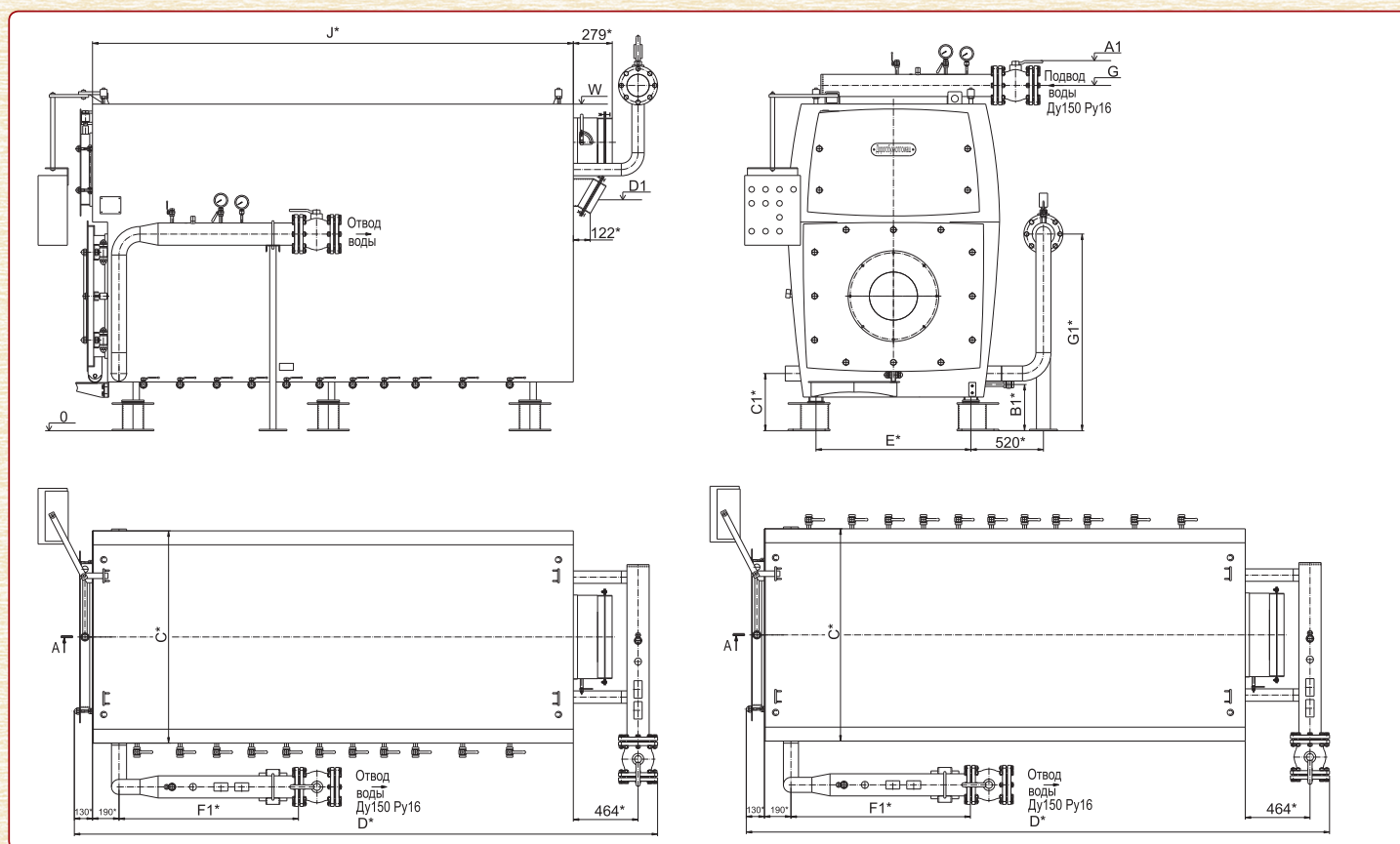


Модернизирована и конструкция взрывного клапана. По условиям безопасности взрывной клапан, защищающий котел от избыточного давления газов в топке и разрушения конструкции, устанавливается на выходе из топки (по газовому тракту). Температура газов в этой зоне достаточно высокая. Мембрана (защитная диафрагма) приходила со временем в негодность и требовала замены. Конструкция сегодняшнего времени позволяет снизить температуру газов в зоне рабочей мембраны и в месте стыковки самого клапана, а наиболее горячие участки – скрыть под изоляцией.

Успешно решена проблема отрыва стоек опорных конструкций при различных способах установки котла в здание котельной. Усилено место стыка стойки с коллектором для предотвращения нарушения целостности водяного контура котла.

Особенности эксплуатации

Конвективная часть котла имеет горизонтальное расположение. Для предотвращения слива конденсата из газоходов внутрь котла газоход от котла к трубе не должен



Котлы серии «Смоленск». Выход дренажных штуцеров на одну сторону

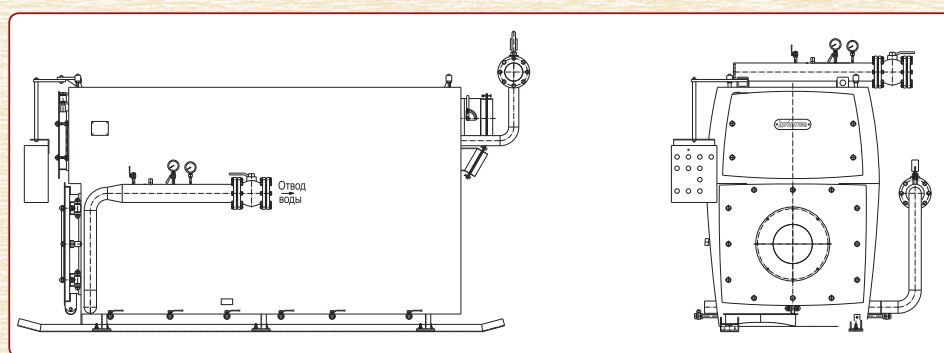
иметь угла наклона в сторону котла. Желательно предусмотреть дренирование конденсата из газоходов. Эта особенность конструкции также требует поддерживать температуру воды на входе в котел выше точки росы.

Конструкцией котла предусмотрены штуцеры для удаления конденсата из топки. На котле имеется соответствующая маркировка (информационная табличка). Необходимо исключить попадание сетевой воды внутрь газовой камеры.

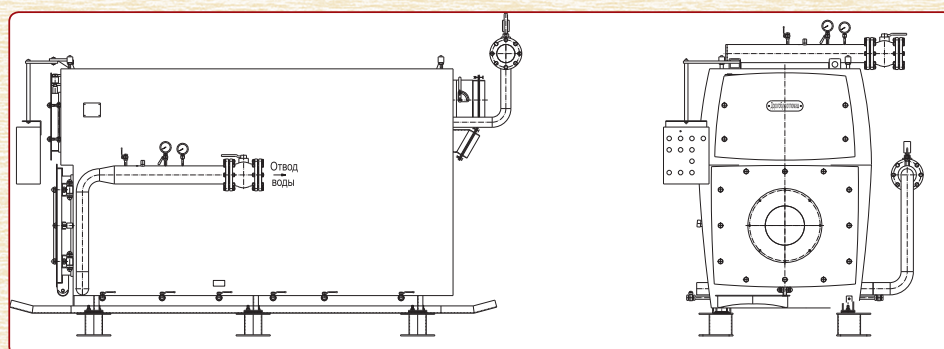
Для удаления воздуха из трубной части на котлах устанавливаются автоматические воздухоотводчики. Они монтируются непосредственно на штатные штуцеры трубной системы (внутренняя резьба – 3/8") без запорной арматуры. Технические характеристики воздухоотводчиков рассчитаны на рабочие параметры котла по давлению (6 или 10 кгс/см²).

При выполнении опрессовки котла в составе котельной необходимо это учитывать, чтобы сохранить работоспособность данных устройств.

Устанавливать горелочные устройства, согласованные для каждого типа котлов, необходимо соответственно их техническим характеристикам и геометрическим размерам топки.



Котлы серии «Смоленск». Установка на раму



Котлы серии «Смоленск». Установка на опоры, с поддержкой рамы

Дополнение номенклатурной линейки

По результатам анализа информации от проектирующих и эксплуатирующих организаций предприятием было принято решение дополнить номенклатурную линейку котлами туннельного типа 4,65; 7,56 и 11, 63МВт. Котлы двух последних типоразмеров нашли своего потребителя и работают на теплофикационных объектах. Выпуск серийного образца котла КВ-ГМ-4,65-115/150Н запланирован на 2015 год.

F.B.R. – оптимальные горелки для котлов промышленной мощности

Компания ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», являясь официальным партнером компании F.B.R. Bruciatori S.r.l., предлагает широкий ассортимент горелочного оборудования мощностью от 23 кВт до 50 МВт для работы на газообразном, жидком и тяжелом топливе, а также для комбинированного использования этих видов топлива.

Представленное в широком ассортименте компанией ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» горелочное оборудование компании F.B.R. Bruciatori S.r.l. (Италия) успешно завоевывает лидирующие позиции на российском рынке.

Компания F.B.R. Bruciatori начала свою деятельность в 1969 г. с производства и продажи горелок небольшой мощности для бытового и промышленного применения, а также горелки для плавильных печей, работающих с легкими сплавами алюминия, бронзы и латуни. В 1975 г., благодаря расширению компании и вхождению в нее технической лаборатории проектирования и исследования горелочных устройств, F.B.R. Bruciatori активизирует работы в области исследований и развития. В результате консолидации торговых отношений и работы с важными международными рынками в 1986 г. компания вдвое увеличивает производственные площади и увеличивает количество сотрудников.

В 1994 г. с развитием партнерских отношений в области производственного сотрудничества компания проводит комплексную модернизацию своих предприятий с заменой оборудования. Успешная экономическая и инновационная политика, проводимая в 2000 г., привела к необходимости увеличения собственных производственных и складских площадей путем приобретения прилегающих земельных участков, а также дополнительных площадей в провинции Вероны.

Высокой оценкой исследовательского и производственного потенциалов компании F.B.R. Bruciatori S.r.l. как производителя горелок высокого качества является популярность ее продукции у ведущих европейских теплоэнергетических компаний.

Благодаря постоянной исследовательской работе и возможности про-

ектирования под индивидуальные условия заказчика, предлагаемая широкая гамма горелок F.B.R. способна удовлетворить самые специфические требования по выбору оптимальных горелочных устройств для теплоэнергетических установок.

Широкий диапазон грелок F.B.R., предлагаемый на российском рынке компанией «ЭнергоГазИнжиниринг», представлен следующими основными моделями:

- газовые горелки одно- и двухступенчатые, прогрессивные и модулирующие серии X с диапазоном мощности до 349 кВт, двухступенчатые, прогрессивные и модулирующие серии XP с диапазоном мощности от 232 до 522 кВт, двухступенчатые, прогрессивные и модулирующие серии P и P/M с диапазоном мощности от 237 до 17445 кВт. Горелки этих серий представляют собой конструкцию, состоящую из алюминиевого корпуса, наддувного вентилятора с корпусом для уменьшения уровня шума. Высокая эффективность работы оборудования и стабильность горения во всем диапазоне мощности достигается при помощи корректировки положения смесительного комплекта. Газовая арматура состоит из рабочего клапана для изменения расхода газа, предохранительного клапана, реле и фильтра-стабилизатора давления газа, антивибрационного компенсатора. Горелки мощностью свыше 1900 кВт оснащаются системой электронного регулирования топливо-воздушной смеси;

- дизельные горелки одно- и двухступенчатые серии G с диапазоном мощности до 355 кВт, двухступенчатые серии GX с диапазоном мощности от 142 до 415 кВт, двух- и трехступенчатые, прогрессивные и модулирующие серии FGP с диапазоном мощности от 237 до 17445 кВт;

- мазутные горелки с механическим распылением одноступенчатые прогрессивные и модулирующие серии FNL-FNDL с диапазоном мощности до 284 кВт, двух- и трехступенчатые, прогрессивные и модулирующие серии FNP-FNDP с диапазоном мощности от 142 до 17445 кВт.

- газодизельные горелки одноступенчатые серии GMX с диапазоном мощности до 232 кВт, двухступенчатые, прогрессивные и модулирующие серии K с диапазоном мощности от 116 до 17445 кВт;

- газомазутные горелки, прогрессивные и модулирующие серии KN с диапазоном мощности от 1044 до 17445 кВт.

Компания «ЭнергоГазИнжиниринг» предлагает горелочные устройства нового поколения для работы на всех видах газообразного и жидкого топлива серии JBM с диапазоном мощности от 3,5 до 14,5 МВт и комбинированные горелки серии JBD с диапазоном мощности от 8,5 до 50,0 МВт.

Помимо вышеупомянутых горелочных установок, могут поставаться специальные версии горелок для альтернативных видов топлива, таких, как экологическое дизельное топливо, BTZ (низкое содержание серы) и масла растительного происхождения (рапсовое, подсолнечное).

Вся продукция F.B.R., Bruciatori S.r.l., представленная на российском рынке компанией ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории Российской Федерации.

Ознакомиться с полным ассортиментом продукции ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» можно на сайте компании

www.energogaz.su; e-mail: energogaz@energogaz.su.

Котельные XXI века

В.С.Трофимов, генеральный директор Завода БМК 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.



При строительстве новой котельной либо при реконструкции действующей неизменными требованиями являются высокое качество оборудования и работ, а также максимальная энергетическая эффективность теплоисточника. Соответствие продукции именно этим критериям позволило Заводу БМК ЭнергоЛидер стать одним из ведущих предприятий России на рынке блочно-модульных котельных.

Блочно-модульные котельные «ЭнергоЛидер» успешно эксплуатируются почти на всей территории страны – от Санкт-Петербурга до Сахалина, в разнообразных климатических условиях – от юга Дагестана до Якутии и приполярных городов ЯНАО.

Генеральный директор В.С. Трофимов назвал факторы, которые обеспечили заводу такой мощный импульс развития: «Прежде всего, сказался большой, многолетний опыт работы сотрудников, связанный с проектированием и изготовлением котельных. Поэтому при организации производства блочно-модульных котельных «ЭнергоЛидер» 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 стандах выполняется входной контроль электрооборудования, газовой и гидравлической запорной арматуры со строгой отбраковкой комплектующих. Правильно организовано складское хозяйство. Специальное технологическое оборудование позволяет изготавливать котельную методом пузловой сборки и

обеспечивает идеальную геометрию оснований, высокое качество сварных швов. Готовая котельная проходит в цехе скрупулезную проверку в соответствии с утвержденной методикой испытаний. На вводный электрический щит котельной подается напряжение и проверяется работа шкафов управления, срабатывание автоматики горелок и общекотельной автоматики. При этом контроле обязательно присутствуют представители заказчика».

Еще одним преимуществом, обеспечившим заводу лидерство на рынке, стал комплексный подход в решении задач строительства и реконструкции котельных. Предприятие выполняет генеральное проектирование (стадия «П») и согласование проекта в надзорных органах, разработку рабочей документации, изготовление блочно-модульной котельной в заводских условиях, поставку, монтаж, пусконаладочные и режимно-наладочные работы, а также обучение и инструктаж персонала котельной.

Завод БМК ЭнергоЛидер специализируется на строительстве блочно-модульных котельных средней и большой мощности, поскольку производственная площадка в г. Сысерть Свердловской области оптимально подходит именно для производства крупногабаритных блочных котельных. Просторные цеховые пролеты укомплектованы мощными грузоподъемными механизмами.

Разумеется, изготовить блочную котельную на 20, 30 или 40 МВт – задача более сложная и ответственная, чем сделать котельную маленькой мощности. Технический потенциал предприятия, профессионализм инженерно-технических и проектно-конструкторских служб завода позволяют успешно решать ее.

Вот лишь некоторые из недавно выполненных объектов:

– газовая водогрейная котельная установленной мощностью 32,5 МВт для теплоснабжения кварталов № 23 и 24 в г. Нижневартовск (Ханты-Мансийский автономный округ);

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



MBKU-10,0V, Забайкальский край

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

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

– угольная водогрейная котельная мощностью 10 МВт в Забайкальском крае.

Помимо основного профиля, на рынке широко востребованы другие услуги и продукция предприятия. Загрузка департамента строительно-монтажных работ Завода БМК ЭнергоЛидер – 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. Еще одно важное направление – строительство мини-ТЭЦ на базе газотурбинных и газопоршневых машин. Почти треть блочно-модульных котельных большой мощности оснащаются дизельными электростанциями.

Блочно-модульные котельные «ЭнергоЛидер»: энергоэффективно, современно, надежно!

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

Новые водогрейные котлы UNIMAT от Bosch: оптимальный выбор для современной котельной

Компания «Бош Термотехника» начала поставлять в Россию новые стальные трехходовые котлы UNIMAT Bosch. Котлы серии UT-L предназначены для получения перегретой воды темперой до 110 °С, котлы серии UT-M – перегретой воды температурой до 190 °С. Серия UT-L включает 33 типоразмера мощностью от 650 до 19200 кВт, серия UT-M – 32 типоразмера мощностью от 750 до 19200 кВт (см. таблицу). Соответственно, при сопряжении мощности их можно применять в многокотельных установках.



Области применения

Котлы серии UNIMAT UT-L целесообразно использовать для теплоснабжения больниц, частных и многоквартирных жилых домов, офисных зданий, промышленных предприятий. Широкие технологические возможности позволяют применять эти агрегаты на тепловых электрических станциях в качестве резервных котлов или котлов для покрытия пиковых нагрузок. Котлы UNIMAT UT-M часто используют как основные теплогенерирующие устройства в централизованных городских и районных системах теплоснабжения. Однако их универсальность и широкий модельный ряд позволяют применять их для теплоснабжения не только нескольких зданий, но и отдельных коммерческих объектов и промышленных предприятий.

Преимущества конструкции

Трехходовая конструкция и качественная теплоизоляция топочной камеры существенно повышают экономичность агрегата. Расчетный КПД водогрейных котлов UT-L и UT-M достигает 95 % (без теплообменника отработанных газов). При использовании теплообменника суммарный КПД агрегата может достигать 105 %. Трехходовое движение про-

дуктов сгорания и охлаждение топочной камеры котловой водой приводит к значительному снижению выбросов вредных веществ. Это позволяет располагать котельную в непосредственной близости от жилых и административных зданий. Оптимизированная конструкция топочной камеры значительно повышает надежность котлов. Такие топочные камеры не только обеспечивают бесперебойную работу оборудования, но и упрощают его техническое обслуживание. Котлы серии UNIMAT могут работать с большинством современных горелочных устройств, использующих в качестве топлива природный или сжиженный газ, различные виды дизельного топлива, мазут и др. Это позволяет использовать их на различных промышленных объектах.

Безопасность превыше всего

Все водогрейные котлы UNIMAT имеют маркировку CE, удостоверяющую, что они соответствуют основным требованиям директив и стандартов Европейского Союза, не представляют опасности для здоровья людей и безвредны для окружающей среды. Оборудование полностью удовлетворяет требовани-

ям Европейской Директивы для сосудов, работающих под давлением. Котлы серий UT-L и UT-M полностью подходят для работы в российских условиях. Допустимый перепад температур между подающей и обратной линиями для них составляет 50 К. Все новые котлы UNIMAT могут работать при температуре обратной воды 50 °С или выше.

Возможная комплектация

В тех случаях, когда разница температур воды в подающей и обратной линиях может оказаться больше 50 К, а температура обратной воды – ниже 50 °С, рекомендуется применять поставки прямого или обратного потока (SP или RP) и предохранитель температуры обратного потока RTS, опционально поставляемые вместе с котлами.

По желанию клиента вместе с котлами Bosch предлагает водоподготовительные модули, теплообменники для использования тепла отработанных газов, газовую рампу, емкости для циркуляции и подачи жидкого топлива, системы управления установкой. Все эти устройства могут значительно повысить экономичность котла и продлить срок его службы.

Таблица. Технические характеристики котла

Модель котла	UT-L	UT-M
Теплоноситель	Вода	Вода
Конструкция котла	Трехходовой, жаротрубно-дымогарный	Трехходовой, жаротрубно-дымогарный
Полезная мощность, кВт	От 650 до 19200	От 750 до 19200
Расчетное избыточное давление, бар	16	16
Максимальная рабочая температура воды, °С	120	190
Используемое топливо	Жидкое топливо, природный или сжиженный газ	Жидкое топливо, природный или сжиженный газ

Новое поколение насосов рециркуляции НРК-L

Концерн KSB (Франкенталь, Германия) – мировой производитель насосного оборудования и трубопроводной арматуры для различных отраслей промышленности, ЖКХ, гражданского строительства и энергетики. KSB является старейшим предприятием Германии по производству насосного оборудования, история компании насчитывает более 140 лет и неразрывно связана с развитием мирового технологического прогресса. ООО «КСБ», дочернее предприятие концерна KSB, имеет 11 филиалов во всех федеральных округах России и дочерние компании в Беларуси, Казахстане, Украине.

В начале июня текущего года концерн KSB начал выпуск нового поколения насосов рециркуляции для крупных промышленных систем отопления, а также котлов с принудительной циркуляцией и систем централизованного теплоснабжения.

Горизонтальный центробежный одноступенчатый насос со спиральным корпусом имеет поперечный разъем для легкого доступа к деталям агрегата. Детали корпуса выполнены в соответствии с требованиями стандарта ISO 2858; части, контактирующие с горячей водой, органическим и синтетическим теплоносителями соответствуют техническим требованиям ISO 5199.

Насос серии НРК-L имеет 49 различных типоразмеров, может работать с температурами до 400 °С без дополнительных устройств охлаждения, сконструирован на давление до PN 40. Устойчивость к воздействию высокой температуры обеспечивается большим тепловым барьером, который разделяет гидравлическую часть, контактирующую с высокотемпературными перекачиваемыми средами, и камеру воздушного охлаждения механического уплотнения.

Крыльчатка вентилятора, установленного на конце вала насоса, создает непрерывный поток воздуха, циркулирующий между большими охлаждающими ребрами по окружности камеры механического уплотнения. Срок службы до 25 тыс. ч работы гарантируется подшипником скольжения, смазка которого обеспечивается перекачиваемой средой и который установлен близко к рабочему колесу, и двумя шарикоподшипниками, устанавливаемыми по схеме «спина к спине», они закрепляются с обеих сторон и находятся на «холодном» конце вала.

Запатентованная система вентиляции VenJet® гарантирует, что газ, содер-

жащийся в жидкости, отделяется около механического уплотнения и собирается в вентиляционной камере. Конструкция насоса позволяет установить двойное торцевое уплотнение в tandemном исполнении, при этом не требуется корректировать расстояние между корпусами насоса и уплотнения.

В этой конфигурации охлаждающая жидкость будет циркулировать между уплотнениями. Данная жидкость препятствует испарению перекачиваемой среды в уплотнительном зазоре в случае утечки через торцевое уплотнение и отводит тепло в систему охлаждения. Таким образом, значительно повышается эксплуатационная надежность агрегата, а это особенно важно, когда в качестве теплоносителя используется синтетическое масло температурой до 400 °С и давлением паров более 1 бара.

Благодаря щелевым кольцам с напорной стороны и просверленным отверстиям в рабочих колесах, уменьшаются осевое усилие и, следовательно, нагрузки на подшипники. Многообразие типоразмеров (49 вариантов) позволяет подобрать насос с оптимальным КПД практически для любого применения. В соответствии с общепринятой практикой перед отправкой заказчику KSB осуществляет подрезку рабочего колеса насоса под рабочую точку, чтобы агрегат обеспечивал требуемые параметры системы.

В России насосы серии НРК-L применяются на энергетических объектах намного чаще, чем в промышленности. Так, в качестве питательных насо-



сов низкого давления насосы этой серии успешно работают на Няганской, Киришской, Нижнетуриной ГРЭС, ТЭЦ-20 ОАО «Мосэнерго», Курской ТЭЦ-1, Дягилевской ТЭЦ и многих других. Как циркуляционные насосы контура низкого давления насосы НРК-L функционируют на Первомайской ТЭЦ-14, Челябинской ТЭЦ-3, Новгородской, Сочинской ТЭЦ, ТЭЦ-21, 27 ОАО «Мосэнерго». На ПГУ ТЭС «Строгино», Калининградской ТЭЦ-2, Южной ТЭЦ-22, Правобережной ТЭЦ-5 и др. насосы НРК-L выполняют функцию насосов контура рециркуляции конденсата.

Все это свидетельствует об их высокой востребованности, многообразии амплуа и многофункциональности, поэтому концерн KSB регулярно проводит техническое усовершенствование, каждый раз выпуская на рынок более современную, конкурентоспособную и надежную модификацию.

ООО «КСБ»,
123022, Москва, Россия,
Ул.2-я Звенигородская, д.13, стр.15
Тел.: +7 495 9801176
Факс: +7 495 980 1169
info@ksb.ru
www.ksb.ru

Применение дутьевых горелок в вертикальных котлах наружного размещения

А.Сердюков, генеральный директор ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы»

Как известно, дутьевые горелки являются универсальным средством для качественного сжигания газообразного и жидкого топлива. Однако их применение ограничивается определенными условиями, так, например, диаметр и длина топki котла должны быть не менее, указанных на графике (рис. 1) каталога «Теплотехническое и отопительное оборудование» под редакцией академика С. Е. Беликова (библиотека «Аква-Терм»).

Фронт пламени дутьевых горелок, применяемых в котлах наружного размещения некоторых производителей для соответствующих мощностей, выглядит следующим образом:

- мощностью до 70 кВт (рис. 2);
- мощностью до 190 кВт (рис. 3);
- мощностью до 290 кВт (рис. 4);
- мощностью до 500 кВт (рис. 5).

Очевидно, что подобное грубое нарушение правил проектирования топок вертикальных жаротрубных котлов наружного размещения имеет негативные последствия.

Во-первых, кратное снижение срока службы котлов из-за перенапряжения металла топki котла напротив дутьевой горелки.

Вторым негативным последствием применения современных дутьевых горелок ведущих европейских производителей является невозможность работы этих горелок при температуре наружного воздуха ниже -15 °С, что прямо указано в паспортах на дутьевые горелки. Заказчик, используя котлы наружного размещения с дутьевыми горелками, может оказаться без тепла в самые сильные морозы. Зимы в России суровые.

Третьим негативным последствием применения дутьевых горелок в вертикальных котлах наружного размещения являются частые остановки и пуски дутьевых горелок, что также уменьшает срок службы котла, так как этот срок прямо зависит от числа остановок и запусков его в работу. Особенно часты эти остановки в летний период при исполь-

зовании котлов наружного размещения с дутьевыми горелками для горячего водоснабжения.

Выдающийся русский инженер В.Г. Шухов не рекомендовал применение горелок фронтального типа в топках вертикальных котлов, так как глубина топki недостаточна для нормального развития факела.

В.Г. Шухов применял для защиты металла топki котла напротив фронта пламени горелки горку из битого шамотного кирпича (рис. 6). Современные лже-Шуховы преследуют только одну цель — получение наживы, выпускают

поддельную некачественную продукцию и не несут за это никакой ответственности.

Котлы наружного размещения (авторы А.М. Сердюков, А.А. Сердюков) были созданы для полной ликвидации потерь в теплотрассах, зданиях котельных, уменьшения трудоемкости производства тепла. Однако, например, в Ростовской области при переводе котельных с твердого топлива на газовое котлы наружного размещения устанавливаются за стеной здания старой котельной, так как монтажникам проще «сдать» их в эксплуатацию. Мощность котлов увеличивают в 2 раза за счет установки дутьевых

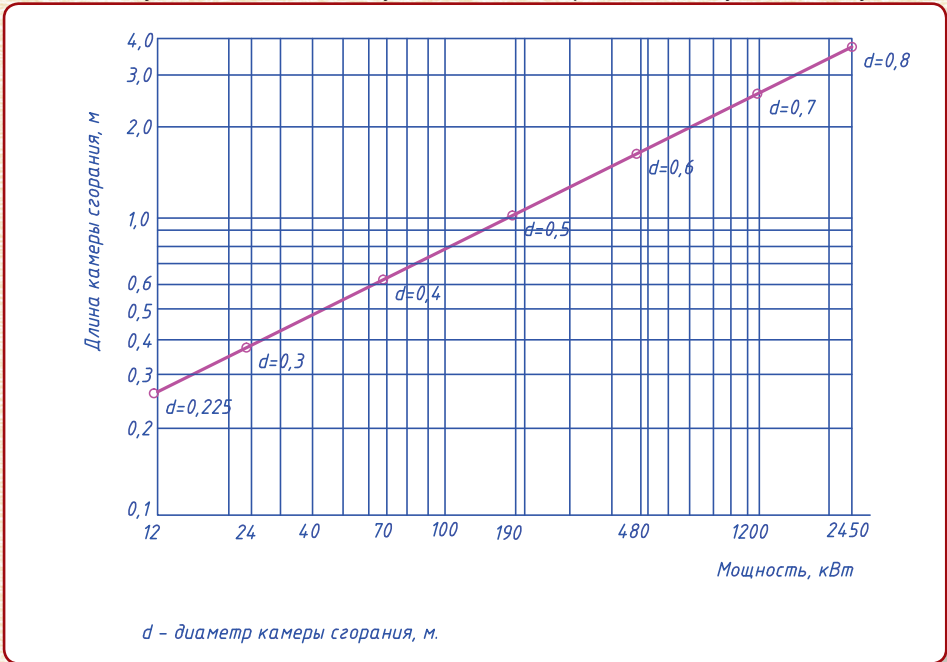


Рис. 1

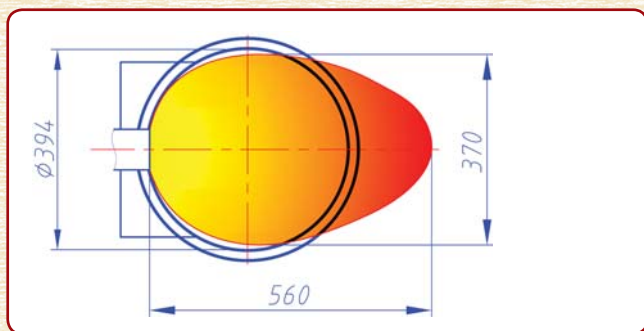


Рис. 2

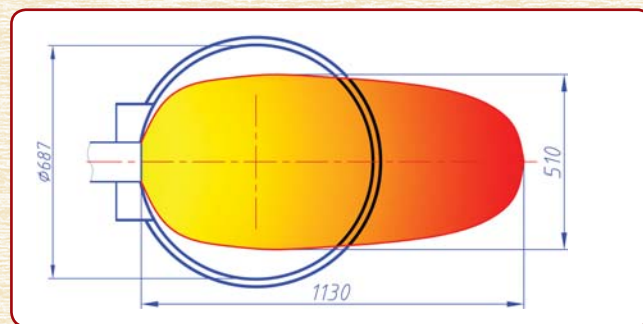


Рис. 4

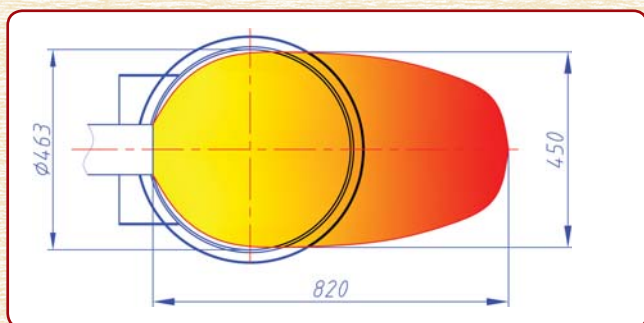


Рис. 3

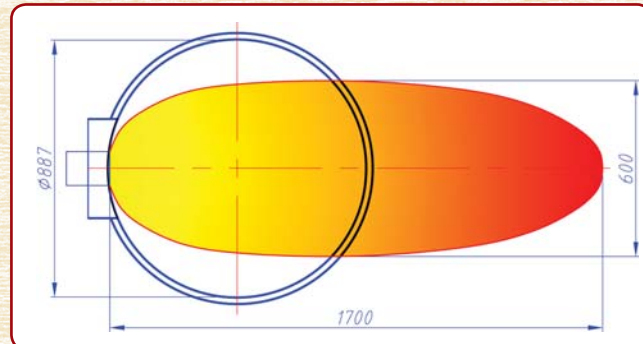


Рис. 5

горелок, при этом сохраняются старые тепловые сети с их потерями, а также насосное оборудование с мощностью их в 3–4 раза большей, чем если бы котлы устанавливались возле стены отапливаемого здания. Срок службы котлов уменьшается минимум в два раза, что ложится тяжким экономическим бременем на будущих пользователей.

Котлы наружного размещения КСУВ производства ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» лишены недостатков котлов наружного размещения с дутьевыми горелками, работают при температурах до -45°C , оснащены модулируемыми атмосферными горелками из нержавеющей стали, терморегуляторами с погодной компенсацией, приспособлены для комбинированной системы циркуляции теплоносителя, оснащены безреагентной системой водоподготовки, снабжены устройством для слива теплоносителя при угрозе размораживания системы отопления. Котлы должны размещаться возле стены отапливаемого здания, а не возле стены старой котельной. Искажается смысл применения котлов наружного размещения, экономический эффект уменьшается. Такая практика неэффективна и пагубна.

Применение вертикальных котлов наружного размещения с дутьевыми

горелками целесообразно только при использовании жидкого топлива, биотоплива, отработок сланцевого масла, при этом необходимо строго выполнять рекомендации производителей горелок по проектированию топок котлов, не увлекаться увеличением мощности котлов, принимать меры по защите металла топки котла напротив дутьевой горелки.

К сожалению, создание автономных систем отопления на базе котлов наружного размещения сопровождается грубейшими нарушениями на всех этапах производственного цикла — задание на проектирование, проектирование, государственная экспертиза, монтаж, пусконаладка, эксплуатация. В результате появляются автономные системы отопления, предназначенные только для аварийной эксплуатации.

Необходима профессиональная переподготовка специалистов —

всех участников создания автономных систем отопления и горячего водоснабжения. Этим должны заниматься СРО в своих учебных центрах. НПО «Верхнерусские коммунальные системы» также готово принять участие в их переподготовке.

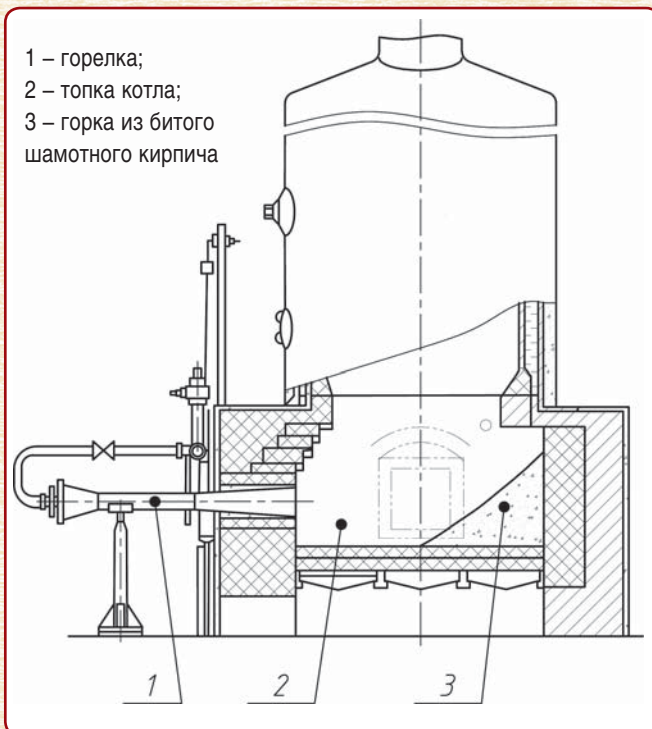


Рис. 6



При приобретении паровых котлов встает вопрос, какой конструкции отдать предпочтение? Какие преимущества и недостатки разных типов окажут влияние на их последующую эксплуатацию?

Выбор парового котла: прямоточный или жаротрубный?

Й. Лоос

Особенности конструкции

Конструкция прямоточного парового котла водотрубная: подаваемая питательная вода нагревается и превращается в пар за один проход по трубам.

Благодаря такому исполнению, без выделенного парового пространства, требуется относительно небольшое количество воды, которая быстро превращается в пар (рис. 1).

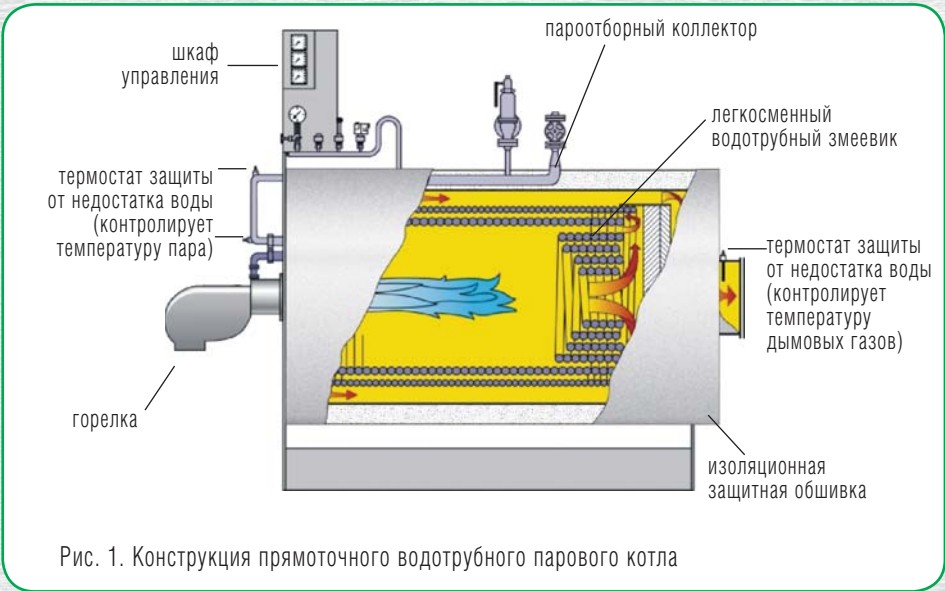


Рис. 1. Конструкция прямоточного водотрубного парового котла

В жаротрубном котле поверхности нагрева соприкасаются с пламенем и дымовыми газами, с обратной стороны омываются водой. Она превращается в пар на поверхностях нагрева. Пузырьки пара поднимаются вверх и собираются в предназначенном для накопления пара месте для последующего использования (рис. 2). В котле имеет место естественная внутренняя циркуляция воды.

Конструкция жаротрубных котлов, в которой реализуется два или три хода дымовых газов, состоит из жаровой трубы и дымогарных трубок, поэтому котлы такого типа называются также жаротрубно-дымогарными.

Стоимость

Закупочные цены на водотрубные прямоточные котлы выгодно отличаются от стоимости жаротрубных. В зависимости от паропроизводительности и давления прямоточный паровой котел на 25–40 % дешевле сопоставимого по мощности жаротрубного.

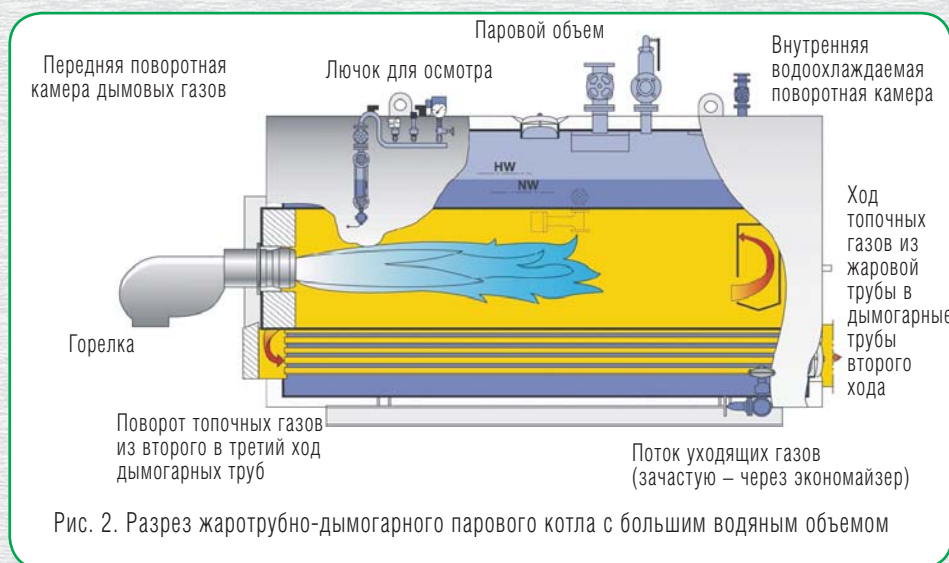


Рис. 2. Разрез жаротрубно-дымогарного парового котла с большим водяным объемом

Техническая оценка

Конструкция жаротрубно-дымогарного котла обуславливает практически идеальные физические условия для теплопередачи и аккумуляции пара. Благодаря этому, достигается оптимальное качество пара и постоянство его давления. Четкое разделение водного и парового пространств позволяет получить насыщенный пар высокого качества. При этом основная часть воды, содержащейся в паре, остается в котле. Контроль защиты от недостаточного количества воды является простым и непосредственным. Высококачественные устройства регулирования и контроля уровня воды на основе измерительных электродов практически исключают повреждения, связанные с недостатком воды. Благодаря большому объему воды и парового пространства, жаротрубно-дымогарный котел не только устойчив к колебаниям потребления пара, но и поставляет относительно сухой пар даже тогда, когда кратковременно превышает свою максимальную паропроизводительность.

Большой объем воды, смешивание подаваемой питательной воды с горячей, значительная площадь омываемой поверхности нагрева делают жаротрубный котел менее чувствительным к работе с жесткой водой, а также коррозионно-устойчивым с внутренней стороны.

Конденсатная коррозия внутри котла у жаротрубных котлов высокого давления может быть исключена. Очистка от загрязнений со стороны дымовых газов проводится просто и эффективно. За счет

этого снижается расход топлива, также как и затраты на обслуживание.

В то же время для жаротрубного котла необходимы большое помещение и соблюдение предписанных условий установки.

Прямоточный паровой котел не предъявляет высоких требований к котельному помещению, организации эксплуатационного контроля и периодического технического надзора.

Преимуществом прямоточного парового котла является также его быстрый пуск. Это особенно важно в котельных, где жаротрубно-дымогарный котел используется в качестве резервного или пикового, и без второго котла, прямоточного, его пришлось бы длительное время без необходимости поддерживать в горячем резерве.

Чем больше объем воды, тем выше потери энергии при простое котла. При регулярных простоях более чем 36 ч лучше использовать прямоточные паровые котлы. В каждом отдельном случае время простоя котла зависит от большого числа параметров.

Прямоточные паровые котлы требуют жесткого соответствия между выработкой пара и подачей топлива. Поэтому следует использовать модели, которые и при малой мощности работают по двуступенчатой схеме, так что подача топлива и воды регулируется автоматически в зависимости от потребления пара. Таким образом, сокращается частота включений горелки при меняющихся нагрузках.

Высокая частота включений – недо-

статок прямоточных паровых котлов по сравнению с жаротрубно-дымогарными.

Прямоточные паровые котлы не имеют аккумуляющих объемов для пара и воды. Это необходимо компенсировать за счет регулирования подачи топлива, что и приводит к частому включению–выключению котла, т.е. к работе в режиме «полная – неполная нагрузка». Устройства управления и регулирования подвергаются в этом случае существенно более высокому износу.

Помимо этого, каждый розжиг сопровождается небольшим отложением сажи на поверхности нагрева. Это обуславливает более короткие периоды между их чистками по сравнению с жаротрубно-дымогарными котлами.

Частые включения горелки – причина повышенного расхода топлива: при каждом пуске горелки камера сгорания должна быть провентилирована из-за опасности вспышки. Нагретый воздух уходит через дымовую трубу, унося тепло от поверхностей нагрева.

Эксплуатационные особенности

Диаграммы на рис. 3, 4 демонстрируют существенную разницу между жаротрубно-дымогарным паровым и прямоточным паровым котлами. Кривая серого цвета соответствует типичному, взятому из практики графику потребления пара.

Кривая красного цвета на рис. 3 показывает изменение мощности жаротрубно-дымогарного парового котла с двухступенчатой горелкой: мощность колеблется между 1 и 2-й ступенями. Выключение горелки происходит только в случае ощутимого снижения расхода пара.

Кривая синего цвета на рис. 3 – график изменения мощности прямоточного парового котла с двуступенчатой горелкой. На нем четко выражено большое число циклов «включение – выключение» горелки. Падение расхода пара ниже 40 % влечет за собой циклы с полным отключением горелки, обуславливающие повышенный расход топлива из-за вентиляции при пуске.

На рис. 4 кривая красного цвета показывает очень незначительные колебания давления пара в жаротрубно-дымогарном паровом котле, синего (прямоточный котел) – колебания в диапазоне 5,5–9 бар.

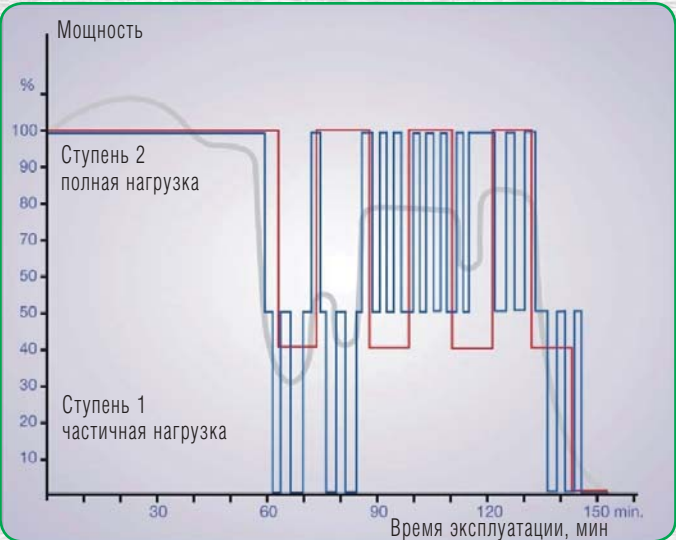


Рис. 3. Изменение мощности горелки жаротрубно-дымогарного и прямоточного паровых котлов
— Типичный график расхода пара
— Мощность горелки жаротрубно-дымогарного котла
— Мощность горелки прямоточного котла



Рис. 4. Изменение давления пара жаротрубно-дымогарного и прямоточного паровых котлов
— Типичный график расхода пара
— Давление пара на выходе жаротрубно-дымогарного котла
— Давление пара на выходе прямоточного котла

Таблица. Достоинства и недостатки использования прямоточных и жаротрубных паровых котлов

Прямоточный		Жаротрубно-дымогарный	
Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none">• Меньшая стоимость• Компактность• Малая площадь для установки• Простота получения разрешения на установку• Ограниченный надзор• Простая и недорогая замена находящихся под давлением частей• Короткое время разогрева• Незначительные потери тепла при выводе из эксплуатации на несколько дней• Полностью автоматизированный пуск и останов	<ul style="list-style-type: none">• Влажность пара• Колебания давления на выходе• Использование поршневых питательных насосов (требуется периодическая замена масла и уплотнительных манжет)• Высокая частота включений, повышенный износ деталей горелки и устройств переключения• Большие потери тепла при пуске из-за вентилирования• Отложения накипи и коррозионный износ при недостаточной водоподготовке• Необходима жесткая взаимосвязь между расходом воды и топлива• Защита от недостаточного количества воды осуществляется только косвенная: отчасти по возникающему перегреву, частично – посредством контроля давления или потока• Требуется хорошо обученный обслуживающий персонал• Проблемы при включении нескольких котлов в единую паровую сеть	<ul style="list-style-type: none">• Сухой пар• Стабильность давления• Надежные питательные насосы• Аккумулирующая способность• Возможность свободного регулирования мощности• Надежная защита от недостатка воды• Малые отложения сажи благодаря небольшому числу розжигов• Нечувствительность к возможным ошибкам персонала при эксплуатации• Простота шламоудаления и обесшламливания (автоматизировано)• Низкие эксплуатационные расходы• Свободное включение котлов в общую паровую сеть	<ul style="list-style-type: none">• Относительно высокая стоимость• Большие размеры• Больше требований к помещению для установки• Сложнее получить разрешение на использование• Более строгий надзор• Повышенные затраты на ремонт при повреждениях корпуса котла• Длительное время нагрева• Повышенные тепловые потери при выводе из эксплуатации на более чем 1,5 дня• Пуск котла – только под наблюдением

Еще один недостаток котлов с принудительной циркуляцией (прямоточных) проявляется в ситуации, когда два котла или более работают в одной паровой сети, на которую они влияют посредством давления.

В этом случае важно, чтобы настройка каждого из котлов и регулирование давления обеспечивали возможность свободной подачи произведенного в котле пара до тех пор, пока происходит горение.

Если один котел с более высоким давлением становится ведущим, то другой может полностью производить подачу пара в линию только тогда, когда уровень давления пара в этом котле превысит уровень давления общей паровой сети. Иначе возможен перегрев и сокращение срока службы прямоточного парового котла. Подобная ситуация не представляет никакой опасности для жаротрубно-дымогарных котлов.

Выводы

Прямоточные паровые котлы должны использоваться, если не требуется высокое качество пара, постоянство давления (или температуры) и резервный запас пара. Для котлов мощностью более 2000 кг/ч или при безостановочной эксплуатации предпочтение следует отдавать паровым котлам с большим объемом воды (жаротрубно-дымогарного типа). Достоинства и недостатки котлов обоих типов сведены в табл.



Международная выставка
оборудования и технологий для городской
коммунально-инженерной инфраструктуры

30 сентября – 3 октября 2014

Россия, Новосибирск

Тематические разделы:

- Электроснабжение
- Теплогазоснабжение
- Водоснабжение и водоотведение
- Переработка твердых бытовых отходов



www.ides-sib.ru

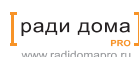
Организатор:



При содействии:

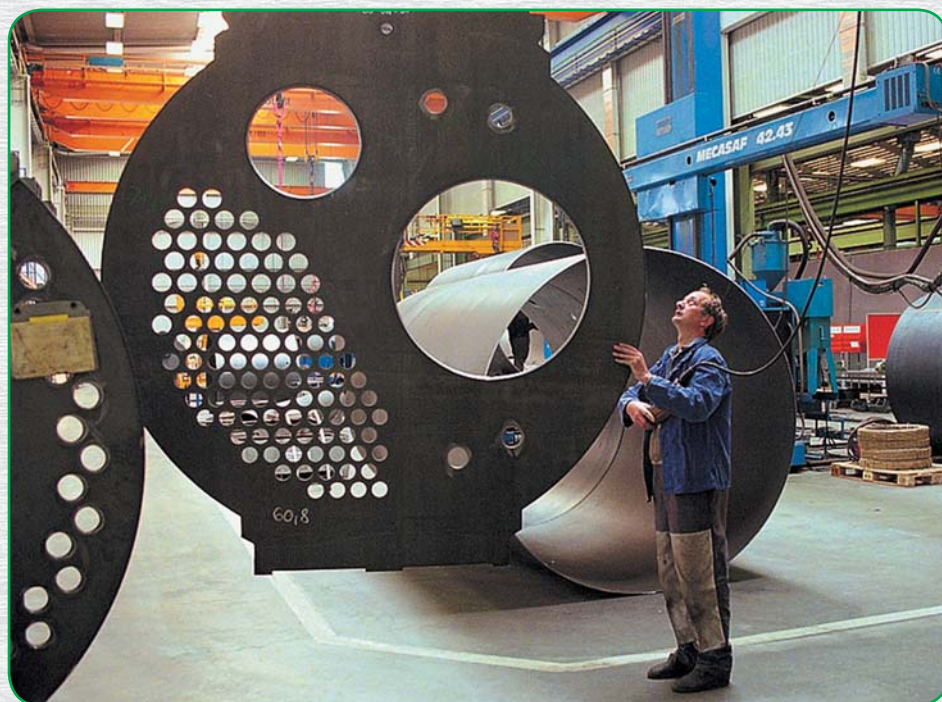


Информационная поддержка:



Место проведения:

**МВК «Новосибирск
Экспоцентр»**



В последние годы жаротрубные паровые и водогрейные котлы в России и странах постсоветского пространства устанавливаются в большинстве вновь строящихся котельных; на реконструируемых объектах ими заменяют водотрубные котлы.

Основные причины аварий «жаротрубников»

Р. Ширяев

Подавляющее большинство мировых производителей котлов уже десятки лет ориентируется на выпуск жаротрубных котлов производительностью до 38 МВт и до 55 т пара/ч.

Жаротрубные котлы имеют целый ряд неоспоримых преимуществ перед водотрубными, требуя при этом более бережного отношения при проектировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации.

После первых лет эксплуатации «жаротрубников» в котельных тепловых сетях Прибалтики, где было заменено большое количество отечественных водотрубных котлов, появились трещины в трубных досках, отдулины в жаровых трубах.

Необходимо отметить, что водоподготовка на этих объектах обеспечивала требуемое качество подпиточной воды. Причиной выхода из строя котлов стало осаждение взвешенных частиц из сетевой воды (шлам, продукты коррозии) в нижней части котлового блока.

В водотрубных котлах типа ТВГ, КВГМ и других для недопущения пристенного кипения скорость воды в трубах поверхностей нагрева принималась не менее 1 м/с. Скорость воды у жаротрубного котла настолько мала, что он практически является фильтром-осадителем.

Такие котлы нельзя включать по одноконтурной схеме в работу со старой тепловой сетью, имеющей многолетнее накопление шлама в нижней части радиаторов и сетевых трубопроводов. В результате осаждения взвешенных веществ и покрытия ими нижних дымогарных труб «жаротрубника» температура этих труб становится выше, чем у верхних, давление перегретых труб на трубную доску и напряжение в сварных швах резко возрастают.

Неохлажденные в этих трубах продукты горения дают локальный перегрев трубной доски. В результате больших напряжений в металле мостиков труб-

ной доски между соседними отверстиями и иногда в сварных швах появляются микротрещины, которые в дальнейшем увеличиваются до сквозных.

Если шлам или накипь (при некачественной подпиточной воде) покрывают жаровую трубу, то в этих зонах металл плохо охлаждается, образуются отдулины. Ниже перечислены основные причины снижения надежности и безопасности, возникающие в процессе эксплуатации «жаротрубников».

Ошибки при проектировании

1. Неверный подбор горелок к котлам, при котором конструкция горелки не позволяет отрегулировать геометрию факела, чтобы он не касался стен жаровой трубы. Напор вентилятора горелки не обеспечивает преодоление сопротивления котла на номинальной нагрузке.

2. Иногда проектировщики не предусматривают или неправильно подби-

рают рециркуляционные насосы или трехходовые клапаны, обеспечивающие требуемый изготовителем перепад температуры воды до и после котла. В результате возникает нерасчетное температурное напряжение в металле трубных досок.

3. Гидравлический режим схемы котельной не обеспечивает запаса давления воды в котле, предотвращающего пристенное кипение, по отношению к давлению, соответствующему температуре насыщения (для температурного графика 95/70 °С давление в котле желательно иметь не ниже 5 кгс/см², так как температура стенки жаровой трубы может быть более 130 °С).

4. Неправильно подобрана установка химводоочистки.

5. Для потребителей с часто меняющейся или очень малой нагрузкой (летнее время) ошибочно подбираются горелки с автоматикой в режиме «включено–выключено», а не в модулируемом режиме. В результате котлы включаются в работу и выключаются иногда до десяти раз в час. По расчету на малоцикловую усталость металла количество пусков из холодного состояния у различных жаротрубников разное – от одной до десятков тысяч.

В таком режиме котел может превысить расчетное количество циклов менее чем за год.

Некачественное изготовление

1. Производители применяют для жаровых труб металл, не отвечающий предельным параметрам по температуре.

2. Использована технология приварки дымогарных труб к трубным доскам, при которой остаются большие напряжения в металле. Как правило, опытные производители принимают различные меры, чтобы не допустить этого. Фирма Thermax, например, снимает в металле напряжения, выдерживая котлы в термокамере.

3. Расстояние от дымогарной трубки до стенки котла минимально, при этом невелико количество пусков из холодного состояния.

4. Некачественная сварка (не проплавлены корни сварных швов в местах приварки жаровых и дымогарных труб к трубным доскам).

Ошибки при монтаже

1. Иногда монтажники путают вход и выход воды из котла.

2. Не применяются тройники, конические переходы. В местах врезок увеличиваются турбулизация потока и гидравлическое сопротивление. Появляется гидравлическая разверка между соседними котлами.

Практически все изготовители предусматривают для удаления шлама из котла специальную быстродействующую арматуру. При наладке водно-химического режима котла должны быть определены периодичность и время открытия этой арматуры

Ошибки при эксплуатации

1. Отсутствует сервисное обслуживание, включающее контроль работы горелки, ХВО, котлов. Иногда система водоподготовки вообще не работает.

2. Не осуществляется промывка системы отопления перед каждым пуском одно-контурных котельных.

3. Не отрегулирована система теплоснабжения. Так, в результате замены сетевых насосов на более производительные в котел выносятся шлам из системы.

4. Не организован контроль температуры уходящих газов и гидравлического сопротивления котла, увеличение которых на одной нагрузке – верный признак загрязнения установки накипью или шламом.

5. Иногда для уменьшения аэродинамического сопротивления котла из дымогарных труб извлекают часть турбулизаторов. При этом происходит температурный перекося по зонам трубных досок, а впоследствии появляются трещины.

6. Внедрение в процессе эксплуатации новых методов обработки воды (комплексоны, магнитная и т.д.). Как следствие – из системы начинают отмываться старые отложения, которые оседают в котлах. Кроме того, комплексон (например, ОЭДФ) разлагается при температуре около 130 °С. А на поверхности жаровой трубы со стороны воды в некоторых зонах температура выше.

7. При эксплуатации котлов не всегда обеспечивается необходимая продувка нижних точек котла, в результате не все отложения удаляются, что может нарушить надежную работу котла. Практически все изготовители предусматривают для удаления шлама из котла специальную быстродействующую арматуру. При наладке водно-химического режима котла должны быть определены периодичность и время открытия этой арматуры.

8. При работе двухходовых котлов на малых нагрузках или с разрежением за котлом более 20 Па возможны разворот факела в жаровой трубе вблизи горелки и перегрев трубной решетки.

9. Эксплуатация котлов без включенных насосов рециркуляции.

10. Имеют место большие утечки в теплосетях или значительный разбор воды на различные нужды из сетей (и даже из внутреннего контура котельной), при этом водоподготовка не обеспечивает необходимое качество теплоносителя.



Производители водогрейных блочно-модульных котельных в Сети

В данном обзоре представлены ссылки на сайты производителей водогрейных блочно-модульных котельных (БМК), предлагаемых на российском рынке.

www.bikz-bmk.ru



ОАО «Бийский котельный завод» (г. Бийск, Алтайский край) – одно из крупнейших российских предприятий, выпускающих котельное оборудование. Подразделение ЗАО «Бийский котельный завод – Блочно-модульные котельные» (г. Екатеринбург) специализируется на выпуске БМК. В ассортименте представлены БМК, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе (мощность – 0,4 до 8 МВт).

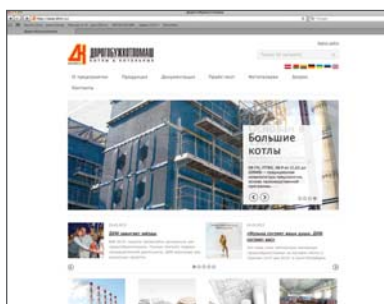
www.bkmz.ru

Борисоглебский котельно-механический завод (г. Борисоглебск, Воронежская обл.) выпускает транспортабельные автоматизированные (мощность – 0,2–0,5 МВт) и блочно-модульные (мощность – 0,5–5 МВт) котельные КБТа, работающие на газообразном и жидком топливе.

www.bmk-energolider.ru

Завод блочно-модульных котельных «БМК ЭнергоЛидер» (г. Екатеринбург) изготавливает котельные МККУ мощностью от 0,5 до 40 МВт на базе отечественных и импортных котлов. Используемое топливо – газ, дизельное, мазут и уголь.

www.dkm.ru



ОАО «Дорогобужкотломаш» (пос. Верхнеднепровский, Дорогобужский р-н, Смоленская обл.) – одно из ведущих отечественных предприятий по выпуску котельного оборудования. В производственной программе завода – БМК мощностью от 0,2 до 30 МВт, работающие на газе, дизельном топливе, мазуте, нефти и угле.

dto-zao.ru



ДТО «СарГанз» (г. Саратов) выпускает БМК мощностью от 0,1 до 12 МВт и выше, работающие на газе, жидком топливе, угле, попутном нефтяном и биогазе и других видах топлива.

www.gazdevice.ru

ЗАО «Газдевайс» (д. Ащерино, Ленинский р-н, Московская обл.) оказывает услуги по проектированию, строительству, реконструкции, наладке, гарантийному и сервисному обслуживанию БМК на базе котлов КВ (мощность – 0,1–12 МВт), работающих на газе и жидком топливе. Другой адрес – www.gazboiler.ru

www.generation.ru



Промышленная группа «Генерация» (г. Березовский, Свердловская обл.) выпускает БМК мощностью от 0,2 до 32 МВт, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе. Применяются котлы КСВ «Генерация», КВГМ и КСВа (ВК), а также импортные.

www.grsti.ru

Компания «Стройинвест» (г. Кстово, Нижегородская обл.) изготавливает БМК EMS, работающие на газе и дизельном топливе, мощность – от 0,3 до 30 МВт.

zao-belogorye.ru

Одно из направлений деятельности ЗАО «Белогорье» (г. Шебекино, Белгородская обл.) – производство котельного оборудования и горелочных устройств. Предлагаются транспортабельные и блочно-модульные котельные ТКУ мощностью от 0,96 до 25 МВт. Предусмотрена установка дополнительных паровых котлов.

www.impulstechno.ru



Входящее в группу компаний «Импульс» ООО «Импульс-Техно» (пос. Котельники, Люберецкий р-н, Московская обл.) специализируется на проектировании, строительстве и сервисном обслуживании стационарных и блочно-модульных котельных мощностью до 1,5 МВт. Предусмотрена аренда аварийных БМК.

interma.ru

ООО «Интерма» (Москва) входит в группу компаний «Инрост». Предлагаются БМК мощностью от 0,29 до 10,47 МВт с отечественными и импортными котлами. Используемое топливо – газ, дизельное, мазут.

www.izhkotel.ru

Ижевский котельный завод (г. Ижевск, Удмуртская республика) производит котельное оборудование и автоматизированные блочно-модульные котельные установки МКУ мощностью от 0,2 до 4,8 МВт, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе. На заказ изготавливаются БМК мощностью до 15 МВт.

www.kontur-industrial.ru



Группа компаний «Контур-Вест» (Москва) производит БМК ТМК на базе водогрейных котлов серии КВЗ, адаптированных для работы на газообразном и жидком топливе, мощность – от 1 до 20 МВт.

www.koral.ru



Уральская энергосберегающая компания «Корал» (г. Екатеринбург) выпускает БМК мощностью от 0,4 до 50 МВт, в том числе на базе котлов собственного производства.

www.kotel-modul.ru

Компания «Альянс Тепло» (Москва) предлагает БМК мощностью от 0,16 до 70,0 МВт, работающие на газе, дизельном топливе, мазуте, угле.

www.mpnu.ru



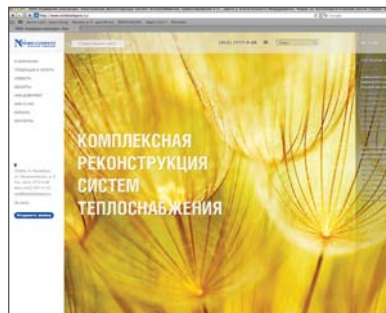
ООО «МПНУ Энерготехмонтаж» (Москва) – крупное отечественное предприятие, специализирующееся на проектировании, строительстве, автоматизации, реконструкции, ремонте и обслуживании котельных и мини-ТЭЦ. Производятся отдельностоящие, встроенные, пристроенные и крышные БМК, работающие на всех распространенных в России видах топлива.

www.mosinterm.ru



ЗАО «Мосинтерм» (г. Краснознаменск, Московская обл.) выпускает БМК мощностью от 0,24 до 3 МВт на базе оборудования как собственного производства, так и зарубежных производителей. Также производятся блочно-модульные индивидуальные тепловые пункты.

www.nordcompany.ru

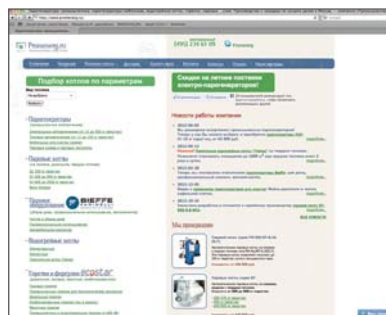


ООО «Северная Компания» (Санкт-Петербург) выпускает БМК на базе котлов зарубежных производителей. Котельные работают на газе и/или дизельном топливе и обладают тепловой мощностью от 0,2 до 15,6 МВт.

www.proenergy.ru

Энергетическая компания «Прогресс» (Санкт-Петербург) производит контейнерные, транспортабельные (мощность – 1–6,4 МВт) и блочно-модульные (мощность – до 50 МВт) котельные, работающие на газообразном и жидком топливе.

www.promenerg.ru



Компания «Промышленная энергетика» (Москва) поставляет транспортабельные котельные установки (мощность – 0,1–4,64 МВт) и БМК (мощность – 0,25–9,45 МВт).

www.promplus.ru

Группа компаний «Промавтоматика» (г. Бийск, Алтайский край) предлагает БМК на базе котлов Бийского котельного завода. Мощность – от 0,4 до 14 МВт, топливо – газообразное, жидкое, уголь.

www.razional.ru

Компания «Рационал» (Москва) выпускает полностью автоматизированные блочно-модульные котельные ЕСО мощностью от 0,2 до 30 МВт, работающие на газе и жидком топливе. Используются котлы «Рэмэкс», «Зиосаб», Buderus и Viessmann, оснащенные горелками Weishaupt. Возможны исполнения для сейсмически активных районов и «северное».

www.r-kompleks.ru

В ассортименте ЗАО «ПФК Рыбинсккомплекс» (г. Рыбинск, Ярославская обл.) – БМК мощностью от 0,1 до 20 МВт, работающие на газообразном, дизельном и твердом топливе.

www.remeks.ru



Группа компаний «Рэмэкс» (г. Черноголовка, Московская обл.) осуществляет поставку автоматизированных БМК мощностью от 0,5 до 15 МВт. Топливо – природный и сжиженный газ, дизельное, мазут.

www.sibpromenergo.ru

ООО «Сибпромэнерго» (г. Бийск, Алтайский край) изготавливает БМК на базе котлов МКУ, работающих на газе, жидком топливе и угле. Мощность БМК – от 0,1 до 8 МВт и выше.

www.tepl-servis.ru

ООО «Тепло Сервис» (г. Брянск) поставляет блочно-модульные котельные «Вулкан» мощностью от 1 до 4 МВт. Топливо – газообразное и жидкое.

www.teplo-stroy.org



ООО «Теплострой» (Москва) изготавливает транспортабельные и блочно-модульные котельные, работающие на природном и сжиженном газе, дизельном топливе и/или мазуте. Тепловая мощность – от 0,1 до 30 МВт.

www.thermax-moscow.ru

Официальный сайт российского представительства компании Thermax (Индия), поставляющей в нашу страну котельное и холодильное оборудование, ионообменные смолы. Также предлагаются БМК мощностью от 0,6 до 9,3 МВт, работающие на газе, дизельном топливе и мазуте.

www.yaringcom.ru

ЗАО «Яринжком» (г. Ярославль) производит блочно-модульные, транспортабельные и крышные котельные мощностью от 0,1 до 20 МВт. Топливо – газообразное, жидкое, уголь. Предусмотрена дополнительная комплектация паровыми котлами.

Международная выставка
оборудования и технологий
для градостроительства,
энергоснабжения и городской
инфраструктуры

CityExpo

14–16 октября 2014 года

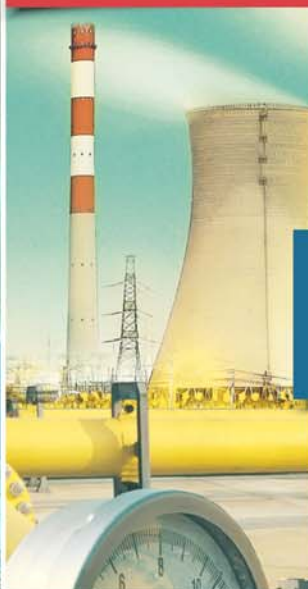
Москва, ВВЦ, павильон 75



Градостроительство



Подземное
строительство



Теплогазоснабжение.
Электроснабжение



ЖКХ, городское
благоустройство
и освещение



Реклама

www.city-expo.ru



Тел.: +7 (495) 935-81-20
+7 (495) 935-73-50
e-mail: city@ite-expo.ru
www.ite-expo.ru

Поддержка:



ПРАВИТЕЛЬСТВО
МОСКВЫ



ПОДПИСКА – 2015



Уважаемые читатели!

Оформите подписку на 2015 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 журналы», 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 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.



13-я международная выставка
«Насосы. Компрессоры. Арматура. Приводы и двигатели»

28–31 октября 2014 года
МВЦ «Крокус Экспо»



Престиж участия. **С**одействие бизнесу.
Вклад в отрасль

Забронируйте стенд на – www.pcvexpo.ru

Организаторы:



Генеральные информационные партнеры:



Официальный медиа-партнер:



Стратегический медиа-партнер:





Мы приносим тепло!

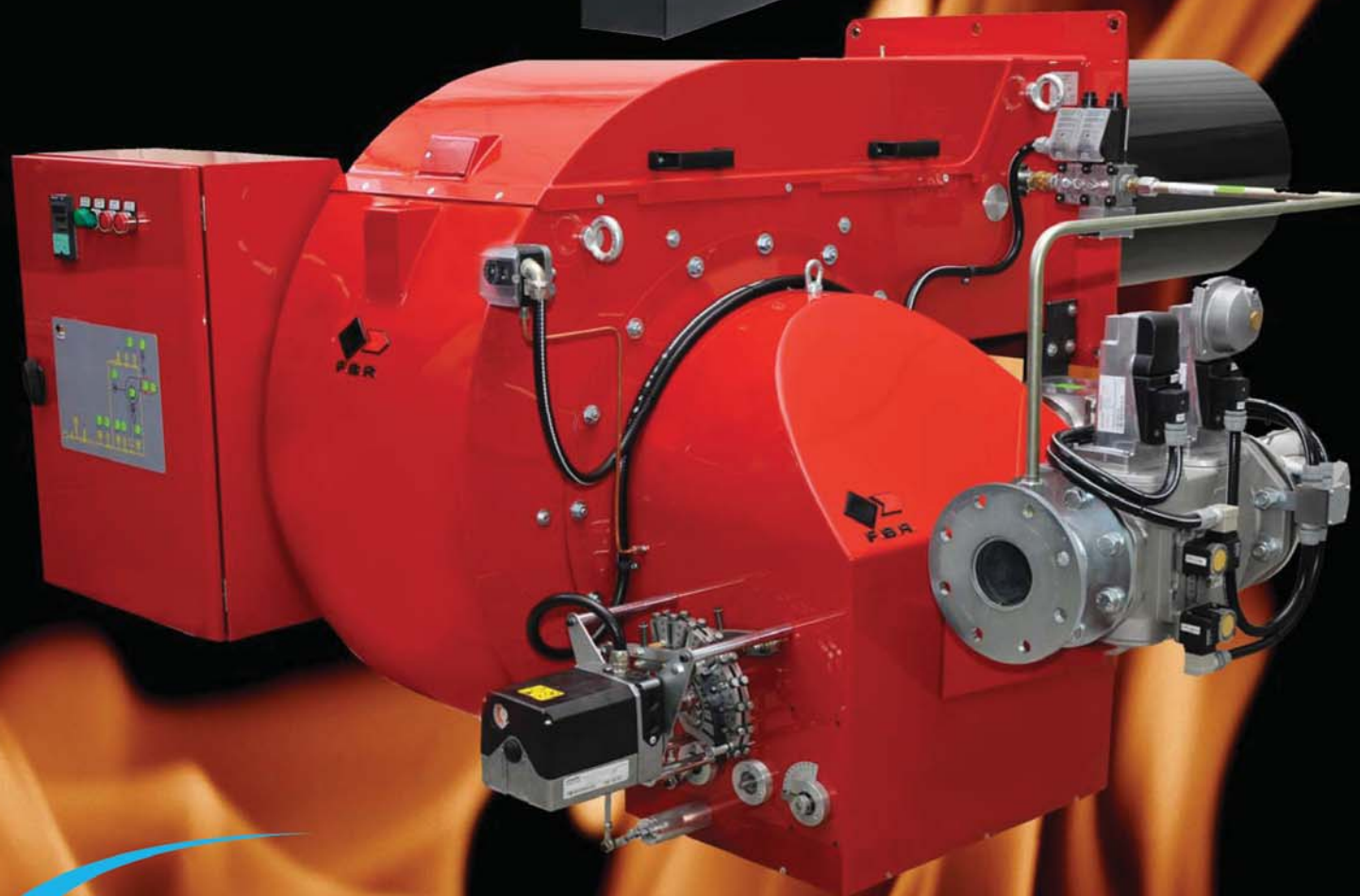
Горелки моноблочные и двухблочные до 50 МВт:

Дизельные от 23,7 кВт
45 моделей

Газовые от 11,6 кВт
39 моделей

Мазутные от 57,0 кВт
29 моделей

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



Реклама

ЭнергоГаз
инжиниринг

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

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