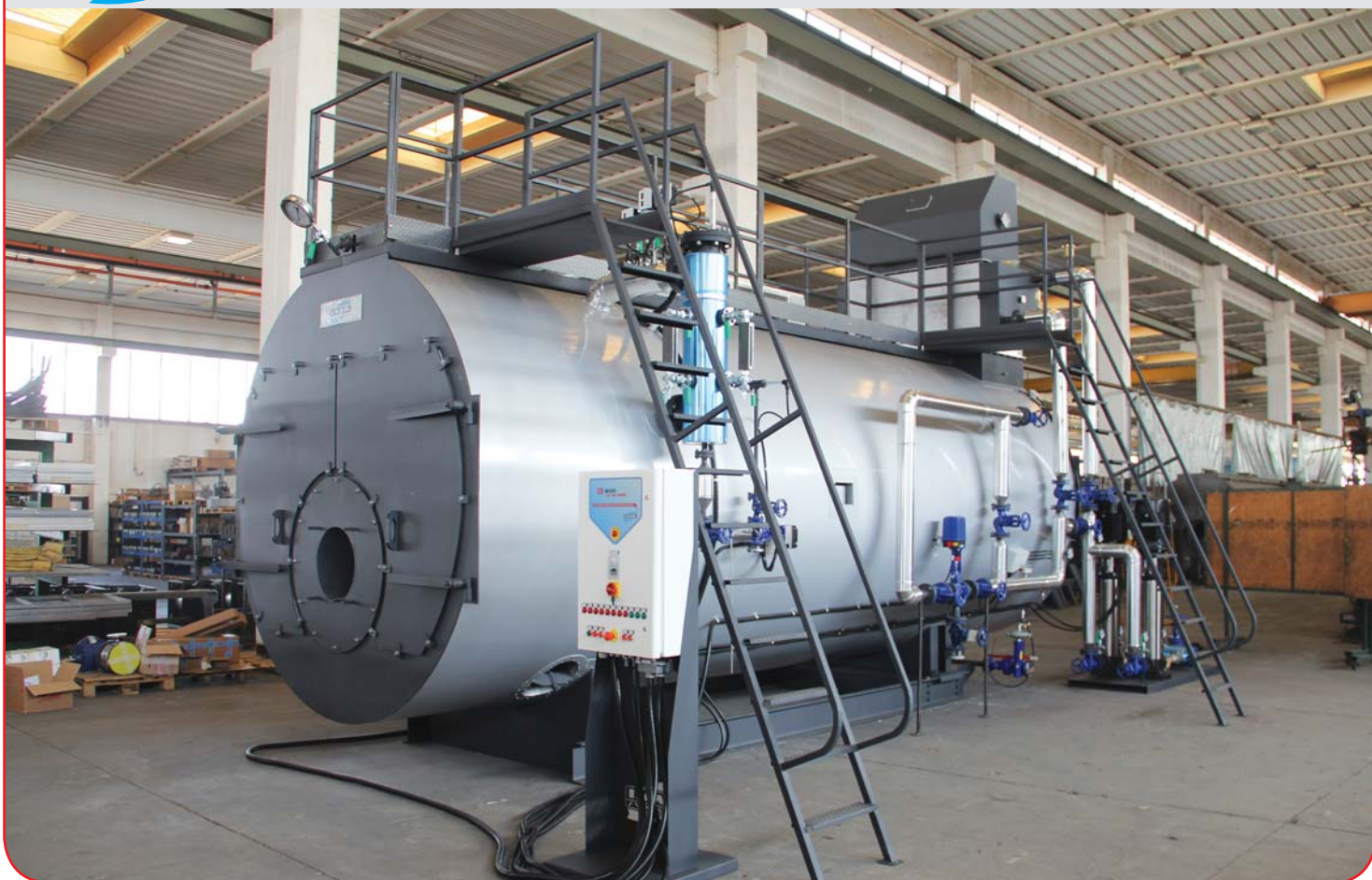


КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



Официальный представитель итальянских котлов в России



Котельные

Компенсация температурных удлинений трубопроводов
16

Обзор рынка

Водотрубные паровые котлы на российском рынке
48

Водоподготовка

Мониторинг в промышленной водоподготовке
54

М П Н У



60 ЛЕТ

ОАО «МПНУ ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ»

СТРОИТЕЛЬСТВО КОТЕЛЬНЫХ «ПОД КЛЮЧ»
БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЕ И КРЫШНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ
МИНИ-ТЭЦ
ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ
ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ТЭО
СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ
СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ
ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТА
ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



М П Н У



60 ЛЕТ

115054, г. Москва, ул. Валовая, д. 29
Коммерческий отдел тел. (495) 411-44-55
Тел./факс (495) 959-27-38
www.mpnu.ru sale@mpnu.ru



Уважаемые почитатели и просто читатели нашего журнала!

В нашей стране до сих пор продолжают работу десятки тысяч котельных и мини-ТЭЦ, существующих с советских времен и к настоящему времени выработавших нормативные сроки. Эти предприятия имеют в своем составе дымососы и насосные станции с огромным потреблением энергии, зачастую в котельных насчитывается до 30-ти человек обслуживающего персонала, наблюдается постоянный перерасход топлива из-за неэффективного его сжигания в котлах, отсутствия погодозависимой автоматики, ненадлежащей теплоизоляции в тепловых магистралях и пр. В XXI в. такие энергообъекты требуют самой безотлагательной реконструкции. При этом нередко руководители подобных котельных и мини-ТЭЦ не знают об экономическом эффекте, которого можно было бы достичь при модернизации оборудования.

Журнал «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ», предназначенный для теплоэнергетиков, знакомит читателей с новейшими образцами котельного и когенерационного оборудования, рассказывает о проектах модернизации котельных, об их переводе в режим мини-ТЭЦ, показывает примеры получения экономической выгоды от применения современных инновационных решений, дает большое количество полезной практической информации в области водоподготовки и энергосбережения при эксплуатации теплогенерирующих объектов. Мы делаем важное дело, и этот номер журнала, который вы держите в руках, – уже юбилейный, тридцатый. Это пять лет обзорно-аналитической информации в сфере теплоэнергетического оборудования, пять лет живого диалога с ведущими специалистами отрасли, пять лет самого деятельного участия в крупнейших выставках и конференциях. Пять лет – уже не маленькая дата. Журнал имеет свое лицо, своих постоянных авторов, свои традиции. Сегодня «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» является информационным партнером большинства крупнейших отраслевых мероприятий, удобной площадкой для обмена опытом в сфере строительства и эксплуатации тепло- и электрогенерирующих объектов, одной из лучших витрин современного теплоэнергетического оборудования.

Ну что же, будем сохранять наши традиции – и двигаться дальше. Ввиду количества нерешенных проблем, стоящих перед российской теплоэнергетикой, нам предстоит очень – скажем так, очень и очень – долгий и плодотворный путь, насыщенный событиями, открытиями, размышлениями, которыми мы будем исчерпывающе делиться с вами, с нашими читателями.

*Руслан Ширяев,
издатель, президент клуба теплоэнергетиков «Флогистон»*

НОВОСТИ 4-7

КОТЕЛЬНЫЕ

8 Водотрубные паровые котлы
в промышленной энергетике

12 Современные водотрубные паровые
котлы зарубежного производства

16 Компенсация температурных удлинений
трубопроводов

20 Сжигание тяжелых видов
топлива в промышленных
генераторах тепла

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

22 Настройка и обслуживание новейших
газотурбинных и когенерационных
установок с высокотехнологичными
анализаторами дымовых газов testo

24 Паровые жаротрубные
котлы Bosch для российской
нефтедобычи

26 Горелки от Ray Oil & Gasbrenner GmbH

27 Высокоэффективные паровые котлы
I.VAR Industry для надежного пароснабжения
предприятий

28 Обеспечение паром предприятий
пищевой промышленности

30 Автономная система горячего
водоснабжения с применением котлов
наружного размещения КСУВ, КСВ

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

32 Конверсионные газотурбины на ПНГ

36 Энергоэффективность с модулями
гидравлической развязки Numod

38 Охлаждение воздуха на входе
компрессора ГТУ: расчет, анализ,
системы, режимы

44 Новости когенерации

ОБЗОР РЫНКА

48 Водотрубные паровые
котлы на российском рынке

ВОДОПОДГОТОВКА

54 Мониторинг в промышленной
водоподготовке

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ

58 Годовая пресс-конференция
«Бош Термотехника»

ИНТЕРНЕТ

60 Водотрубные паровые котлы
в Рунете



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

Главный редактор
Алексей Прудников
alprudn@aquatherm.ru

Служба рекламы и маркетинга:
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66

Людмила Павлова
sales@aquatherm.ru
Служба подписки
Инна Свешникова
podpiska@aquatherm.ru
market@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.
Рег. № ПИ № ФС77-41685

Тираж: 7000 экз.
Отпечатано в типографии
«Печатный Дел Мастер»

Полное или частичное воспроизве-
дение или размножение каким бы
то ни было способом материалов,
опубликованных в настоящем
издании, допускается только с пись-
менного разрешения редакции.

За содержание рекламных объявлений
редакция ответственности не несет.
Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов статей.



Официальный представитель итальянских котлов в России



**ООО «Ивар
промышленные
системы»**

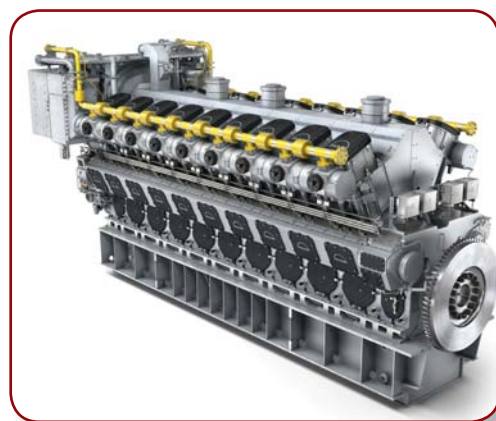


ООО «ИВАР промышленные системы»
Официальный представитель
I.VAR industry S.r.l. в России
125130, г. Москва, ул. Клары Цеткин, д. 33/35
Тел.: (495) 669-58-94,
e-mail: info@ivar-industry.ru
www.ivar-industry.ru

Новая серия газотурбин от MAN Diesel & Turbo

На Международной выставке и конференции по вопросам энергетической промышленности Power-Gen Europe 2015, проходившей с 9 по 11 июня в Амстердаме (Нидерланды), компания MAN Diesel & Turbo (Германия) представила новую серию газовых двигателей TS с двухступенчатым турбонаддувом. На данный момент серия включает две модели (35/44G и 51/60G), оснащенные двухступенчатыми турбокомпрессорами; турбины характеризуются высокой эффективностью благодаря последовательно расположенным турбокомпрессорам низкого и высокого давления. 35/44G TS и 51/60G TS являются газовыми двигателями с электрозажиганием, с двухступенчатым турбонаддувом. Двигатель 35/44G TS выпускается в версии V-образного двигателя с

12 и 20 цилиндрами, номинальной мощностью 7,4 и 12,4 МВт. Двигатель 51/60G TS можно приобрести в 18-цилиндровой версии с выходной мощностью 18,9 и 20,7 МВт. Агрегат на 18,9 МВт достигает более чем 50 % механически полезной мощности, а 20,7-мегаваттная версия и вовсе является самым мощным газовым двигателем из доступных на рынке.



Новый регулятор для поршневых двигателей

Компания Governors America Corp (США) представила новый электронный регулятор оборотов EEG6500 для поршневых двигателей, способный увеличить экономию топлива, ресурс моторов и надежность в аварийных ситуациях, а также снизить токсичность отработанных газов, в режиме синхронной работы нескольких установок. Регулятор EEG6500 предназначен для двигателей, применяемых в составе многоагрегатных теплоэлектростанций, силовых приводов с целью синхронной работы нескольких установок. Блок обеспечивает изохронное регулирование с высокой точностью поддержания частоты вращения вала двигателя ($\pm 0,25\%$). Интуитивно понятный дисплей контроллера позволяет оператору контролировать и конфигурировать параметры без дополнительного программного обеспечения или внешних блоков управления. Конфигурация регулятора обеспечивает настройку оптимальных значений коэффициентов ПИД-регулятора, трех фиксированных и одного переменного значения частоты вращения коленчатого вала двигателя. Обеспечивается наклон регуляторных характеристик, «статизм» для каждой частоты вращения вала двигателя. Обеспечиваются оптимальные параметры стартовой подачи топлива. Регулируется темп изменения частоты вращения вала двигателя при резком (ступенчатом) увеличении/уменьшении заданного значения частоты от внешнего задающего устройства.

Электроэнергия из водопровода

В США реализован проект LucidPipe Power System, предполагающий использование воды водопроводов города для выработки электроэнергии. В рамках проекта в г. Портленд компания Lucid Energy заменила трубопроводы системы ГВС на трубы, оборудованные четырьмя турбинами диаметром 107 см, подсоединенными к генератору на внешней стороне трубы.



Их присутствие в сечении трубопроводов минимально замедляет скорость течения воды и, таким образом, не мешает работе системы. Уже в марте этого года «гидроэлектростанция» стала выдавать 1100 кВт·ч электричества (этого достаточно для энергоснабжения примерно 150 домохозяйств). Первые 20 лет прибыль от продажи электричества пойдет инвестиционной компании (хотя часть средств она передаст муниципалите-

ту для покрытия эксплуатационных расходов). По истечении этого срока управление водопровода получит право на приобретение системы. Ранее аналогичная гидроэлектростанция была установлена в г. Риверсайд (штат Калифорния, США), но Портлендский проект значительно крупнее по количеству вырабатываемой энергии.

Учебная ПГУ

На ТЭЦ Московского энергетического института начато строительство ПГУ мощностью 10 на базе газотурбинной установки GPB80D производства Kawasaki электрической мощностью 7,5 МВт. Одним из достоинств ГТУ является низкий уровень выбросов CO₂, что важно, так как ТЭЦ расположена среди жилых домов и учебных корпусов университета. В состав ПГУ входят котел-утилизатор («Белэнергомаш») и паротурбинная установка П-2,5/10,5-3,8/0,5 производства ОАО «Калужский турбинный завод». Новая ПТУ мощностью 2,5 МВт будет установлена на месте демонтируемой турбины. Парогазовый энергоблок оснащается дожимной компрессорной станцией топливного газа EGSI-S-125/450W производительностью 2 750 м³/ч, которая будет подавать газ

необходимой чистоты и температуры в ГТУ с давлением в диапазоне 2,04...2,4 МПа.

ТЭЦ Национального исследовательского университета МЭИ

- уникальный объект, который одновременно служит для обучения студентов, обеспечивает потребности ближайшего микрорайона, а также отдает около 50 % мощности в городскую сеть. В этом году исполняется 65 лет с момента пуска станции. Цель реконструкции ТЭЦ – повышение научно-образовательного потенциала МЭИ (ТУ) для практической подготовки студентов теплотехнических и электротехнических специальностей и выполнения научно-исследовательских работ в опытно-промышленных условиях. Кроме того, проект повысит объемы и надежность энергоснабжения университета и района Лефортово г. Москвы.



Новый пеллетный завод в Братске

В сентябре 2015 г. в г. Братске (Иркутская обл.) компания «ДеКом» намерена запустить лесопильно-деревообрабатывающий комплекс с автоматизированным безотходным циклом производства. Производительность завода составит 12-15 тыс. м³ круглого леса за смену; кора и другие отходы лесопиления будут сжигаться рядом в автоматизированной твердотопливной котельной, служащей для обогрева производственных помещений и работы сушильных камер. При этом котельная сможет утилизировать отходы и от других местных лесопильных предприятий.

Щепа, образующаяся в процессе деревообработки, будет поставаться на Братский ЛПК и использоваться при производстве целлюлозы. Другой вид отходов – опилки – планируется использовать в качестве сырья для промышленной линии по производству пеллет, которую ООО «ДеКом» рассчитывает запустить в 2016 г. (сразу, как накопятся достаточные объемы опилок). Ее производительность составит от 4 до 8 тыс. т товарных пеллет в месяц.



Ребрендинг в Atlas Copco

В этом году промышленные генераторные установки Gesan начнут поставаться на рынок под брендом Atlas Copco. Испанский производитель блочно-модульных ТЭС теплоэлектростанций Gesan известен своими транспортабельными и стационарными дизель-генераторными установками, оснащаемыми двигателями MTU (Германия), Perkins (Великобритания), Volvo (Швеция). С 2011 г. Gesan находится в составе группы компаний Atlas Copco (Италия); до настоящего времени оборудование поставлялось заказчикам под брендом Gesan. В связи с усиливающейся конкуренцией на рынке, а также для приведения наименований продукции компании в соответствие с корпоративными стандартами, было принято решение о ребрендинге.



Низкотемпературные версии тепловизоров testo 885 и testo 890

25 мая 2015 г. успешно завершили сертификационные испытания ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА», подтвердившие новый температурный диапазон от -30°C для моделей тепловизоров testo 885 и testo 890. Теперь тепловизоры могут проходить процедуру поверки в данном диапазоне. Тепловизор testo 885, выполненный в дизайне видеокамеры, предлагает пользователю превосходное качество изображения и широкий набор инновационных функций. Идеальная эргономика прибора – вращающаяся рукоятка, складной поворотный дисплей, интуитивное гибридное управление – позволяет использовать тепловизор с максимальным уровнем удобства, независимо от специфики области применения. Благодаря детектору 320×240 пикселей и высокой температурной чувствительности (NETD) < 30 мК тепловые снимки отличаются четкостью и превосходным качеством. Высокотемпературный тепловизор testo 890, также в дизайне видеокамеры, обеспечивает пользователю высокое качество изображения даже при проведении обследования в сложных условиях. Благодаря детектору 640×480 пикселей и инновационной технологии SuperResolution тепловые снимки характеризуются высочайшей разрешающей способностью и мегапиксельным качеством. Таким образом, тепловизор testo 890 обеспечивает возможность проведения термографического обследования в мельчайших деталях. Недавно к принадлежностям дооснащения тепловизоров testo 885 и testo 890 добавились супер-объективы $5^{\circ} \times 3,7^{\circ}$ и $6,6^{\circ} \times 5^{\circ}$ соответственно.



Технологический рост «ОмЗИТ»

В мае 2015 г. на заводе ЗАО «ОмЗИТ» по производству промышленных жаротрубных котлов запущен пресс FACCIN с автоматическим манипулятором той же фирмы для изготовления выпуклых днищ котлоагрегатов. Станок может обрабатывать металл до 22 мм в толщину и до 4000 мм в диаметре. Установка и запуск нового станка позволит предприятию полностью контролировать качество каждой детали выпускаемого оборудования. В настоящее время осуществляется профессиональное обучение сотрудников ЗАО «ОмЗИТ» для работы на станке с участием специалистов FACCIN.



Новые пластинчатые теплообменники «Альфа Лаваль»

Компания «Альфа Лаваль Поток» запускает производство новых пластинчатых полусварных теплообменников ТК20, предназначенных для нагрева и охлаждения агрессивных сред и способных обеспечить максимальную производительность при высокой надежности. Модель ТК20 подходит для всех основных направлений применения пластинчатых ТО, включая испарители, конденсаторы, пароохладители, каскадные системы и экономайзеры/переохладители, где ключевым параметром является высокая эффективность. Новый теплообменник оптимизирован под использование природных хладагентов NH_3 и CO_2 и может работать в условиях низкого и высокого давления. Пластины новой конструкции особенно хорошо подходят для установок с затопленными испарителями. В теплообменнике реализован ряд инновационных разработок, таких как Alfa Laval RefTight™ – уплотнительная канавка уникальной формы для максимально надежного удержания прокладки при минимальном с ней

контакте, Alfa Laval CurveFlow™ – патентованная распределительная площадка специального профиля с повышенной энергоэффективностью на единицу площади поверхности пластины и Alfa Laval ClipGrip™ – патентованная система крепления прокладок, в которой прокладка надежно удерживается на пластине с обеих сторон, что обеспечивает ее неподвижность при разборке теплообменника. Удобная и компактная конструкция ТК20 легко разбирается для осмотра и чистки, что существенно упрощает проведение технического обслуживания. Гибкая конфигурация позволяет изменять площадь теплопередающей поверхности в зависимости от области применения и требований технологического процесса. Сварные каналы с минимальным контактом с прокладками также обеспечивают надежную защиту от течи.



Новые насосы Grundfos

1 июня 2015 г. компания Grundfos (Дания) представила российскому рынку одноступенчатые центробежные ин-лайн насосы TPE2(D) и TPE3(D) мощностью до 2,2 кВт, оснащенные электродвигателями, превышающими европейский класс энергоэффективности IE4. Новые модели заменяют аналогичные, но менее энергоэффективные и функциональные модели TPE(D) серии 1000 и 2000 соответствующей мощности. Модельный ряд насосов характеризуется оптимизированной гидравлической частью, широкими возможностями диспетчеризации и управления. Насосы имеют встроенный датчик температуры/перепада давления (модели TPE3(D)), современные электродвигатели MGE на постоянных магнитах, интеллектуальные системы управления с функциями AUTOAdapt и FLOWAdapt, которые позволяют автоматически подстраиваться под текущие потребности системы и постоянно контролировать рабочие параметры. Новое оборудование уже доступно к заказу; старые насосы моделей TPE(D) серии 1000 и 2000 мощностью до 2,2 кВт доступны к заказу до 7 августа 2015 г.



БТП Danfoss российского производства

На базе производственного комплекса компании «Данфосс» в Нахабино был начат выпуск блочных тепловых пунктов (БТП) заводской готовности для систем теплоснабжения зданий (отопление, вентиляция и ГВС). Оборудование будет поставляться в первую очередь для реализации проектов капитального ремонта жилых зданий, а также для нового строительства жилого и административного фонда. Новое производство полностью ориентировано на использование отечественных комплектующих. Теплообменники, запорно-регулирующая арматура, трубные и другие компоненты БТП также выпускаются в России – на предприятиях компании и ее партнеров. Это сделано в рамках стратегии «Данфосс» на импортозамещение и локализацию производства, которая сегодня уже составляет более 30% во всем объеме продаж компании, а к 2017 году должна превысить 50%.



Комплект Bosch-Dreizler: 3 года гарантии

С 01 апреля 2015 г. при приобретении комплекта промышленного оборудования Bosch в составе: котел водогрейный Bosch Unimat UT-L (производство - г. Энгельс Саратовской области) и горелочное устройство Dreizler (производство – Германия) – компания «Бош Термотехника» предоставляет 3 года гарантии на весь комплект. Горелочные устройства Dreizler серии Marathon для котлов мощностью до 5,2 МВт поставляются в конфигурации Profi и Hightech, свыше 5,2 МВт – исключительно Hightech. Горелки модификации Profi выполнены без дополнительной шумоизоляции и обладают возможностью пневматического регулирования, серии Hightech - поставляются в комплекте с шумоизоляцией и позволяют заказчику выбрать пневматический или электронный способ регулирования.

Преимущества приобретения комплекта «Bosch+Dreizler»: комплексная поставка котлов с горелками, постоянное наличие горелок на складе «Бош Термотехника», привлекательная цена комплекта. Комплектация горелочных устройств, реализуемых в рамках данной программы, разработана специально для котлов Bosch UT-L и обеспечивает идеальную совместимость оборудования. Котлы и горелочные устройства сертифицированы в соответствии с требованиями технических регламентов Таможенного союза.





На рынке промышленных паровых котлов значительным спросом пользуются агрегаты не только жаротрубной, но и водотрубной конструкции. Последним отдается предпочтение при сооружении крупных котельных на предприятиях, а также при организации паро- и теплоснабжения отдаленных районов, когда целесообразнее использовать местное топливо (например, отходы лесозаготовок, биомассу сельхозпредприятий и пр.).

Водотрубные паровые котлы в промышленной энергетике

П. Колосников

На протяжении последних десятилетий водотрубные и жаротрубные паровые котлы находятся в жесткой конкуренции в диапазоне паропроизводительности от 0,5 до 25 т/ч. В начале XXI в. большой перевес на рынке стали одерживать котлы жаротрубные (жаротрубно-дымогарные). Ввиду интенсивного роста городов, наблюдавшегося в последние годы, их конкурентные преимущества оказались наиболее весомыми при выборе теплоэнергетического оборудования, поскольку эти котлы дают возможность автономного теплоснабжения в городской черте за счет большей компактности, лучшей эргономичности для проведения профилактических и ремонтных работ, более точного

соответствия экологическим требованиям по вредным выбросам в атмосферу (а конденсационные жаротрубные котлы – еще и за счет более высокого КПД), к тому же жаротрубники позволяют быстро вводить котельные в эксплуатацию. В частности, для блочно-модульных котельных (БМК), работающих на газе и/или жидком топливе, паровые и водогрейные жаротрубные котлы до сих пор являются основным видом теплогенерирующего оборудования. Тем не менее, водотрубный принцип генерирования пара, позволяющий применять более разнообразные конструкции топок и, соответственно, сжигать большее количество видов топлива, оказывается по-прежнему широко востребован.

Большинство городских и районных котельных, доставшихся России в наследство с советских времен, вырабатывают тепло на устаревших морально и технически водотрубных котлах. Это десятки тысяч энергообъектов, продолжающих работу, несмотря на выработку всех нормативных сроков, требующих капитальной реконструкции. Нередко в таких котельных работает до 30-ти человек персонала, продолжают функционировать дымососы, компрессоры, насосные станции еще советского производства с огромным потреблением энергии. Но поскольку основными мощностями в таких котельных являются водотрубные паровые котлы, на них концентрируется

все негативное отношение к неэффективности котельной. У кадровой смены в промышленной и коммунальной энергетике нередко складывается убеждение, что не только сами эти агрегаты являются морально устаревшим оборудованием, но и сам принцип производства пара, предполагающий обогрев горячими газами большого количества труб, через которые проходит вода, – тоже вчерашний день. Такое понимание заставляет искать новые решения в области производства пара: рассматриваются варианты с термомасляными парогенераторами, усиливается представление о жаротрубных паровых котлах как о единственной современной альтернативе, решающей все проблемы. Причем, приоритет, как правило, отдается зарубежному оборудованию, даже если речь идет о водотрубных паровых котлах, хотя многие западные парогенераторы, предлагаемые сегодня в России, конструкционно недалеко ушли от своих прототипов, предложенных в начале прошлого века. Если в отношении российских паровых котлов, например, модификаций широко известных ДКВР, выпускавшихся с 1942 г. на Бийском котельном заводе и впоследствии вошедших в производственную номенклатуру большинства отечественных котлостроителей, принято считать, что это идеологически прошлый век, что такие котлы устарели еще в советское время, то в отношении зарубежных водотрубных парогенераторов, например, разработок всемирно известной корпорации Clayton Industries, которые были предложены в США еще в 30-е гг. прошлого века и с некоторыми усовершенствованиями воспроизводятся до сих пор, как-то незатруднительно повторять маркетинговые тезисы, что это котлы, проверенные временем, которые на протяжении вот уже более 80 лет зарекомендовали себя как надежные генераторы пара и т.д. и т.п. И те, и другие котлы имеют вертикально-водотрубную с противотоком отходящих газов конструкцию. Американские парогенераторы, работающие на газе и жидком топливе, имеют очень компактные габариты, что позволяет использовать их в условиях мегаполиса, где имеется дефицит свободного пространства.

Российские характеризуются наличием внешней топki, в которой можно сжигать низкокачественные, многозольные и влажные сорта топлив.

При выборе оборудования преимущества тех или иных котлов во многом определяются эксплуатационными затратами, длительностью безремонтного ресурса, возможностью использования местного топлива, климатическими условиями и пр. При реконструкции котельных немаловажную роль играют также размеры фундаментов, выполненные под определенные габариты котлов, наличие подготовленного персонала, возможность увеличения мощности за счет добавления котлоагрегатов в помещении котельной, не говоря уже о налаженных контактах с производителем по вопросам поставки запчастей и сервиса. Поэтому российские промышленные водотрубные котлы, изготовленные на базе якобы «устаревших» прототипов, сегодня оказываются не менее востребованы, чем зарубежные аналоги, особенно ввиду развития и внедрения современных горелочных



Рис. 1

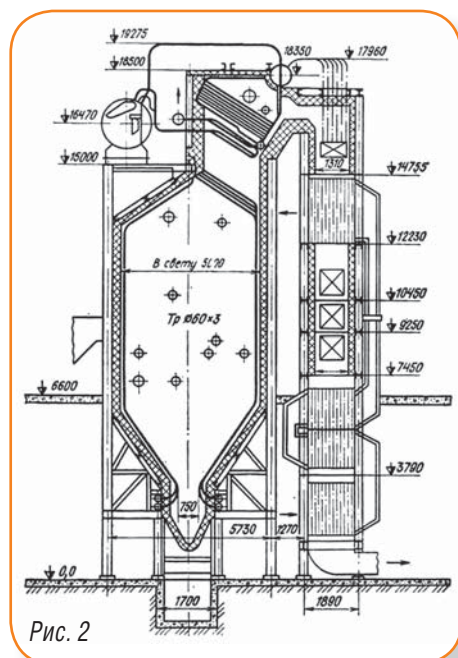
устройств, средств автоматизированного управления и контроля, систем водоподготовки. Модифицированные версии котлов ДКВР, ДЕ и Е сегодня предлагают такие отечественные производители, как ОАО «Бийский котельный завод», ПГ «Генерация» (куда входит украинский «Монастирищенский завод котельного оборудования»), ООО «Теплотех-Комплект», ОАО «Энергомашхолдинг» и др. (см. обзор «Водотрубные паровые котлы на российском рынке» в настоящем номере журнала). На рис. 1 показана каскадная котельная на базе паровых водотрубных котлов Е 1,0-0,9 ГЗ с импортными горелками плавного модулирования.

Вертикально-водотрубные котлы российского производства

Исторически определению «котлы» больше соответствуют котлы жаротрубные, поскольку первые промышленные парогенераторы, появившиеся еще в XVIII в. на подъеме промышленности, представляли собой агрегаты с топкой внутри цилиндрической емкости. Позже для увеличения теплопередающей поверхности объем, занятый водой, стали насыщать дымогарными трубами, что значительно снизило температуру уходящих газов и тем самым повысило КПД котлов. Но жаротрубно-дымогарные котлы имели серьезный недостаток: наличие крупной емкости, содержащей большой объем горячей воды. Даже при невысоком внутреннем давлении разуплотнение приводило к мгновенному вскипанию воды и в результате – к катастрофическим последствиям. Именно это обстоятельство предопределило переход в XIX в. к водотрубным котлам, в которых горячими газами обогревается не массивный цилиндр, а большое число труб малого диаметра, через которые проходит вода. Важным фактором перехода к водотрубным котлам была не только проблема безопасности, но еще и чисто технологическая особенность: как известно, расход металла на детали котла, подверженные внутреннему давлению, зависит от диаметра цилиндрических частей, из которых komponуются поверхности нагрева. Поэтому для снижения массы металла выгодно применять трубы возможно меньшего диаметра. Один из первых водотрубных котлов в России, горизонтально-водотрубный, был разработан инженером Шуховым; в этом агрегате за счет применения труб малого диаметра удалось значительно интенсифицировать процесс теплопередачи. Но серьезным недостатком горизонтально-водотрубных котлов являлась слабая циркуляция воды в верхних рядах кипящих труб, объединенных одной секцией (что обуславливалось их разной тепловой нагрузкой). При больших форсировках это приводило к опрокидыванию циркуляции или застою воды и как следствие – к перегосу кипящих труб. В вертикально-водотрубных котлах, появившихся в нашей стране уже при советской власти, вследствие большей надежности циркуляции создавалась

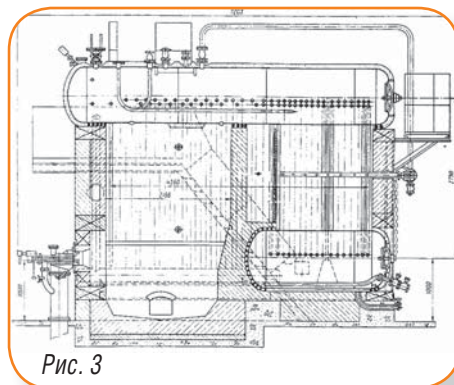
возможность повышения форсировки поверхности нагрева и мощности котла в целом.

На рис. 2 показана схема однобарабанного вертикально-водотрубного котла для промышленных котельных, обязательным элементом которого является барабан, где происходит сепарация воды и пара. По опускающим необогреваемым трубам вода из барабана опускается к нижним коллекторам, а из них – поступает в трубы топочных экранов, воспринимающих тепловой поток от факела (при



факельном сжигании газа, мазута или угольной пыли) или от высокотемпературных продуктов горения кускового твердого топлива, сгорающего на неподвижной или механической решетке. Движение пароводяного потока по контуру «барабан – опускающие трубы – обогреваемые подъемные трубы – барабан» осуществляется в результате естественной циркуляции: гидравлическое сопротивление циркуляционного контура преодолевается за счет полезного напора, создаваемого в результате разности плотностей воды (в опускающих трубах) и пароводяной смеси (в подъемных обогреваемых трубах).

В послевоенные годы в СССР широкое распространение получили двухбарабанные вертикально-водотрубные котлы ДКВР, которые выпускал Бийский котельный завод, созданный в 1942 г. в резуль-



тате перевода промышленности за Урал, связанного с боевыми действиями на европейской части России. Долгие годы котлы ДКВР паропроизводительностью от 2,5 до 20 т/ч на давление до 1,28 МПа (13 кгс/см²) составляли основу промышленных и отопительных котельных по всей стране. На рис. 3 показан котел ДКВР-20/13, который имеет 2 продольных барабана диаметром по 900 мм. Верхний барабан более длинный: он используется для вальцовки труб как кипяточного пучка (в задней части), так и топочных экранов (в передней части). Диаметр кипяточных труб был принят равным 51×2,5 мм. Боковые стенки топки полностью экранированы, а после выхода из топки продукты сгорания поступали на конвективные испарительные поверхности нагрева.

Некоторые модификации котлов большей паропроизводительности имели дополнительные поверхности нагрева: пароперегреватель и экономайзер. При сжигании газа или мазута, а также при сжигании твердого топлива на механической решетке подогрев воздуха отсутствовал. Вся серия унифицированных котлов типа ДКВР имела общую конструктивную схему, включающую испарительную систему с верхним и нижним барабанами,



с коридорным расположением труб в конвективных испарительных пучках, омываемых горизонтальным потоком газов при наличии нескольких его поворотов. При наличии пароперегревателя его обычно выполняли из горизонтальных труб диаметром 32×3 мм и располагали после второго или третьего ряда труб первого конвективного пучка. На некоторых котлах ДКВР в целях снижения температуры уходящих газов устанавливали экономайзер и при необходимости снижения потерь от механического и химического недожога – еще и воздухоподогреватель.

Водотрубные котлы ДКВР, кроме ряда эксплуатационных достоинств, имели и существенные недостатки. Так, например, котлы Бийского завода отличались высокой металлоемкостью, плохой транспортабельностью и большой длительностью монтажа. Исследования, проведенные еще в 80-е гг. прошлого века, показали, что между поставкой котла и вводом его в эксплуатацию проходит значительное время: в некоторых случаях срок монтажа достигал от 6 до 10 месяцев. В те же годы высокий уровень комплектности и заводской готовности аналогичных по мощности зарубежных котлов обеспечивал весьма сжатые сроки их монтажа: котлы фирмы Foster Wheeler (США), например, можно было смонтировать в течение одного–двух дней. Итальянские водотрубные котлы Clatub CTD производства Bono Energia уже в 80-х гг. стали поставляться в модульном исполнении, предназначенном для максимально быстрого ввода в эксплуатацию (рис. 4).

Сравнение с теплоэнергетической продукцией глобального антагониста – США, а также дружественной для СССР Италии, привело к необходимости усовершенствовать паровые водотрубные котлы, и в конце прошлого века БикЗ перешел на выпуск серийных газомазутных котлов типа ДЕ. Основные параметры котлов серии ДЕ-ГМ приведены в таблице.

Эти котлы имели по два барабана одинаковой длины, соединенных между собой пучком гнутых кипяточных труб. Топочная камера для газообразного и жидкого топлива была размещена рядом с пучком труб параллельно осям барабанов. Дымовые газы из топочной камеры направлялись в конвективный пучок через

Таблица

Наименование котла	Паропроизводительность, т/ч	Рабочее давление, кгс/см ²	Температура пара, °С	
			насыщенного	перегретого
ДЕ-4-14ГМ/3	4	14	194	225
ДЕ-6,5-14ГМ/3	6,5	14	194	225
ДЕ-6,5-24ГМ/3	6,5	24	220	250
ДЕ-10-14ГМ/3	10	14	194	225
ДЕ-10-24ГМ/3	10	24	220	250
ДЕ-16-14ГМ/2	16	14	194	225
ДЕ-16-24ГМ/2	16	24	220	250
ДЕ-25-14ГМ/1	25	14	194	225
ДЕ-25-24ГМ/1	25	24	220	250

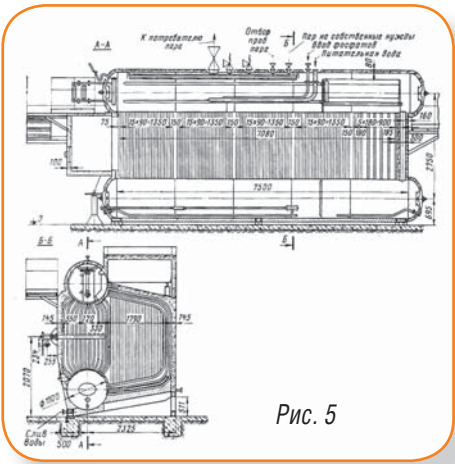


Рис. 5

проход в конце топки по всей высоте кипя- тильных труб. Конвективный пучок был отделен от топочной камеры глухой мем- бранной стенкой, выполненной из кипя- тильных труб с вваренными между ними стальными полосками. После конвектив- ного пучка дымовые газы направлялись в экономайзер, и далее – в дымовую трубу. Общий вид самого крупного котла этой серии – ДЕ-25-14ГМ показан на рис. 5.

Габариты основного блока этого котла (длина, ширина и высота) были равны 8,5×3,15×4,0 м. Все остальные котлы этой серии, вплоть до ДЕ-4-14ГМ, имели такие же ширину и высоту (3,15 и 4,0 м), но их длина снижалась пропорционально паро- производительности (до 3,2 м у котла ДЕ-4-14ГМ).

Удельный расход металла под давле- нием на 1 т паропроизводительности в этих котлах оказался примерно на 10 % меньше, чем в котлах ДКВР. Кроме того, повышение блочности поставки котлов ДЕ значительно сократило сроки монта- жа. Однако небольшая ширина топочной камеры в котлах ДЕ создавала некоторые трудности, особенно при сжигании мазута.

Для промышленных и отопитель- ных котельных с небольшим расходом пара представляют интерес водотруб- ные котлы серии Е (рис. 6), выпуска- емые Бийским котельным заводом, Монастырщенским заводом котельного оборудования (Украина), входящим в про- мышленную группу «Генерация» и рядом других производителей. Серия этих кот- лов низкого давления (0,8 МПа) вклю- чает мазутные, газовые и газомазутные котлы паропроизводительностью от 1,0 до 2,5 т/ч. Температура насыщенного пара за котлом – 175 °С. Котлы украин- ского производства оборудованы блоч- ными автоматизированными горелками фирмы CIB UNIGAS (Италия), обеспе- чивающими эффективное сжигание как газа, так и мазута; у российских произво- дителей спектр используемых горелочных устройств обширен и включает горелки большинства ведущих европейских про- изводителей. Важным преимуществом водотрубных котлов серии Е является их поставка единым транспортабельным блоком в собранном виде, в обмуровке и обшивке. Масса самого крупного котла этой серии – ГМН (Э) – Е-2,5-0,9 (рис. 6)



Рис. 6

всего 6 400 кг, а габаритные размеры (Д×Ш×В) не более 5,35×2,45×3,2 м.

Эти же предприятия изготавлива- ют паровые котлы среднего давлении. Вертикально-водотрубные двухбарабанные котлы выдают потребителю насыщенный пар температурой 194 °С и абсолютным давлением 1,4 МПа. Топка котла имеет газоплотные экраны, а наличие экономай- зера снижает температуру уходящих газов. Максимальная заводская готовность котлов позволяет осуществлять поставку единым транспортабельным блоком в собранном виде, в обмуровке и обшивке. В резуль- тате уменьшаются затраты при монтаже. Максимальный в этой серии котел Е-10,0- 1,4ГМ (Э), показанный на рис. 7, имеет паропроизводительность до 10 т/ч, КПД на газе/мазуте достигает 94/91 %, при этом габариты котла составляют 6,53×3,96×4,5 м (Д×Ш×В). Как правило, котлы среднего дав- ления серии Е оснащены микропроцессор- ной системой управления и защиты.



Рис. 7

Сегодня паровые водотрубные котлы серии Е входят в ассортимент котель- ного оборудования у большинства оте- чественных производителей. Помимо вышеназванных, это «Сибэнергомаш» (г. Барнаул, Алтайский край), ООО «Теплотех-Комплект» (Санкт-Петербург), ЗАО «Теплоэнергетическая компания» (г. Электросталь, Московская обл.), ООО «Энергомашхолдинг» (г. Бийск, Алтайский край). Не так давно к ним присоединился один из лидеров отечественного котло- строения – ОАО «Дорогобужжкотломаш» (пос. Верхнеднепровский, Дорогобужский р-н Смоленской обл.). С 2008 г. это пред- приятие, специализирующееся на выпуске водотрубных водогрейных котлов, стало выпускать газомазутные вертикально- водотрубные паровые котлы с естествен- ной циркуляцией Е-1,0-09 ГМ производи- тельностью 1 т/ч.



В промышленной и коммунальной энергетике России традиционно применяются водотрубные паровые котлы серий ДКВР, ДЕ и Е. В последние годы на российском рынке все чаще стали появляться аналоги зарубежных производителей, которые привлекают заказчиков набором приятных опций с точки зрения эксплуатации котлов, а также возможностью работы на нетрадиционных видах топлива.

Современные водотрубные паровые котлы зарубежного производства

На российском рынке теплоэнергетического оборудования водотрубные паровые котлы зарубежного производства сталкиваются с некоторыми затруднениями, во многом — из-за советского наследия в виде десятков тысяч паровых и водогрейных котельных, преимущественно на базе промышленных водотрубных котлов. С одной стороны, складывается благоприятная для продвижения ситуация ввиду выработки нормативных сроков у большинства отечественных котлоагрегатов. С другой стороны, на смену отработавшим котлам ДКВР и ДЕ зачастую приходят их модернизированные версии, что обусловлено сложившимися связями с тем или иным производителем, рабочими навыками персонала, имеющимися фундаментами под

определенные габариты котлов и т.д. «Вписаться в рынок» удастся немногим маркам зарубежных водотрубных парогенераторов. Это объясняется как их стоимостью, более высокой по сравнению с отечественными аналогами, так и менее развитой сетью сервисной и эксплуатационной поддержки.

Не в каждом регионе России можно быстро достать запчасти для зарубежных установок, а в зимний период года хоть сколько-нибудь длительное простаивание, например, отопительной котельной из-за ожидания комплектующих (в случае их заказа у фирмы-производителя) недопустимо на большей части нашей страны. К тому же, при реконструкции городских и районных котельных основным трендом сегодня является замена громоздких водотрубных на компактные жаротрубные

паровые котлы, как импортного, так и российского производства.

Тем не менее за счет постоянного увеличения региональных представительств, гарантийных и сервисных центров некоторые зарубежные производители по отдельным направлениям находят заказчиков на свои водотрубники. Одним из таких перспективных направлений является строительство (или реконструкция) твердотопливных котельных, работающих не только на угле, но и на биомассе деревообрабатывающих и сельскохозяйственных производств. В этом сегменте за счет систем автоматизированной подачи мелкофракционного топлива (опилки, щепа, пеллеты и топливные гранулы, торф, уголь, лузга подсолнуха и пр.) и применения топков с конвейерным золоудалением

зарубежные водотрубные парогенераторы оказываются более привлекательными, чем российские аналоги, требующие для подачи топлива большого штата обслуживающего персонала. Так, например, компания Ferroli (Италия) предлагает в России твердотопливные многотопливные паровые котлы BI COMB вертикально-водотрубной конструкции (рис. 1), предназначенные для утилизации отходов первичной и вторичной обработки древесины, растительных отходов сельскохозяйственного производства, а также отходов первичной обработки пищевых продуктов. Сжигание топлива происходит в два этапа с разложением древесного топлива на колосниковой решетке и последующим сжиганием древесного газа в камере сгорания. Серия включает линейку котлов с неподвижной решеткой (BI COMB S) и с подвижно-переталивающей (BI COMB SGM), которая обеспечивает эффективный контроль толщины слоя топлива и осуществляет транспортировку золы в золоприемник для механической выгрузки. Каждая линейка включает 9 типоразмеров номинальной мощностью от 930 до 5815 кВт, имеющих исполнение под максимальное рабочее давление 12 и 15 бар, что позволяет использовать котлы для производства пара и перегретой воды. При давлении 12 бар и температуре питательной воды 65 °С паропроизводительность котлов BI COMB составляет от 1330 до 8313 кг/ч. Будучи газоплотными котлами, с повышенной безопасностью гидравлической части, присущей водотрубным котлам для производства пара или перегретой воды средних или высоких давлений и температур, парогенераторы Ferroli отличаются пониженной удельной тепловой нагрузкой в топке и трубной конструкцией, прошедшей гидравлическое испытание давлением 30 бар в соответствии с Европейским стандартом PED (97/23/CE). По специальным заказам могут быть изготовлены энергетические котлы для паровых турбин, для генерации пара высокого давления или перегретого пара.

Котлы BI COMB имеют много привлекательных свойств с точки зрения эксплуатации. Во-первых, для удобства монтажа все агрегаты котла размещены

в одном компактном блоке, удобном для быстрого монтажа. Во-вторых, топки котлов оборудованы автоматически загружаемым шнековым питателем, что открывает большие возможности для автоматизации технологического процесса. Механический питатель с непрерывной модуляцией позволяет плавно уменьшить тепловую мощность со 100 до 50 % или со 100 до 25 % для версии с моторами с независимым охлаждением, уменьшая, таким образом, число остановок котла и резкое повторяющееся снижение температуры в камере сгорания, с последующим ухудшением показателей эмиссии. Температурный или прессостатический контроллер управляет инвертором, изменяющим скорость вращения шнека подачи топлива, и вентиляторами дутьевого воздуха. Автоматическое удаление золы из золоприемника осуществляется с помощью шнекового конвейера. Он автоматически включается для непродолжительной работы, через установленные интервалы времени, которые определяются мощностью котла и



Рис. 1

природой топлива. Растопочная горелка позволяет выполнять автоматический розжиг твердого топлива и необходима для подсветки топлива с повышенной влажностью. Этот одноступенчатый моноблок (~0.25 МВт) может работать на дизельном топливе или природном газе. Ввод горелки в котел и вывод ее при выключении котла производится автоматически с помощью пневматической системы. Трубный каркас и геометрия газохода дымовых газов гарантируют уменьшение операций чистки, а также полный доступ снаружи, через дверцы,

при обслуживании. Также в конструкции котлов BI COMB предусмотрены сажедувки, которые используются для быстрой очистки трубного пучка без прекращения работы всей системы. Они могут работать от сжатого воздуха или пара, в ручном или автоматическом режиме. Тем не менее парогенератор требует тщательной чистки при плановых, с установленными интервалами остановках.

Конкуренция водотрубных и жаротрубных котлов

Основными преимуществами жаротрубных паровых котлов признано являются компактность и меньший вес (сравнительно с водотрубными парогенераторами советской конструкторской школы), благодаря которым выигрывается полезная площадь в реконструируемых котельных, появляется возможность строительства крышных паровых котельных, не говоря уже о паровых БМК и транспортабельных аварийных парогенераторах (на шасси большинства производителей грузового транспорта). Но производители современных водотрубных котлов постоянно работают над повышением конкурентных преимуществ своей продукции. У ряда фирм габариты и вес агрегатов, сопоставимых по паропроизводительности с жаротрубными котлами, оказываются более привлекательными для создания блочно-модульных и крышных котельных. Так, например, прямоточные вертикально-водотрубные паровые котлы производства Miura Boiler (Южная Корея) составляют прямую конкуренцию жаротрубно-дымогарным котлам по таким параметрам, как вес, транспортабельность, эргономичность, что делает их оптимальным решением для комплектации блочно-модульных паровых установок и создания высокоэффективных каскадных систем на ограниченной площади (рис. 2). Как и жаротрубные котлы в составе БМК, водотрубные парогенераторы Miura могут работать на природном газе и/или СПГ (модели GX-300 и EZ-G), на газе/дизельном топливе (модели EZ-GO и EZ-K), а также на мазуте (модели EZ-M). Производительность газовых и дизельных котлов по пару составляет от 0,3 до 3 т/ч, комбинированных – от 0,5 до 3 т/ч, мазутных – от 0,5 до 2,5 т/ч, что обеспечивает



Рис. 2

котлам Miura широкую востребованность в условиях мегаполиса (прежде всего, в сфере автономного пароснабжения малых и средних производств). В России котлы Miura наибольшим спросом пользуются на Дальнем Востоке, в Сибири и на Урале, что обусловлено как логистикой при отгрузке котлов, так и возможностью оперативной сервисной и эксплуатационной поддержки.

В связи с западными санкциями против России, видимо наложившими некоторые ограничения на продвижение европейских марок оборудования, на российском рынке теплоэнергетического оборудования стали активно продвигать свою продукцию производители промышленных котлов из стран, не примкнувших к санкциям. Так, на выставке Aqua Therm Moscow 2015 впервые в России представили свою продукцию компании Daeyeol Products (Южная Корея) и WENTA (Турция). Как и Miura Boiler, эти производители делают ставку на снижение веса и габаритов изделий, с тем чтобы продукция конкурировала на рынке. Водотрубная линейка WENTA WSPK-10...-35 включает 8 типоразмеров паровых котлов номинальной паропроизводительностью от 10 до 35 т/ч. Данные котлы характеризуются компактностью и быстрым выходом на полную производительность. Ассортимент водотрубных паровых котлов Daeyeol включает серии SAJ (парогенераторы малой производительности), DRS (промышленные паровые котлы без экономайзера) и DRH (водотрубные котлы с экономайзером). Типоряд SAJ 10-50 представлен 5-ю моделями номинальной паропроизводительностью от 0,1 до 0,5 т/ч, серия прямоточных водотрубных котлов DRS включает 8 моделей паро-

производительностью от 0,5 до 3 т/ч, линейка DRH также включает 8 моделей номинальной паропроизводительностью от 0,5 до 3 т/ч. Максимальное рабочее давление котлов Daeyeol составляет 10 бар, КПД – до 90 %. В паровых водотрубных конденсационных котлах серии DRH показатель энергоэффективности достигает 99 %, во-первых, за счет использования экономайзера с трубами из нержавеющей стали, а во-вторых, за счет полезного использования физического и скрытого тепла выхлопных газов.

В ряду зарубежных промышленных парогенераторов, поставляемых на российский рынок, наибольшей конкурентоспособностью по отношению к жаротрубным паровым котлам отличаются установки компании Clayton (США-Бельгия), предназначенные для всех отраслей, использующих технологический пар.



Рис. 3

Вертикальная конструкция этих прямоточных монотрубных парогенераторов с противотоком отходящих газов, предложенная еще в 30-х гг. прошлого века, с некоторыми усовершенствованиями в области энергосбережения воспроизводится до сих пор. Парогенератор Clayton представляет собой компактную установку по производству пара, работающую по принципу принудительной циркуляции и благодаря малому объему воды (в 5–6 раз меньше, чем у жаротрубных котлов) способную выйти на номинальную мощность всего за 5 мин с начала работы. Большинство технологических узлов и комплектующих (насосы, сепараторы и т.д.), используемых в конструкции данных паровых котлов, явля-

ется собственной разработкой Clayton. С помощью насоса вода закачивается в котел через единый спиральный трубчатый змеевик малого диаметра таким образом, что в один конец поступает холодная вода, а из другого выходит пар под высоким давлением, который поступает в высокоэффективный центробежный сепаратор Clayton. Благодаря принципу принудительной циркуляции, в спиральном теплообменнике производится практически сухой насыщенный пар. Отделенная вода всегда поступает обратно в конденсатоприемник парогенератора.

По сравнению с другими водотрубными котлами, системы Clayton отличаются наиболее компактной конструкцией, благодаря чему легко вписываются в любую имеющуюся в наличии площадь на уже действующих объектах, причем малый вес установок допускает размещение даже на верхних этажах зданий. Благодаря внедренной системе безопасности и автоматизации любой парогенератор Clayton может работать в течение недели без обслуживающего персонала.

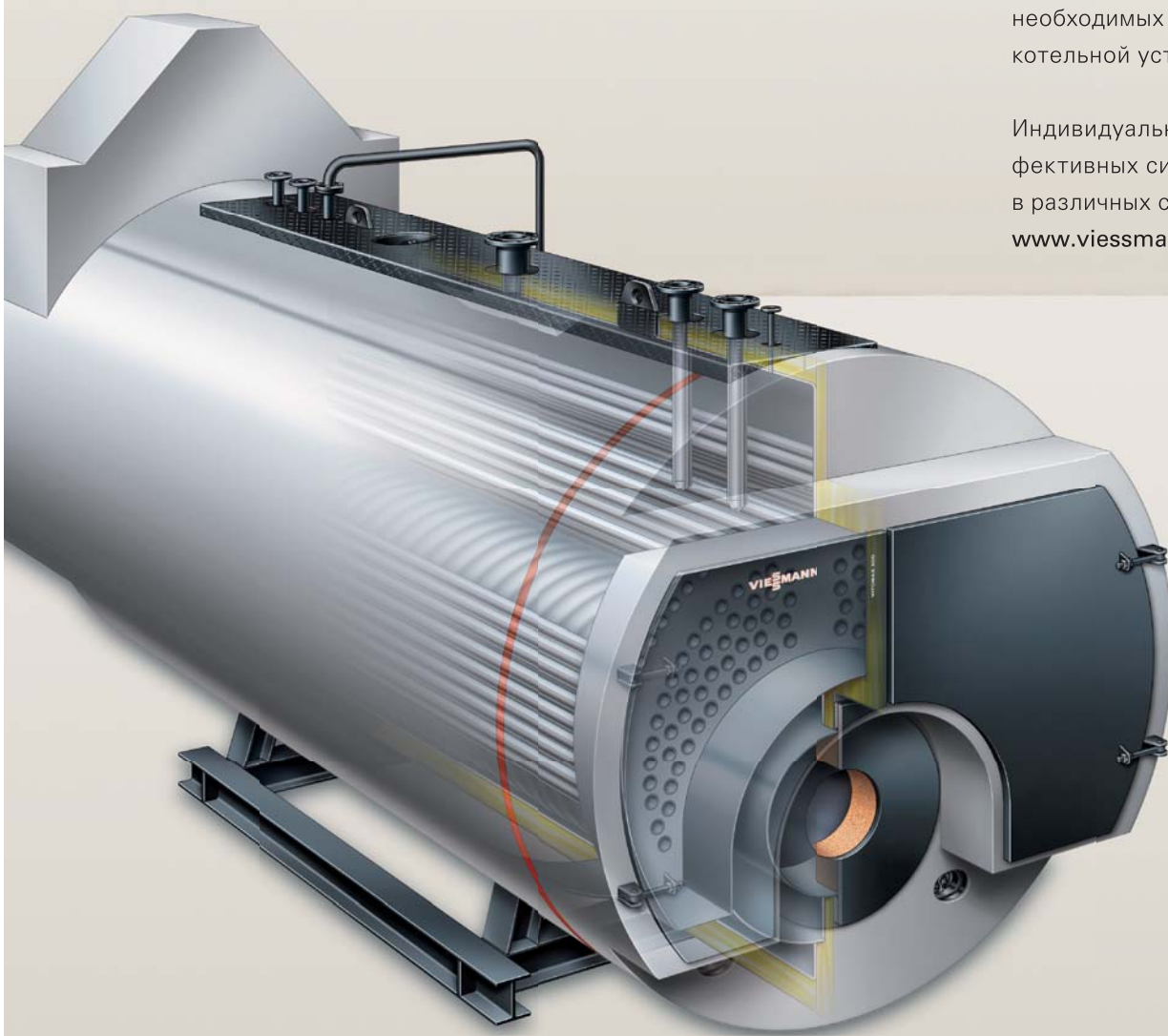
Компания Clayton предлагает стандартные размеры от 100 кВт до 20 МВт с давлением вплоть до 200 бар. Кипящие парогенераторы выдают пар с максимальной температурой 460 °С. Стандартные или индивидуально разработанные парогенераторные системы могут поставляться под ключ; в номенклатуре оборудования представлены котельные контейнерного типа, мобильные транспортабельные установки (рис. 3), многоступенчатые системы, версии для работы на шельфе и морские специсполнения. Также в ассортименте парогенерирующего оборудования Clayton имеются водотрубные котлы-утилизаторы, предназначенные для производства пара при использовании отработанных газов дизельных двигателей, газотурбинных установок малой мощности, мусоросжигательных установок, стеклоплавильных печей, печей для снятия напряжения и др. Их наибольшая эффективность достигается при работе с электрогенераторами мощностью до 15 МВт.

На всех парах. Vitomax 200 HS.

Vitomax 200 HS – это промышленный паровой котел высокого давления, представленный в большом диапазоне мощностей – от 0,5 до 26 т/ч.

Трехходовая конструкция с низкой тепловой напряженностью камеры сгорания обеспечивает минимальный уровень эмиссий и КПД до 95%. Viessmann предлагает комплектные поставки всех необходимых компонентов для паровой котельной установки «под ключ».

Индивидуальные решения энергоэффективных систем для генерации пара в различных секторах промышленности.
www.viessmann.ru



VIESSMANN

climate of innovation



Компенсация температурных удлинений трубопроводов может происходить за счет перемещения подвижных опор на оборудовании, к которому подключен трубопровод, гибов самого трубопровода (самокомпенсация) или установки компенсаторов (П-, Г-образных, сальниковых, линзовых, сильфонных).

Компенсация температурных удлинений трубопроводов

А. Башаров, к.т.н.

Полученный в котельной установке насыщенный или перегретый пар необходимо подать к месту его потребления. Поэтому каждая котельная (и тем более – ТЭЦ) имеет сложную систему трубопроводных коммуникаций. Соединение оборудования трубопроводами должно соответствовать технологической схеме и обеспечивать надежную работу промышленной или отопительной котельной не только при стационарном режиме, но также при пусках и остановках оборудования.

Между тем, известно, что при нагревании трубопровода от температуры окружающего воздуха t_b (°C) до температуры протекающей в нем среды t_c (°C), все его размеры увеличиваются. Если

линейный размер участка трубопровода при температуре t_b равен l_i (м), а коэффициент линейного расширения равен α (1/°C), то увеличение линейного размера Δl (м) легко рассчитать по очень простой формуле:

$$\Delta l_i = l_i \cdot \alpha \cdot (t_c - t_b).$$

Оборудование, к которому присоединен трубопровод, препятствует его свободному расширению. На схеме (рис. 1) показан трубопровод в холодном состоянии (1) и тот же трубопровод после его нагревания (2) при условии, что один его конец (в точке М) не закреплен. Деформация осевой линии приведет к тому, что незакрепленный конец пере-

местится в точку М', причем по осям x и y расстояние увеличится на:

$$\begin{aligned} \Delta l_x &= l_x \cdot \alpha \cdot \Delta t; \\ \Delta l_y &= l_y \cdot \alpha \cdot \Delta t, \end{aligned}$$

где Δt – разность температур $t_c - t_b$, °C.

При закрепленных концах трубопровод деформируется по-другому: он изгибается (позиция 3 на рис. 1), в нем возникают напряжения, а в опорах – реактивные силы и моменты. Изгиб осевой линии трубопровода, вызываемый температурными удлинениями его элементов, называется «самокомпенсацией».

Прочность трубопроводов в первую очередь зависит, конечно, от величины

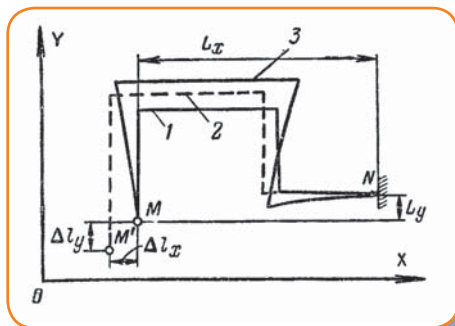


Рис. 1. Деформация осевой линии трубопровода от температурных расширений

напряжения, вызываемого внутренним давлением. Но не менее важную роль играет еще и изгибное напряжение, связанное с деформацией трубопровода при изменении его температуры. Если величина изгибного напряжения оказывается больше допустимой, то приходится искусственно увеличивать гибкость за счет компенсаторов. На рис. 2 показан простейший компенсатор П-образной формы, установленный на плече с большим размером. При повышении температуры показанного здесь трубопровода возникает прогиб вертикальных участков компенсатора 1-2 и 3-4, благодаря чему уменьшается прогиб и напряжения в коротком плече OA. Чем больше вылет компенсатора h , тем меньше будет напряжение от изгиба.

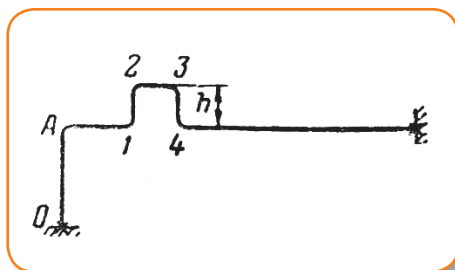


Рис. 2. Трубопровод с П-образным компенсатором

Компенсатор температурных удлинений такого типа может быть образован из нормализованных гибов труб такого же диаметра, что и прямые участки трубопровода. Они могут быть не только П-образными: иногда встречаются компенсаторы в виде «омега» (Ω) или S-образной формы.

В промышленных и отопительных котельных при давлении в трубопроводах до 0,6 МПа для компенсации температурных удлинений часто применяют линзовые компенсаторы с разным количеством линз (волн). Количество этих линз прямо пропорционально длине компенсируемого участка трубопровода, разности температур Δt и обратно пропорционально величине допустимого сжатия линзы в осевом направлении. На рис. 3 показана схема установки линзовых компенсаторов на трубопроводе. При нагреве трубопровода его удлинение компенсируется равным по величине сжатием линз. На их боковые поверхности действует внутреннее давление, создающее распорное усилие, которое стремится растянуть линзы. Чтобы воспрепятствовать этому усилию, линзы скрепляют стяжками, показанными на рис. 3. В этом случае, конечно, линзы компенсируют удлинение участка трубопровода только между стяжками, т.е. на длине L .

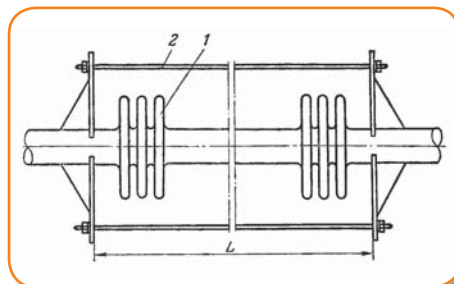


Рис. 3. Установка линзовых компенсаторов на трубопроводе: 1 – линзовый компенсатор; 2 – стяжки

Иногда, чтобы уменьшить количество линз, выполняется предварительная растяжка, для чего между стыкуемыми трубами при монтаже сначала оставляется зазор, а затем с помощью вспомогательных стяжек компенсатор растягивается, фаски труб при этом сближаются, и производится сварка (рис. 4). При нагревании трубопровод удлиняется, и линзы из растянутого состояния переходят в сжатое. Таким образом, предварительная растяжка позволяет в два раза сократить количество линз.

Еще один способ компенсации температурных удлинений трубопровода

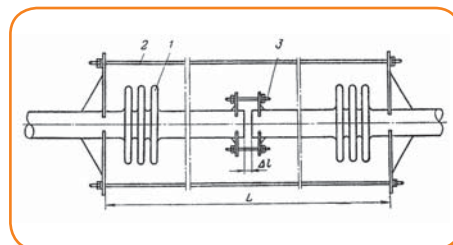


Рис. 4. Предварительная растяжка линзовых компенсаторов: 1 – линзовый компенсатор; 2 – стяжки; 3 – стяжные болты для предварительной растяжки линз

показан на рис. 5. Здесь также присутствуют линзы, но используются они не для компенсации удлинений, а как шарниры. При повышении температуры происходит удлинение плеча $L1$. При этом в точке A верхней линзы и в точке B' нижней линзы происходит сжатие, а в точках B (верхней линзы) и A' (нижней линзы) – растяжение. Боковые поверхности линзы слегка поворачиваются относительно друг друга на некоторый угол β , благодаря чему верхний конец участка трубопровода между линзами смещается относительно исходного положения в направлении перемещения точки K, вызванного ростом температуры. Таким образом, достигается компенсация удлинения плеча $L1$.

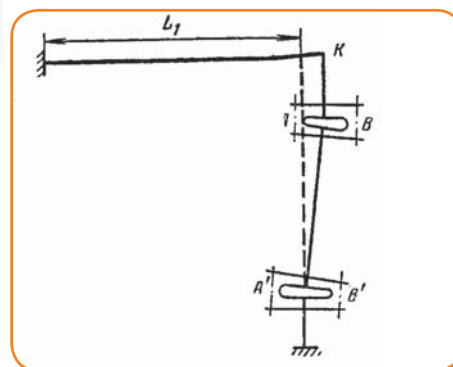


Рис. 5. Схема работы шарнирных компенсаторов (пунктиром показано исходное положение трубопровода)

Помимо линзовых, а также П-, S- и Г-образных компенсаторов, до конца 80-х гг. прошлого века для компенсации температурных деформаций трубопроводов достаточно широко применялись

сальниковые компенсаторы (во многих регионах России они используются до сих пор). Их эксплуатация характеризовалась рядом сложностей: во-первых, сальниковые компенсаторы требовали постоянного обслуживания, связанного с периодической подтяжкой уплотнения и заменой уплотнительного материала. При подземной прокладке теплопроводов установка сальниковых компенсаторов предполагала строительство дорогостоящих камер. Длительная практика их эксплуатации показала, что даже при наличии регулярного обслуживания имели место протечки теплоносителя. При большой протяженности тепловых сетей суммарная величина затрат на пополнение и нагрев теплоносителя достигала достаточно больших значений.

Уже в постсоветское время на рынке промышленной трубопроводной арматуры сальниковые компенсаторы стали активно вытесняться сильфонными компенсаторами (рис. 6) – стальными растяжимыми устройствами, которые в монтажной практике стали отодвигать и П-образные решения: в новых экономических условиях те не соответствовали экономическим реалиям ввиду своих больших габаритов, необходимости в увеличении зон отчуждения дорогостоящей городской земли, необходимости строительства дополнительных направляющих опор, а при подземной прокладке – специальных камер (что довольно затруднительно в городских условиях). Да и стоимость П-образных компенсаторов, особенно больших диаметров, оказалась неконкурентоспособна в сравнении с сильфонными компенсаторами.

Сильфонные компенсаторы имеют малые габариты, могут устанавливаться в любом месте трубопровода при



Рис. 6. Стальной сильфонный компенсатор

любом способе его прокладки, не требуют строительства специальных камер и обслуживания в течение всего срока эксплуатации. Срок их службы, как правило, соответствует сроку службы трубопроводов. Применение сильфонных компенсаторов обеспечивает надежную и эффективную защиту трубопроводов от статических и динамических нагрузок, возникающих при деформациях, вибрации и гидроударе. Благодаря использованию при изготовлении сильфонов высококачественных нержавеющей сталей, сильфонные компенсаторы способны работать в самых жестких условиях с температурами рабочих сред от -40 до 1000 °С и воспринимать рабочее давление от вакуума до 100 атм., в зависимости от конструкции и условий работы. Для обеспечения различных технологических процессов, использующих в качестве проводимых сред воду, пар, газ, воздух, нефть, агрессивные среды, сильфонные компенсаторы имеют конструктивные исполнения, соответствующие назначению и условиям применения. Это могут быть различные комбинации сильфонов, присоединительной и ограничительной арматуры, направляющих патрубков и защитных кожухов.

Основной частью сильфонного компенсатора является сильфон – упругая гофрированная металлическая оболочка, обладающая способностью растягиваться, изгибаться либо сдвигаться под действием перепада температур, давления и другого рода изменений. Между собой они различаются по таким параметрам, как размеры, давление и типы смещений в трубе (осевые, сдвиговые и угловые). На основании данного критерия компенсаторы выделяют осевые, сдвиговые, угловые (поворотные) и универсальные. Сильфоны современных компенсаторов состоят из нескольких тонких слоев нержавеющей стали, которые формируются с помощью гидравлической или обычной прессовки. Многослойные компенсаторы нейтрализуют воздействие высокого давления и различного рода вибраций, не вызывая при этом реакционных сил, которые в свою очередь провоцируются деформацией. При производстве сильфонных компенсаторов используются такие марки стали, как

AISI 321, AISI 304, 1.4541, 1.4571, а также лента 08X18H10T или 12X18H10T по ГОСТ 5632-72, углеродистые и легированные стали.

Компенсаторы могут подключаться к трубопроводу разными способами. Сварное подключение используется в тех случаях, когда необходимо добиться жесткой фиксации трубопровода и компенсатора круглого или прямоугольного сечения. При этом конец трубопровода сваривается с патрубками компенсатора. Это наиболее распространенный метод, поскольку с его помощью обеспечивается герметичное и надежное соединение трубопроводов с компенсаторами. При необходимости жесткой фиксации трубопровода и компенсатора через переходные муфты и резьбовые уплотнения используется резьбовой метод подключения. Он позволяет соединить разнородные детали компенсатора и трубопровода, которые невозможно присоединить с помощью сваривания. Этот метод соединения используется для небольших давлений и диаметров. Фланцевое присоединение применяют, когда необходимо достичь жесткой фиксации ответного фланца трубопровода и компенсатора.

Благодаря этому методу присоединения обеспечивается разъемное соединение компенсатора и трубопровода, позволяющее быстро выполнить монтаж и демонтаж, однако межфланцевое соединение нуждается в дополнительном контроле (рис. 7).



Рис. 7. Сильфонные компенсаторы с соединениями под сварку и фланец

В последние годы в России для бесканальной прокладки теплопроводов стали широко применяться стальные трубы с тепловой изоляцией из пенопо-

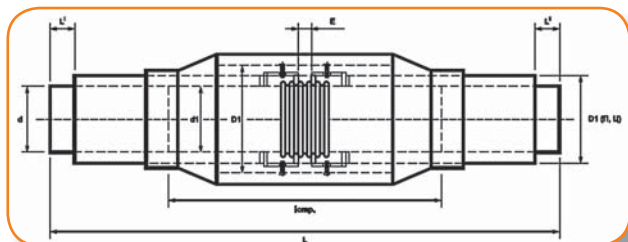


Рис. 8. Строение осевого сильфонного компенсатора



Рис. 9. Внешний вид осевого сильфонного компенсатора

лиуретана в полиэтиленовой оболочке по ГОСТ 30732. На таких трубопроводах, как правило, используются предизолированные осевые сильфонные компенсаторы (рис. 8, 9), имеющие защитный стальной кожух, защищающий сильфон от попадания загрязнений и иных внешних включений, а также тепловую пенополиуретановую изоляцию, наносимую на данный стальной кожух. Пенопласт жесткого пенополиуретана, в свою очередь, защищается внешней гидроизолированной трубой – стальной оцинкованной для надземной прокладки или полиэтиленовой для подземной бесканальной и канальной прокладок трубопроводов. Сильфонный компенсатор в ППУ изоляции изготавливается в заводских условиях производителями предизолированных ППУ трубопроводов и снабжен, как и все изделия по ГОСТ 30732-2007 системой оперативного дистанционного контроля, что фактически делает его обычным фасонным элементом теплотрассы (рис. 10).

Применение предизолированных сильфонных компенсаторов значительно повышает технический уровень и надежность тепловых сетей, сокращает расходы, которые бы потребовались

для установки компенсаторов других типов, поэтому при проектировании соответствующих трубопроводов данный вид устройств практически вытеснил компенсаторы всех других типов. Срок эксплуатации теплотрасс с сильфонными компенсаторами значительно больше, чем с сальниковыми или линзовыми, что доказано многолетней практикой использования всех выше-названных компенсационных устройств. Большинство сильфонных компенсаторов в ППУ изоляции производятся диаметром от 50 до 400 мм, рассчитаны на рабочую температуру теплоносителя до 200 °С, условное давление до 25 бар и имеют компенсирующую способность от 25 до 160 мм.

Сильфонный компенсатор устанавливается на прямолинейном участке теплотрассы и воспринимает расширения, заложенные в проектном решении. В зависимости от протяженности участка трубопровода, способа прокладки, диаметра трубопровода, стенки трубы трубопровода и расчетных температур теплоносителя и среднегодовых температур среды, в которой прокладывается трубопровод, устанавливается одно- или двухсекционный сильфонный компенсатор. Сильфонные компенсаторы при их установке ограничиваются двумя неподвижными опорами.

Установка сильфонного компенсатора ближе к опоре производится при надземной и канальной прокладке теплотрассы тепловой сети, а при подземной бесканальной прокладке сильфонный компенсатор устанавливается в середине ограниченного опорами участка трубопровода. До и после компенсатора необходимо устанавливать направляющие опоры, исключаящие перемещение трубопровода в радиальном направлении. При бесканальной прокладке трубопроводов установка направляющих опор не требуется. Расстояние от торца патрубка компенсатора до опоры должно быть не более 1,5 Ду. В практике строительства

тепловых сетей применяются также компенсаторы сильфонные поворотные (угловые), которые служат для боковой компенсации температурного удлинения трубопроводов теплосетей. Поворотные компенсаторы устанавливаются в местах трубопровода, где предусмотрено изменение его направления на 90 °.

Осевые сильфонные компенсаторы обладают простой и надежной конструкцией. Причиной возникновения неисправностей зачастую является невнимательное отношение к рекомендациям по установке компенсатора. К таким причинам можно отнести: нарушение требований инструкции по размещению компенсатора при монтаже на трубопроводе, нарушение соосности трубопровода и как следствие сильную поперечную нагрузку на компенсатор, попадание грунта между гофрами сильфона, некачественную установку направляющих опор, в результате чего возникает просадка конструкции и чрезмерные поперечные нагрузки, деформацию или разрушение неподвижных опор из-за неправильного расчета нагрузок, а также коррозию материала сильфонов осевых компенсаторов, вследствие повышенного содержания хлоридов во внешней и проводимой средах.

На российском рынке трубопроводной арматуры можно встретить сильфонные компенсаторы как отечественных, так и зарубежных производителей: Danfoss (Дания), Polytechnik (Турция), НПП «Компенсатор» и т.д.



Рис. 10 Осевые сильфонные компенсаторы – фасонные элементы для теплотрассы из стальных труб с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке



Ведущие мировые производители горелочного оборудования накопили немалый опыт в области эффективного сжигания жидкого топлива в случаях, когда это затруднительно при использовании обычных методов. Под «трудным» жидким топливом понимается, прежде всего, сырая нефть, мазут с высокой вязкостью, отработанное, пиролизное масла и т.д.

Сжигание тяжелых видов топлива в промышленных генераторах тепла

С. Зотов, к.т.н., генеральный директор ООО «Тепломега»

Современный высокий уровень требований к эффективности работы котельных и к минимизации вредного воздействия на окружающую среду привел к тому, что при строительстве котельных различного назначения в качестве основного топлива в подавляющем большинстве случаев выбирается природный газ, а в качестве резервного (если оно требуется) – дизельное топливо. Тем не менее нередко ситуации, когда по причинам экономического или логистического характера наилучшим, а подчас и единственно возможным вариантом оказывается использование какого-нибудь «неудобного» топлива:

мазута с высокой вязкостью, отработанного масла и т.п.

Как известно, горение жидкого топлива – это на самом деле горение его паров, поэтому скорость и полнота сгорания топлива определяются тем, насколько хорошо его удастся распылить, чтобы обеспечить большую поверхность испарения и смешение паров с воздухом. Чем уже диапазон распределения размеров капель и чем меньше их средний диаметр, тем выше качество распыления.

Для распыления жидкого топлива в наддувных горелках чаще всего используются форсунки более или менее слож-

ной конструкции, работающие за счет высокого давления, под которым на них подается топливо. Это давление, а также вязкость топлива – основные параметры, определяющие качество распыления. Такие форсунки используются в горелках, работающих на дизельном топливе с вязкостью в пределах 1,2–1,5 °Е (6,0–6,2 сСт) при 20 °С. Давление топлива на форсунке при этом может регулироваться в диапазоне 10–30 бар в зависимости от необходимой мощности горелки.

Недостаток форсунок, распыляющих топливо за счет давления, состоит в том, что для удвоения расхода топлива

необходимо вчетверо увеличить давление. Это накладывает существенные ограничения на диапазон регулирования горелки, производительность которой оказывается ограниченной сверху предельным напором топливного насоса, а снизу – давлением на форсунке, при котором недопустимо снижается качество распыления топлива.

Другой недостаток связан с тем, что каждая форсунка рассчитана на топливо со значением вязкости, находящимся в очень узком диапазоне. Если исходная вязкость топлива слишком высока, для ее уменьшения в линию подачи топлива на форсунку включается система подогрева. Это помогает при использовании легких сортов мазута, вязкость которых при 50 °С не превышает 50 °Е (380 сСт), однако тяжелые сорта мазута для достижения приемлемо низкой вязкости приходится нагревать до достаточно высоких температур (рис. 1). При таких температурах становится заметной скорость реакции коксования, т. е., разложения углеводородов с образованием твердого остатка, который может забить форсунку и вывести горелку из строя.

Этих недостатков лишены ротационные системы распыления (напри-

мер, производства немецких фирм Ray Öl- & Gasbrenner GmbH, SAACKE GmbH и др.), в которых жидкое топливо подается во вращающийся с бешеной скоростью конус или стакан. Под воздействием центробежной силы тонкая пленка топлива движется к краям стакана, где набегаящий поток воздуха срывает ее, разбивая на мельчайшие капли.

Очевидно, что качество распыления здесь в меньшей степени определяется вязкостью топлива, и в минимальной – его давлением. Поэтому среди преимуществ горелок с ротационным распылением – низкое давление топлива перед распылителем (2–3,5 бара) и возможность эффективного сжигания топлива с вязкостью до 45 сСт, которая достигается при нагреве, например, мазута марки М100 до температуры чуть выше 100 °С. Диапазон регулирования этих горелок достигает 1:10. Понятно, что при таком наборе достоинств цена может оказаться неподъемной. Кроме того, любому инженеру известно, что наличие дополнительных движущихся частей не повышает надежность, а скорее – наоборот.

Из известной модели Рейли, описывающей распыление жидкости, следует,

что качество распыления зависит от скорости движения струи из форсунки относительно среды, в которую она истекает. Чем выше эта скорость, тем мельче капли, на которые разбивается струя или пленка жидкости. Эта закономерность лежит в основе механизма действия особого вида распылительных форсунок, в которых струя или пленка распыляемой жидкости пересекается со струей сжатого воздуха или пара. Форсунка такого вида показана на рис. 2: в ней поток топлива, направленный от периферии к центру, разбивается струей возду-

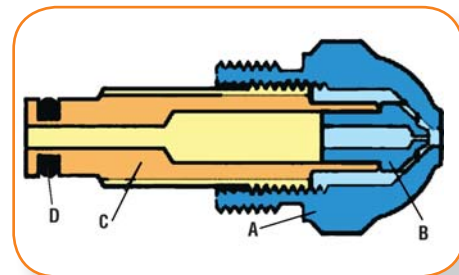


Рис. 2. Форсунка с воздушным распылением (Hago): А – наконечник; В – диск; С – стержень; D – уплотнительное кольцо

ха, направленной вдоль оси форсунки. Важно, что топливо подается на такую форсунку под сравнительно невысоким давлением – 0,7–1,0 бар.

Давление воздуха обычно составляет 1,5–6 бар, а пара – 5–10 бар, при этом расход воздуха или пара на распыление 1 кг топлива составляет 60–100 г. Горелки с воздушным или паровым распылением позволяют эффективно сжигать не только отработанное масло, но и мазут вязкостью до 600 сСт при 50 °С.

Возможности улучшения сжигания тяжелых сортов топлива не ограничены применением различных методов распыления. Еще в советское время был опробован и показал свою эффективность способ модификации топлива путем добавления к нему воды и размешивания до состояния эмульсии. Содержание воды в эмульсии может составлять до 20 %, при этом наблюдается как увеличение КПД котла (до 5 %), так и уменьшение выбросов CO и NO_x (на 50–90 % и на 10–30 %, соответственно), а также образования сажи. Особенно перспективным этот метод представляется при использовании в качестве топлива тяжелых сортов мазута, но есть данные и по сжиганию эмульсий на основе отработанных масел.

Недостатком этого метода можно считать необходимость в дополнительном устройстве – диспергаторе или эмульгаторе. Такие устройства в качестве дополнительных комплектующих предлагают некоторые производители промышленных горелочных устройств, например, Ray Öl- & Gasbrenner GmbH (Германия) и General Bruciatori S.r.l. (Италия).

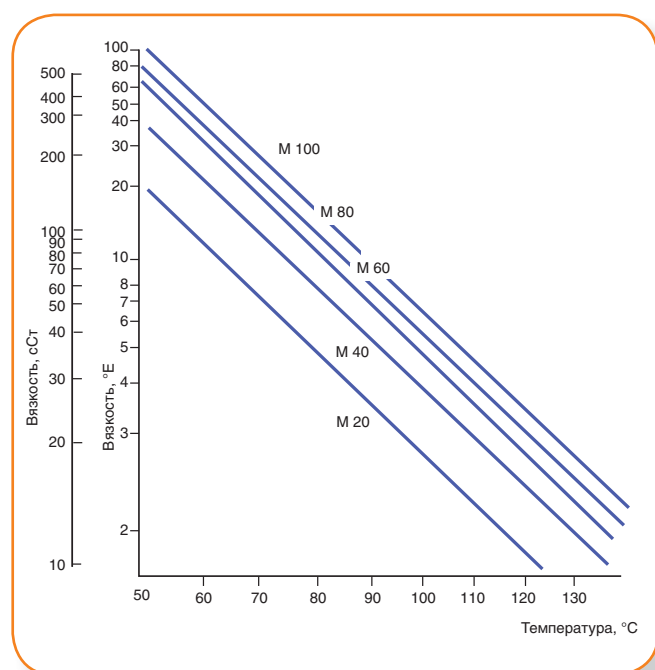


Рис. 1. Зависимость вязкости мазутов от температуры

Настройка и обслуживание новейших газотурбинных и когенерационных установок с высокотехнологичными анализаторами дымовых газов testo

М.П. Григорян

Во многих странах Европейского союза с 2000 г. действуют различные национальные проекты по увеличению топливной и энергетической эффективности, а также сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу. В РФ в 2009 г. был принят новый Федеральный закон № 261ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». План мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности направлен на достижение поставленного Президентом РФ показателя — снижение энергоемкости национальной экономики на 40 % к 2020 г.



В рамках данных национальных проектов Россия и страны ЕС стремятся внедрять в энергетику новейшие достижения науки и техники: когенерационные электростанции с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинные установки в качестве силового оборудования для мощных ТЭС и мини-ТЭЦ. За последние 10 лет существенно обновился парк оборудования и технологий. К таким техническим новинкам относятся, например, водонагреватели со встроенным тепловым насосом, использующие тепло окружающего воздуха и обеспечивающие за счет этого трой-

ную экономию электроэнергии для потребителя. Безусловным нововведением последних двух-трех лет является массовое производство компактных микро-когенерационных установок с двигателем Стирлинга общей мощностью от 3 до 100 кВт, работающих на природном и сжиженном газе. Особое свойство двигателя Стирлинга как двигателя с внешним подводом теплоты позволяет снизить в 3 раза содержание СО в обработанных газах и значительно понизить содержание NO (содержание NO₂ остается постоянным и не превышает 3 % об.), при этом общий КПД достигает 96 %, а уровень

шума не превышает 60–65 дБ. Как любая сложная система микро-когенерационная установка требует должного обслуживания, для осуществления которого необходимо специализированное высококачественное оборудование. ООО «Тэсто Рус», официальное представительство немецкого концерна Testo AG в России, предлагает для настройки и обслуживания микро-когенерационных установок газоанализатор testo 330-2 LL. Для контроля выбросов такой установки данный анализатор рекомендуется комплектовать опциональными сенсорами на оксид углерода СО низ. (0...500ppm с разрешением 0,1 ppm) и оксид азота NO низ. (0...300ppm с разрешением 0,1 ppm), позволяющие осуществить регулировку на предельно-низкие концентрации в выбросах и обеспечить при этом максимальный КПД. Встроенная функция в testo 330-2 LL для автоматического разбавления задействуется при превышении концентрации СО выше 500 ppm, разбавляя пробу газа до 2 000 ppm. Она позволяет проводить замеры вне диапазона измерения сенсора и защищает его от выхода из строя при избыточных концентрациях СО. На прибор предоставляется 4-летняя гарантия, в том числе на сенсоры (O₂ и СО), позволяющая снизить эксплуатационные расходы, экономя как минимум на одной плановой замене сенсоров.

Когенерационные установки с ДВС требуют иного подхода при проведении измерений, исходя из технических осо-

бенностей настройки газопоршневых двигателей и законодательных нормативов ГОСТ Р 55006-2012 «Стационарные дизельные и газопоршневые электростанции с двигателями внутреннего сгорания. Общие технические условия».

Для правильной настройки и обслуживания когенерационных установок с газопоршневым двигателем необходимо контролировать выбросы дымовых газов в различных режимах двигателя и установки в целом. При этом необходимо контролировать одновременно напрямую оксиды азота NO и NO_2 , так как концентрация NO_2 не является постоянной величиной и в процессе измерений может достигать 50 % об. Анализатор testo 340 с возможностью одновременного измерения концентраций O_2 (0...25 %), CO (0...10 000 ppm), NO (0...3 000 ppm) и NO_2 (0...500 ppm) будет удобным и надежным помощником сервисных инженеров при настройке когенерационных установок. Дополнительное удобство и точность измерений обеспечивают модернизированные в 2015 г. зонды для промышленных двигателей и турбин, рассчитанные на максимальную температуру $T_{\text{макс}} = 1\,000\,^{\circ}\text{C}$, длинным 4-метровым 2-канальным шлангом для точного измерения NO_2/SO_2 и встроенным пылевым фильтром. Опционально в зонд для промышленных двигателей и турбин может быть установлена термопара (тип K, $1\,000\,^{\circ}\text{C}$, 4 м) для контроля температуры отходящих газов. Благодаря дополнительным отверстиям на кончике трубки зонда, время отклика термопары уменьшилось в 2 раза. Двухканальный шланг позволяет предотвратить путаницу кабелей, так как кабель от термопары может быть интегрирован в свободный канал шланга. Управлять газоанализатором testo 340 на расстоянии до 10 м, передавать данные на компьютер и создавать отчеты можно с помощью программного обеспечения easyEmission. Подключение к ПК (ноутбуку, планшету) происходит либо по каналу USB или с помощью Bluetooth, что особенно удобно при настройке и проведении тестовых испытаний когенерационной установки.

Замена старых электрогенерирующих мощностей на новейшие высокоэффективные газовые турбины, снижающие как выбросы (до 9–25 ppm) оксидов углерода CO_x ($\text{CO}+\text{CO}_2$) и оксидов азота NO_x ($\text{NO}+\text{NO}_2$), так и «тепловое загрязнение» окружающей среды, является одним из способов решения экологических проблем. Экологические показатели газо-

турбинных установок, соответствующие самым высоким требованиям, позволяют размещать их в непосредственной близости от местонахождения людей. КПД установок практически сопоставим с газопоршневыми силовыми агрегатами, но с помощью газотурбинных установок значительно проще получить высокую мощность. При этом диапазон электрических нагрузок может находиться в пределах, начиная от минимальных 1–3 % до максимальных 110–115 %.

От газоанализатора, который будет использоваться для настройки и обслуживания газотурбинных установок, требуется соответствие самым высоким метрологическим требованиям и российским нормативам СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-038-2005 «Инструкция по проведению контрольных измерений вредных выбросов газотурбинных установок на компрессорных станциях».

Анализатор дымовых газов testo 350 полностью отвечает российским нормам и всем требованиям, предъявляемым производителями новейших турбин по контролю малых концентраций в отходящих газах, необходимых для правильной настройки установок. Измерения выбросов в процессе мониторинга и настройки турбин требуют высокого уровня точности ввиду низких концентраций CO и NO . Сочетания сенсора NO_2 (0...500ppm) и сенсора NO низ. (0...300ppm) с разрешением 0,1 ppm позволяет с легкостью решить задачу по высокоточному определению суммы оксидов азота NO_x . Благодаря возможности выбора необходимого коэффициента расширения диапазона измерения до 20 000 ppm для сенсора CO низ. (0...500ppm с разрешением 0,1 ppm), можно получить точные значения концентрации угарного газа, не боясь повредить сенсор во время процесса наладки турбин. В дополнении к этому встроенный блок пробоподготовки на элементах Пельтье, осушающий забранную пробу, и специальный зонд для турбин исключают возможность образования конденсата и способствуют высокоточному измерению крайне неустойчивого газа NO_2 . Конкурентным преимуществом testo 350 является возможность управления блоком анализатора на расстоянии до 100 м (при условии отсутствия помех) и получения измеренных значений по каналу Bluetooth 2.0 с помощью управляющего модуля. Как и с testo 340 можно подключаться к ПК (ноутбуку, планшету) по каналу USB или Bluetooth с помощью ПО easyEmission.



Технологии, применяемые в газоанализаторах Testo, позволяют осуществлять настройку и безупречную работу новейших газотурбинных и когенерационных установок, снижая затраты предприятий, связанные с расходом топлива, и обеспечивая при этом экологическую безопасность.

ООО «Тэсто Рус»
115054, Москва, Большой
Строченковский переулок, д. 23 В,
строение 1
тел.: +7 (495) 221 62 13;
факс: +7 (495) 221 62 16
www.testo.ru



27 апреля 2015 г. компанией «Бош Термотехника» был завершен проект поставки партии паровых жаротрубных котлов Bosch на Ярегское нефтяное месторождение «ЛУКОЙЛ» в Республике Коми для уникальной установки водоподготовки. Всего было поставлено 4 котла Bosch Universal ZFR 55000 максимальной производительностью пара 55 т/ч, произведенных в Германии.

Паровые жаротрубные котлы Bosch для российской нефтедобычи

А. Дягилев, ООО «Бош Термотехника»

«ООО «Бош Термотехника» активно сотрудничает с предприятиями нефтегазового комплекса (компании «ЛУКОЙЛ», «Роснефть»). Многолетний опыт производства котельного оборудования, предназначенного для различных технологических нужд, позволяет участвовать в реализации самых масштабных и уникальных проектов. Так, например, ООО «Лукойл-Коми», крупнейший недропользователь Северо-Запада России, выбрало котлы производства Bosch для приготовления пара, необходимого для обеспечения технологических процессов при извлечении сырой нефти. Компания раз-

рабатывает 61 месторождение в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции в Республике Коми и Ненецком автономном округе, в том числе одно из старейших месторождений провинции – Ярегское, нефть которого характеризуется высокой вязкостью.

Задачей центральной водоподготовительной установки Ярегского месторождения является подготовка воды котлового качества для производства пара, используемого в процессе нефтедобычи для снижения вязкости.

В котельной центральной водоподготовительной установки месторожде-

ния будут установлены котлы BOSCH Universal ZFR, которые специально разрабатывались для предприятий фармацевтической, пищевой, перерабатывающей, химической, нефтедобывающей и других отраслей промышленности. По мощности водоподготовки в 700 т/ч чистой воды это будет крупнейший подобный объект в России. Установка будет введена в эксплуатацию в четвертом квартале 2015 г.

Выбранный типоразмер котлов является самым крупным в программе поставок компании «Бош Термотехника». Масса одного такого котла составляет

75 т, длина – более 10 м, диаметр – 4,7 м. В связи со значительными размерами данного оборудования его поставка на объект происходила в несколько этапов, как по суше, так и водным путем. Всего доставка котлов с завода в Германии до строительной площадки заняла 40 дней, при этом все оборудование прибыло точно в срок и в идеальном состоянии (рис. 1).

BOSCH Universal ZFR – это паровые жаротрубные котлы с трехходовым движением газов, которые имеют две полностью отдельные жаровые трубы и ход дымовых газов. Их отличает надежное паро- и теплоснабжение в диапазоне производительности от 18000 до 55000 кг/ч.

Двухжаротрубно-дымогарные котлы с раздельными путями дымовых газов подходят и для эксплуатации с одной топочной камерой. Трехходовой принцип с задней огневой камерой дымовых газов, находящейся внутри водяного объема, был запатентован еще в 1952 г. Котлы могут быть дополнительно оснащены экономайзером или пароперегревателем. Размеры жаровых труб, пучков дымогарных труб, водяного пространства и паровой камеры оптимизированы с учетом термодинамики. Совместное действие лучистых и конвекционных поверхностей вместе с возможностью эксплуатации в режиме одной жаровой трубы обеспечивает особую динамику работы.

Тепло, подводимое от сгорающего топлива, быстро преобразуется в пар без излишних нагрузок на материалы с помощью конструкций распределения потока со стороны воды.

Выбор заказчиком котлов Bosch Universal ZFR был связан с рядом их преимуществ. Так, высокая эффективность данных парогенераторов обусловлена наличием встроенного экономайзера, отсутствием дымососа, низким гидравлическим сопротивлением котла и, как следствие, пониженным потреблением электричества.

Меньшие, по сравнению с конкурентами, габариты котла позволяют существенно сократить размеры котельной и соответственно затраты на ее строительство.



Рис. 1



Рис. 2

Кроме того, оборудование приходит в частично собранном виде и может сразу же устанавливаться на готовый фундамент, что позволяет осуществить монтажные работы в максимально короткие сроки (рис. 2). Также котел отличается высоким уровнем безопасности и глубины модуляции мощности (1:14)

при устойчивом поддержании выходных параметров и соблюдении требований к качеству пара.

ООО «Бош Термотехника»
тел.: +7 495 560 90 65
www.bosch-industrial.com
www.bosch-engels.ru

Горелки от Ray Öl- & Gasbrenner GmbH

Наряду с традиционными принципами работы горелок, применение уникальных технологий Ray Öl- & Gasbrenner GmbH с использованием ротационного принципа распыления топлива открывает уникальные возможности в энергоэффективности.

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

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

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

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

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

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

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

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

Содержание твердых негорючих частиц в мазуте не оказывает существенного влияния при его сжигании в ротационных горелках и не требует установки фильтров тонкой очистки. Мазутные ротационные горелки обладают широким диапазоном рабочего регулирования мощности (до 1:10).

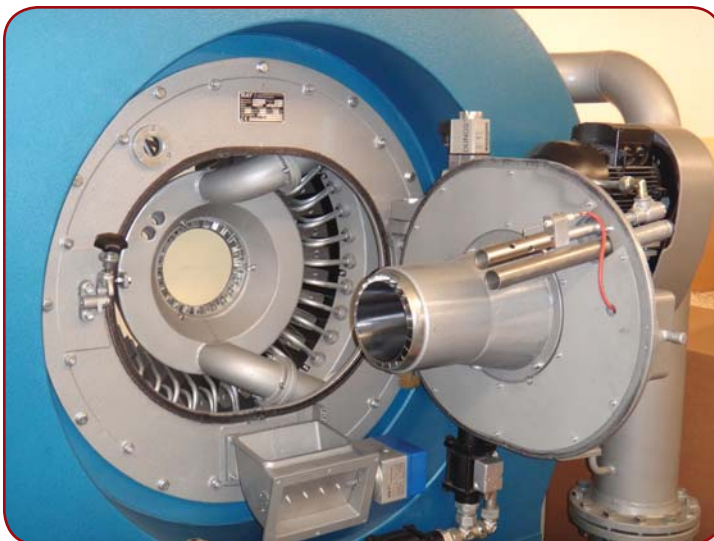
Ротационные жидкотопливные горелки не чувствительны к колебаниям вязкости топлива и могут использоваться для сжигания сразу нескольких видов жидкого топлива.

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

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

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

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



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

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

Высокоэффективные паровые котлы I.VAR Industry для надежного пароснабжения предприятий



Компания «ИВАР промышленные системы», официальный представитель итальянского производителя котлов I.VAR Industry S.r.l. на территории России, предлагает полную линейку промышленных котлов этой марки: паровые и водогрейные жаротрубные котлоагрегаты, котлы на перегретой воде и на диатермическом масле, а также вспомогательное оборудование, необходимое для создания котельных.

Теплоэнергетическое оборудование производства I.VAR Industry S.r.l. для нужд промышленной и коммунальной энергетики привлекательно для заказчиков по нескольким причинам. Во-первых, промышленные котлы этой марки отличаются высокой энергоэффективностью и технологичностью, отвечающей самым высоким мировым стандартам. За счет инновационной системы качества, внедренной на всех этапах производства промышленных жаротрубных котлов, компания I.VAR Industry сегодня способна предложить тепло- и парогенерирующие установки высочайшего качества, которые характеризуются долгим сроком службы, высокими показателями в экономии топлива и соблюдении требований по защите окружающей среды от вредных выбросов.

Во-вторых, за счет полного цикла производства итальянский производитель способен максимально полно удовлетворить индивидуальные пожелания заказчика при создании котлоагрегата, обеспечивая при этом минимальные сроки изготовления и доставки. Возможно также комплексное решение задачи тепло- и пароснабжения, включающее полную автоматизацию системы, механическое и электрическое соединения всех ее компонентов, комплексные испытания системы на заводе с выдачей общего сертификата соответствия для упрощения согласования с надзорными органами.

В-третьих, гарантийный срок на теплоэнергетическое оборудование I.VAR Industry составляет 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию (но не более 24 месяцев с даты отгрузки с завода). При этом заказчик всегда может рассчитывать как на гарантийное, так и постгарантийное сервисное обслуживание котлоагрегатов I.VAR с оперативным предоставлением необходимых комплектующих частей и расходных материалов.

Как партнер I.VAR Industry является компанией точной и пунктуальной в ежедневном общении с клиентом; предоставляя высокотехнологичные решения, компания применяет гибкий подход в проектировании и реализации энергообъектов.

В ассортименте теплоэнергетического оборудования IVAR Industry промышленные паровые котлы представлены сериями BLP, BHP (двухходовые жаротрубные котлы) и SB/V (трехходовые жаротрубные котлы). Это оборудование предназначено для производства насыщенного пара промышленного назначения и полностью отвечает российским ПБ 10-574-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов», а также СНиП II-35-76 «Котельные установки». Серия паровых котлов низкого давления (до 0,7 бара) BLP с тупиковой горизонтальной газоплотной топкой включает 14 моделей производительностью по пару от 0,14 до 3 т/ч. В серии двухходовых котлов высокого давления (11,8, 14,7, 17,6 бара) BHP представлено 17 моделей производительностью по пару от 0,14 до 5 т/ч. Типоряд трехходовых паровых жаротрубных котлов высокого давления (11,8, 14,7, 17,6 бара) серии SB/V включает 9 моделей с производительностью по пару от 2 до 12 т/ч.

Паровые котлы производства IVAR Industry предполагают установку наддувных (вентиляторных) горелок, работающих на газе, легком и тяжелом жидком топливе; комплектуются навесным оборудованием и арматурой таких всемирно признанных марок, как ARI Armaturen, Gestra, KSB, Danfoss, Grundfos и др. Изделия поставляются в различных комплектациях, способных удовлетворить любые требования заказчика – от самой бюджетной до комплексной паровой котельной с набором таких опций от производителя, как экономайзер с группой модуляции питательной воды, продувки



Двухходовой жаротрубный паровой котел с регулируемым экономайзером серии BHP

по содержанию и шламу, деаэратор и пр. По техническому заданию заказчика компания I.VAR Industry S.r.l. может индивидуально изготовить паровые котлы с пароперегревателем производительностью до 12 т/ч единичной мощности, с давлением до 22 бар и температурой перегретого пара до 350 °C.

Официальным представителем завода I.VAR Industry S.r.l. на территории РФ является компания ООО «ИВАР промышленные системы», предлагающая полную линейку котлов и вспомогательного оборудования. Инженеры компании могут предоставить полную техническую информацию по всем интересующим вопросам и окажут помощь в выборе оптимального по ценовым и техническим характеристикам оборудования. Компания «ИВАР промышленные системы» предлагает также готовые технические решения, способные значительно облегчить процесс монтажа и последующей эксплуатации котельного оборудования I.VAR Industry S.r.l.

ООО «ИВАР промышленные системы»
Москва, ул. Клара Цеткин, д.33/35,
тел.: (495) 669-58-94, www.ivar-industry.ru

Обеспечение паром предприятий пищевой промышленности

Е. Бондаренко, ЗАО «ВАПОР» официальный дистрибьютер CLAYTON



В молочной и мясоперерабатывающей промышленности пар находит самое широкое применение. Большие объемы его потребления и высокая стоимость обуславливают необходимость снижения затрат как на генерацию, так и на доставку пара потребителям. Ввиду этого большинству предприятий наиболее выгодно использовать компактные высокоэффективные парогенераторы Clayton, способные работать прямо на производстве.

Вмясоперерабатывающей промышленности качественный пар требуется: на линиях по изготовлению копченых колбас и мясoproductов, в процессе разморозки мяса, для подачи пара в технологические печи, при термической обработке консервации и вакуумной укупорки; при санитарной обработке рабочих столов и холодильного оборудования; при дезинфекции рабочих весов и дозаторов; при чистке движущихся частей и механизмов различного оборудования, как то: роликов, сальников, конвейерных лент; при удалении жира и масляных загрязнений с электрических выключателей, щитков и панелей, при чистке и дезинфекции рабочих мест, воздухопроводов, моечного оборудования. В пищевой промышленности качественный пар также используется практически во всех производственных процессах.

Обеспечить цех на производстве

необходимым количеством пара можно либо с помощью автономного парогенератора (парового котла), либо путем присоединения к централизованной сети. При выборе варианта с сетью, помимо растущих тарифов по оплате услуг поставщика, у предприятия могут возникнуть проблемы, связанные с нерегулярностью подачи пара и несоответствием его параметров установленным технологическим требованиям. Покупка парогенератора Clayton исключает подобные проблемы, позволяя значительно уменьшить затраты, гарантируя стабильность подачи пара и его соответствие всем нормам, обеспечивая необходимые условия для выпуска высококачественной мясной и молочной продукции.

Компактные высокопроизводительные парогенераторы Clayton выпускаются на заводе Clayton Industries в Бельгии.



Биофармацевтическая компания Pfizer в UK. 2 x SEG-404 (2 x 6263 кг/час).

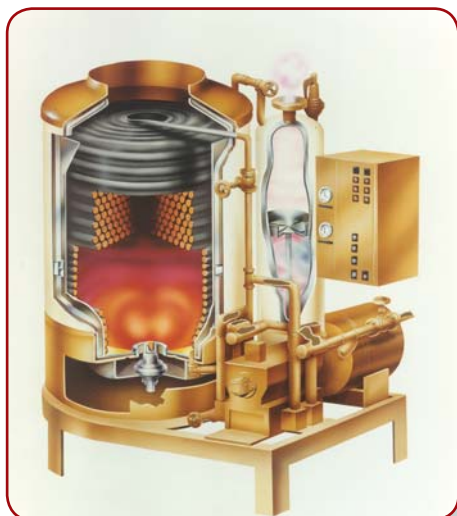


АО «Orhei-Vit» - мировой производитель соков и детского питания, Молдова. Котельная с 5 котлами Clayton SEOG-304, суммарная производительность 23,5 т/ч.

Горелочное устройство, питательный насос, сепаратор пара выпускаются специально под каждую модель парогенератора. Паропроизводительность моделей составляет от 0,15 до 30 т/ч, рабочее давление – от 8 до 150 бар и выше (по специальному заказу). Температура перегрева пара – до 450 °C от температуры насыщения. По запросу возможна поставка агрегатов с большей температурой перегрева. Безопасная конструкция парогенератора исключает возможность воз-

никновения аварийной ситуации или взрыва.

Принудительная циркуляция питательной воды, создаваемая высокотемпературным диафрагменным питательным насосом Clayton от верхней точки входа до выхода внизу змеевика, направлена навстречу потоку дымовых газов, отходящих от горелки. Это формирует исключительно эффективную поверхность теплообмена и высокий КПД агрегатов. На выходе из парогенератора контролируется пароводяная смесь, содержащая около 20 % воды, которая позволяет избежать образования отложений внутри змеевика и уносит соли вместе с водой в сепаратор. В сепараторе вода отделяется, и на выхо-



де получается высококачественный пар 99,5 % сухости, который применяется в том числе в пищевой промышленности с непосредственным контактом с сырьем. Продувка осуществляется из сепаратора пара. Благодаря принудительной циркуляции одноходовые парогенераторы менее требовательны к качеству питающей воды, чем жаротрубные котлы.

Процент продувки варьируется в пределах 1-3 %. При продувке сливается котловая вода с высоким содержанием. Продувочная вода содержит в 3,75 раза меньше энергии, чем пар. Таким образом, по сравнению с жаротрубными котлами, продувка дополнительно экономит 2-3 % газа. Например, при постоянной работе на номинальной нагрузке котла в 10 т/ч на продувке экономится около 200 тыс.м³ природного газа в год.

Водотрубные парогенераторы Clayton требуют значительно меньше места и в несколько раз легче жаротрубных котлов, что существенно снижает затраты на строительство, монтаж и обслуживание. Их вес практически не зависит от загрузки. Например, парогенератор Clayton мощностью 10 т/ч в 5 раз легче жаротрубного котла той же мощности еще в сухом состоянии. Компактные размеры позволяют устанавливать вертикальные парогенераторы до 4т/ч в любом помещении производства, при условии оснащения помещения несгораемой перегородкой, равной высоте самого оборудования. Управление парогенераторами полностью автоматизировано, что позволяет им работать без постоянного присутствия персонала. Плавная регулировка производительности в автоматическом режиме дает возможность обеспечить необходимое

Сравнение характеристик парогенератора Clayton и традиционного жаротрубного котла. (для сравнения приведены характеристики котлов, производительностью 4,5 т/ч)

	Парогенератор Clayton	Жаротрубный котел
Требуемая площадь пола для котла (м²)	4,3	14,9
Масса котла, заполненного водой (кг)	4 375	24 600
Сухость пара при резко-переменной нагрузке	99,5 %	80-90 %
Старт с холодного состояния до 100 %-ной нагрузки котла	10 мин	3 ч
Переход котла с 20 % на 100 % нагрузку	15-60 сек	10 мин
Возможность установки в производственном помещении	Да (до 4 т/ч)	Нет
КПД с экономайзером, %	96	92
Потери тепла с поверхности котла (потери на КПД), %	0,5%	2%
Потери при продувке (котловой воды)	1-3 %	8-12 %
Потери при ожидании(coldstand-by)	0 %	2 % от производительности



количества пара в режиме минимального расхода топлива.

Благодаря малому объему воды (в 2 раза меньше, чем у барабанных котлов, и в 5-6 раз – чем у жаротрубных) парогенераторы Clayton характеризуются быстрым изменением паропроизводительности: выход на номинальную нагрузку из холодного состояния занимает всего 5 минут (если питательная вода не остыла – около 2). Это позволяет существенно экономить топливо при запуске парогенератора.

Реакция оборудования на изменение в потребности пара мгновенна в

отличие от постепенного набора мощности у жаротрубных котлов. Для примера: переход с 20-ти на 100 %-ную нагрузку занимает 12 сек. Парогенераторы Clayton отличаются экономичностью и практичностью, идеально подходят для удовлетворения непостоянных потребностей в паре. Поскольку ассортимент паропроизводящего оборудования на рынке достаточно широк, при его выборе важно учитывать экономический эффект от внедрения и другие факторы (топливная

эффективность, простота монтажа, расходы на техобслуживание и др.). Качественное оборудование при покупке обходится немного дороже, но через 1-3 года оно окупается и начинает приносить прибыль, которая будет тем выше, чем выше его эффективность.

ЗАО «ВАПОР»
 191002, г. Санкт-Петербург,
 Ул. Большая Московская, д. 8/2
 Тел.: +7 (812) 448 00 70
 Факс: +7 (812) 448 00 79
 e-mail: spb@vapor.ru
 www.vapor.ru



Автономная система горячего водоснабжения с применением котлов наружного размещения КСУВ, КСВ

Система обеспечения населения горячей водой является необходимым условием для комфортной жизни. Существующие централизованные системы горячего водоснабжения имеют два существенных недостатка: первый – в летний период горячая вода не поставляется в течение 2-х – 3-х недель из-за необходимости производства ремонтных работ теплотрасс и теплотехнического оборудования, второй – высокая стоимость горячей воды. Этим недостаткам лишены автономные системы отопления на базе котлов КСУВ, КСВ с применением комплекта теплотехнического оборудования производства ООО «НПО «Вр КС».

Особенностью автономных систем горячего водоснабжения на базе котлов КСУВ является независимость от электроснабжения при мощности системы ГВС до 100 кВт, что обеспечивает, кроме пиковых нагрузок, постоянное

наличие горячей воды. Электронезависимость ГВС достигается за счет:

- применения комбинированной системы циркуляции теплоносителя с использованием нормально-открытого проходного клапана (рис. 1, п. 11);
- применения электронезависимых котлов КСУВ мощностью до 100 кВт;
- применения электронезависимого автоматического трехходового крана с низким гидравлическим сопротивлением (рис. 1, п. 2).

При использовании автоматического термостатического трехходового крана применяются обычные циркуляционные насосы с напором 6-8 м и мощностью привода до 210 Вт для автономных систем мощностью до 100 кВт.

Некоторые проектные организации из-за недостаточной информированности применяют для этих же целей ротационный моторизованный клапан серии 3F (производства ESBE Швеция), предназначенный для использования в тепловых пунктах централизованных системах отопления.

Применяемый ротационный клапан серии 3F имеет электропривод и, таким образом, электронезависим, его гидравлическое сопротивление составляет до 100 кПа, что вызывает необходимость применения специальных циркуляционных насосов с мощностью привода до 1,7 кВт.

Повышенный расход электроэнергии (-1,49 кВт) удорожает производство тепловой энергии. Так, за 6 месяцев отопительного сезона перерасходуется 6436 кВт часов электроэнергии на сумму 32184

рубля. Если подобный клапан применен в системе горячего водоснабжения и используется в течение всего года, то перерасход составляет 12872 кВт на сумму 64368 рублей. Такова цена неверных проектных решений.

Для эффективности автономных систем ГВС, использование технических решений, предназначенных для централизованных систем отопления и горячего водоснабжения, недопустимо из-за их энергетической неэффективности.

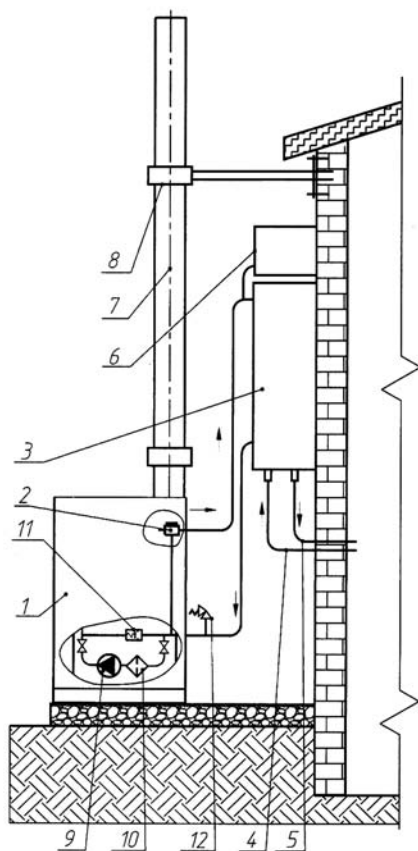


Рис. 1. Схема установки котла КСУВ для автономной системы горячего водоснабжения: 1 – котел КСУВ; 2 – автоматический трехходовой кран; 3 – подогреватель ПВ; 4 – подвод холодной воды; 5 – вывод горячей воды; 6 – расширительный бак; 7 – дымовая труба; 8 – кронштейн; 9 – насос; 10 – фильтр; 11 – нормально-открытый клапан; 12 – предохранительный клапан

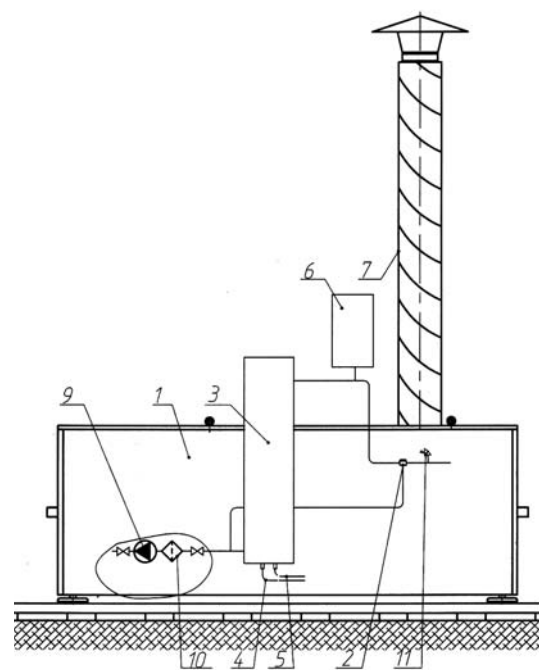


Рис. 2. Схема установки котла КСВ для автономной системы горячего водоснабжения: 1 – котел КСВ; 2 – автоматический трехходовой кран; 3 – подогреватель ПВ; 4 – подвод холодной воды; 5 – вывод горячей воды; 6 – расширительный бак; 7 – дымовая труба; 8 – кронштейн; 9 – насос; 10 – фильтр; 11 – предохранительный клапан



PCVEXPO

27 – 30 октября 2015 года
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

14-я Международная выставка
«Насосы. Компрессоры. Арматура. Приводы и двигатели»



Получите билет на www.pcvexpo.ru

Организаторы:



Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: pcvexpo@ite-expo.ru

 **РАПН**

АСКОМП
АССОЦИАЦИЯ КОМТЕХСРОСТРОИТЕЛЕЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ

Генеральные информационные партнеры:

НАСОСЫ. ОБОРУДОВАНИЕ

КЭМ
КОМПРЕССОРЫ. ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

ТПА
ТРУБОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ

Стратегический медиа-партнер:

СФЕРА



Ввиду больших штрафов за факельное сжигание попутного нефтяного газа (ПНГ) перед ведущими нефтегазодобывающими компаниями стоит задача рациональной его утилизации. В большинстве случаев она решается созданием на месторождениях теплоэлектростанций, использующих ПНГ в качестве основного топлива.

Конверсионные газотурбины на ПНГ

В. Яковлев

Постановление Правительства РФ № 7 от 8 января 2009 г. обязало нефтяные компании довести утилизацию попутного нефтяного газа до 95 % к концу 2012 г. Поскольку в качестве стимулирующей меры было заявлено о кратном повышении штрафных санкций за факельное сжигание ПНГ, причем уже с января 2013 г., крупнейшие компании российской нефтегазодобывающей отрасли за последние 5 лет стали активно внедрять энергогенерирующее оборудование, способное работать на этом виде топлива и вырабатывать тепло и электричество для собственных нужд месторождений.

Даже несмотря на западные санкции против России, так или иначе коснувшиеся нефтегазовой сферы, в настоящее время

(весна-лето 2015) динамика численности мини-ТЭЦ, возводимых непосредственно на месторождениях, характеризуется стабильным ростом.

Использование ПНГ в качестве основного топлива имеет ряд сложностей, обусловленных составом этого горючего. В отличие от натурального природного газа, состоящего в основном из метана, попутный газ представляет собой смесь различных газов, растворенных в нефти и поднимающихся на поверхность при ее добыче, как то: этана, пропана, бутана, сероводорода и других углеводородов. Очевидно, что такая смесь не может поступать в газопроводы и доставляться потребителю как природный газ.

Во-первых, для транспортировки ПНГ понадобятся немалые рас-

ходы на сероочистку, во-вторых, даже при относительно небольшом содержании сероводорода ($H_2S < 1 \%$ об.), в данном случае почти неизбежном, начинается интенсивная коррозия трубопроводов, регулирующей арматуры, насосов и прочих узлов газотранспортной системы. Наконец, ПНГ предъявляет повышенные требования к конструкции горелочных устройств и камер сгорания, что осложняется невозможностью использовать это топливо на уже работающем теплоэнергетическом оборудовании как промышленного, так и бытового класса. Только в редких случаях попутный газ может доставляться потребителю по газопроводам; как правило, это котельные населенных пунктов, находящихся поблизости от месторождений (отсутствие про-

тяжеленных газовых трасс, малое количество запорно-регулирующей арматуры, газораспределительных устройств и т.д.), в которых используются топочные камеры и горелочные устройства, допускающие сжигание такого вида топлива.

Таким образом, основной сферой рационального применения ПНГ являются автономные мини-ТЭС в районе нефтяных разработок. В этом сегменте при выборе электрогенерирующего оборудования предпочтение отдается маломощным (от 1 до 10 МВт) газотурбинным двигателям российского и зарубежного производства, на основе которых могут быть созданы многоагрегатные ТЭС с большим резервированием мощности.

Российские газотурбины привлекают более низкой стоимостью по сравнению с зарубежными аналогами. Как правило, это двигатели (на базе авиационных и судовых ГТД), имеющие осевую конструкцию, которые характеризуются меньшим весом и более точным управлением в сравнении с установками промышленного класса (рис. 1). Для достижения необходимой степени сжатия воздуха перед камерой сгорания (10 рк и выше) осевые установки имеют большое количество ступеней компрессора (более 10-ти). У турбины как правило – две (и более) ступени, оснащенные лопатками сложной охлаждаемой конструкции. Воздух для охлаждения лопаток должен иметь необходимую температуру и чистоту, так как засорение охлаждающих каналов приводит к снижению производительности и ресурса осевых турбин. Соответственно, требуется дополнительная система подготовки воздуха. Осевая конструкция предполагает большие осевые размеры ротора, поэтому половина его опор находится в горячей части двигателя, что увеличивает количество уплотнений и приводит к увеличению невозвратных потерь смазывающего масла (угар), а также вынуждает использовать дорогостоящие синтетические масла. Тем не менее, ввиду относительной нетребовательности конверсионных осевых турбин к вспомогательной инфра-

структуре, а также их компактности и транспортабельности (энергоблоки зачастую поставляются в контейнерном исполнении полной заводской готовности), эти двигатели находят самое широкое применение на объектах нефтедобычи. К тому же, российские разработчики постоянно осуществляют конструктивные доработки по двигателю, связанные с изменением материалов и защитных покрытий лопаток турбины высокого давления, которые позволяют эксплуатировать турбины на ПНГ с высоким содержанием сероводорода без применения дорогостоящих систем сероочистки. Основными поставщиками осевых энергетических ГТУ для нефтедобывающей отрасли являются фирмы, разрабатывающие и изготавливающие авиационные двигатели для ближне- и среднемагистральных самолетов, например ОАО «Авиадвигатель», НПО «Сатурн» (Группа ОДК), Пермский моторный завод и др. Подробнее об энергетических установках этих компаний будет рассказано ниже.

Продукция зарубежных производителей осевых газотурбин находит лишь эпизодическое применение. Относительным успехом, пожалуй, пользуются только двигатели Titan 130 производства компании Solar Turbines (США), специально разработанные для работы на попутном нефтяном газе на объектах нефтегазовой отрасли. Так, в рамках проекта



Рис. 1

«Сахалин-1» на месторождении Аркутун-Даги, расположенном на континентальном шельфе Охотского моря недалеко от залива Чайво, в 25 км от берега, начала работу крупнейшая в России стационарная буровая нефтегазодобывающая платформа «Беркут» (рис. 2), энергообеспечение которой обеспечивают четыре установки Titan 130. Разработанные специально для эксплуатации в суровых арктических условиях, энергоблоки работают в базовом режиме и полностью обеспечивают потребности всего оборудования в электрической и тепловой энергии. Мощность каждой газотурбины составляет 15 МВт, КПД – 35,2 %. Для соблюдения жесточайших экологических норм двигатели оборудованы каталитической системой подавления вредных выбросов. С целью повышения надежности работы энергоблоков в ГТУ применяются двухтопливные камеры сгорания – для газообразного и жидкого топлива, но основным является попутный нефтяной газ.

Платформа «Беркут» выдерживает землетрясение силой 9 баллов, волну до 18 м, ледовый покров до 2 м и температуру до -44 °С без потери работоспособности. При помощи «Беркута» будет пробурено до 45 скважин с пиком суточной добычи в 12 тыс. т, что позволит ежегодно добывать 4,5 млн т нефти. В прошлом году в Ямало-Ненецком автономном округе стартовал энергетический проект, потребовавший даже 6 установок Titan 130 – речь идет о Мессояхском месторождении, где присутствует тяжелая



Рис. 2



Рис. 3

и легкая нефть, а также значительные запасы газа и газового конденсата. ОАО «Газпром нефть» формирует здесь новый центр добычи нефти и с 2020 г. планирует ежегодно добывать более 20 млн т нефтяного эквивалента.

Значительно большим спросом у российских нефтегазодобывающих компаний пользуются зарубежные газотурбины радиальной конструкции, которые в России пока не выпускаются. У этих ГТУ газовый поток движется перпендикулярно оси (см. статью «Радиальные турбины для многоагрегатных ТЭС» в 6/27 номере нашего журнала). Увеличение мощности таких турбин ограничивается их радиальными размерами, поэтому мощность существующих турбин данного типа не превышает 2 МВт. Радиальные турбины имеют одноступенчатый центробежный компрессор и одноступенчатую центробежную турбину. Поскольку степень повышения давления в них относительно невысокая (до 7 рк), снижается потребность в повышении давления подачи газообразного топлива. Рабочее колесо и сопловой аппарат радиальной турбины не охлаждаемые, соответственно, требования к цикловому воздуху и топливу не такие жесткие, как для осевых турбин (в частности, допускается использование ПНГ в качестве основного горючего). Ввиду того, что двигатели радиального типа имеют небольшие осевые размеры, в них применяется консольное крепление ротора с опорами в холодной части двигателя, что значительно увеличивает срок эксплуатации подшипников и сводит расход масла на угар практически к нулю. Радиально направленное движение рабо-

чего тела позволяет применять камеру сгорания с вынесенными жаровыми трубами, что повышает степень ремонтопригодности двигателя, а также делает его конструкцию более доступной для применения рекуперативной схемы. В энергообеспечении российских нефтедобывающих объектов хорошо себя зарекомендовали радиальные турбины американского производства (Capstone, Dresser-Rand, Opra и др.).

Энергетические газотурбины российского производства

Одними из самых востребованных ГТУ в российском нефтегазовом секторе являются разработки конструкторского бюро ОАО «Авиадвигатель» и НПО «Сатурн» («ОДК Газовые турбины»), входящих в Объединенную двигателестроительную корпорацию (ОДК). Номенклатурный ряд газотурбин, разрабатываемых ОАО «Авиадвигатель» и серийно выпускаемых Пермским моторным заводом, также входящим в группу ОДК, включает 6 типоразмеров двигателей номинальной мощностью 2,56 МВт (модель ГТУ-2,5П), 4,13 МВт (модель ГТУ-4П), 6,14 МВт (модель ГТУ-6П), 12,3 МВт (модель ГТУ-12ПГ-2), 16,3 МВт (модель ГТЭ-16ПА) и 23/25,53 МВт (модификации ГТЭ-25П/ГТЭ-25ПА) (рис. 3). В зависимости от мощности суммарный КПД установок (электрический и тепловой) составляет от 80 до 86,3 % (для модели ГТУ-2,5П – 76,9 %), ресурс до капитального ремонта – 25 тыс. ч (для модели ГТУ-2,5П – 30 тыс. ч). На базе этих двигателей серийно выпускаются газотурбинные теплоэлектростанции ГТЭС «УРАЛ-2500», ГТЭС «УРАЛ-4000», ГТЭС «УРАЛ-6000», ЭГЭС-12П, ЭГЭС-16ПА2/ГТЭС-16ПА и ГТЭС-25П/25ПА соответствующей мощности.

Выпускаемые в модульном исполнении полной заводской готовности, газотурбинные электростанции уральских разработчиков являются оптимальным решением для обеспечения месторождений электрической и тепловой энергией. Так, в этом году на Ильичевском месторождении (ООО «Лукойл-Пермь») установлены

4 модульных энергоблока «УРАЛ-4000», три из которых уже введены в эксплуатацию. Для адаптации ГТУ-4П к условиям Ильичевского месторождения пермские моторостроители осуществили некоторые конструктивные доработки по двигателю (в частности, были применены защитные покрытия на лопатках турбины), которые позволили эксплуатировать ГТУ на попутном газе с высоким содержанием H₂S без применения систем сероочистки. ГТЭС будет ежегодно вырабатывать 134,4 млн кВт·ч электроэнергии и утилизировать при этом более 40 млн м³ попутного нефтяного газа. На Каюмовском нефтяном месторождении реализуется проект, предусматривающий эксплуатацию двух ГТЭС «УРАЛ-6000» в составе изолированной электросети параллельно с газопоршневыми установками производства ОАО «ВДМ», созданных на базе генераторов G3516 Caterpillar (США).

Станция будет работать в простом цикле на ПНГ, полностью обеспечивая растущие потребности месторождения в электроэнергии. На Ярудейском месторождении в настоящее время реализуется еще более крупный проект с использованием ГТЭС «УРАЛ-6000»: компания «Ярgeo», совместное предприятие НОВАТЭК и Nefte Petroleum Ltd., осуществляет ввод в эксплуатацию ГТЭС электрической мощностью 36 МВт, в состав которой войдут 6 модульных газотурбинных электростанций «УРАЛ-6000», оснащенных новой системой воздухоочистки и предназначенных для работы на ПНГ. Степень автоматизации станции не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала в блоке управления. Тепло выхлопных газов будет утилизироваться в водогрейных котлах-утилизаторах производства ООО «Энергоформ» (Санкт-Петербург).

Турбины пермских моторостроителей используются не только в электростанциях «родного» производства, но и при создании энергоблоков другими производителями. Так, например, в газотурбинных электростанциях ЭГЭС-12С разработки НПО «Искра» и производства ЗАО «Искра-Энергетика» в качестве базового генерирующего оборудования устанавливаются двигатели ГТУ-12ПГ-2. Один из последних проектов с использовани-

ем этих ГТЭС – энергоцентр мощностью 36 МВт, созданный на группе месторождений Центрально-Хорейверского поднятия в Ненецком автономном округе компанией «Русветпетро», совместным предприятием ОАО «Зарубежнефть» и государственной корпорации нефти и газа Вьетнама (КНГ «Петровьетнам»). Энергоцентр обеспечивает электроэнергией производственные мощности компании «Русветпетро» по добыче нефти; установленная мощность первой очереди станции – 36 МВт. Основным оборудованием являются три газотурбинных энергоблока ЭГЭС-12С, выполненные на базе газотурбинной установки ГТУ-12ПГ-2 и турбогенератора ТС-12-2-РУХЛЗ производства ООО «Электротяжмаш–Привод». В состав энергоблоков входят водогрейные котлы-утилизаторы Ухтинского экспериментально-механического завода.

Оборудование размещается в легко сборных зданиях; в составе ГТЭС применяется блок подготовки топливного газа с дожимными компрессорными установками. В качестве основного топлива для газотурбинных энергоблоков применяется ПНГ с центрального пункта сбора продукции со всех скважин месторождений ЦХП.

Большой популярностью у российских нефтедобывающих компаний пользуются газотурбинные двигатели ГТД-6РМ и ГТД-8РМ (рис. 4) производства НПО «Сатурн» (г. Рыбинск, Ярославская обл.).

Это двухвальные газовые турбины для привода электрогенераторов, которые могут работать в составе многоагрегатных теплоэлектростанций (ГТЭС-12, ГТЭС-24... до 64 МВт и выше). Номинальная мощность ГТД-6РМ и ГТД-8РМ составляет 6 и 8 МВт соответственно, КПД в режиме когенерации (ГТЭС) – 80 %. Каждая газотурбинная теплоэлектростанция на базе этих двигателей представляет собой автоматизированный технологический комплекс оборудования в блочно-модульном исполнении высокой степени готовности, предназначенный для энергоснабжения промышленных предприятий, нефтедобывающих месторождений, небольших населенных пунктов в удаленных районах и пр., работающий в простом (только электроснабжение) или когенера-

ционном циклах на ПНГ.

ГТЭС производства НПО «Сатурн» (ОАО «ОДК–Газовые турбины») могут эксплуатироваться автономно, параллельно с другими источниками электроэнергии или параллельно с основной энергосистемой в базовом, полупиковом или пиковом режимах. По требованию заказчика ГТЭС-12/24/... и другие станции на основе ГТД-6/8РМ могут комплектоваться генераторами различных моделей и серий (с идентичными эксплуатационными характеристиками), дожимной компрессорной станцией (дожатие природного или попутного нефтяного газа до рабочего давления), паровыми турбинами (для организации комбинированного цикла). Из последних проектов с использованием этих ГТЭС можно назвать энергоцентр Казанского нефтегазоконденсатного месторождения (Парабельский р-н Томской области), где по заказу ОАО «Томскгазпром» были смонтированы три агрегата ГТА-6РМ с генераторами ТК-6-2РУЗ производства «Электротяжмаш–Привод». На станции установлены водогрейные котлы-утилизаторы производства «Ухтатепломаш» и дожимные компрессоры топливного газа производства ЗАО «НОЭМИ». ГТЭС-18 обеспечит собственные нужды месторождения в электрической и тепловой энергии, используя в качестве топлива ПНГ. Станция будет работать в базовом режиме, параллельно с сетью и автономно.

А для Шингинского месторождения Томской области ОАО «ОДК–Газовые турбины» изготовило и поставило 4 модуля ГТА-6РМ. ГТЭС-24 номинальной мощностью 24 МВт будет работать параллельно с внешней сетью; в качестве топлива будет использован ПНГ с нефтяных месторождений Каргасокского и Парабельского районов ООО «Газпромнефть–Восток».

Отдельными модулями ГТД-6/8РМ могут доукомплектовываться теплоэлектростанции с уже работающим электрогенерирующим оборудованием других производителей. Так, весной 2015 г. мощность



Рис. 4

ГТЭС на Ярактинском месторождении в Иркутской области была увеличена на 12 МВт за счет двух газотурбин ГТА-6РМ. Энергоблоки работают в составе локальной сети и синхронизированы с установками «Урал-6000» производства ОАО «Авиадвигатель». Общая мощность ГТЭС составляет 48 МВт.

В ассортименте «ОДК–Газовые турбины» для нужд нефтедобывающей отрасли представлена еще одна энергетическая установка – ДО49Р. Это одновальная газовая турбина со встроенным соосным редуктором для привода электрогенераторов в составе газотурбинных теплоэлектростанций малой мощности (от 2,5 до 15 МВт). Номинальная мощность составляет 2,85 МВт, КПД в режиме когенерации – 74 %, в том числе электрический – 28,5 %. Из крупных проектов с использованием этих турбин в качестве основного генерирующего оборудования можно назвать многоагрегатную ГТЭС мощностью 17,5 МВт Чаюдинского месторождения (Якутия), состоящую из 7-ми энергоблоков ДО49Р. Газотурбинные модули работают с водогрейными котлами-утилизаторами, используя ПНГ в качестве топлива.

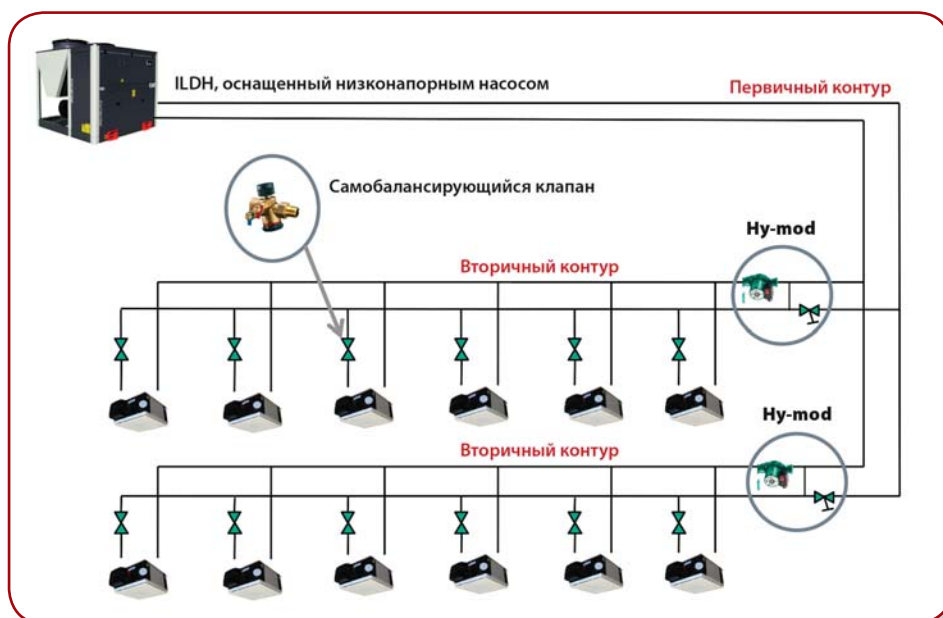
Систему автоматического управления газотурбинных двигателей и общую автоматизированную систему управления технологическими процессами (АСУ ТП) многоагрегатной электростанции разработала фирма «Элна». Энергоблоки поставлены в северном исполнении, в виде отдельных транспортируемых модулей полной заводской готовности.



В связи с ужесточением требований евростандартов по галогеносодержащим хладагентам водяные системы становятся оптимальным выбором для контуров обогрева и охлаждения зданий. Предложенная компанией CIAT система Hysys® с новым гидромодулем Нумод не только отвечает современным требованиям безопасности, но и позволяет повысить энергоэффективность.

Энергоэффективность с модулями гидравлической развязки Нумод

Компания CIAT (Франция) представила новинку 2015 г. – модуль гидравлической развязки Нумод. Это первый на рынке модуль, предназначенный для балансирования расходов воды во вторичных контурах систем с переменным расходом, а также для оптимизации энергетической эффективности систем отопления и охлаждения. Модуль Нумод идеально подходит для систем, обслуживающих зоны площадью до 3000 м². Он обеспечивает подачу требуемого расхода воды в вентиляторные доводчики в соответствии с их фактической потребностью. Модуль Нумод позволяет повысить энергетическую эффективность вспомогательного оборудования на 40 %.



Установленный между водоохладителем (или тепловым насосом) и потребителями (вентиляторными доводчиками) модуль Нумод обеспечивает гидравлическую развязку первичного и вторичного контуров.

Модуль отвечает требованиям стандартов по балансированию расходов в гидравлических сетях, гарантирует распределение расходов воды между потребителями, отличается простотой эксплуатации, высокой эффективностью и адаптивностью к требованиям конкретного проекта. Он состоит из балансировочного клапана в первичном контуре, байпасной линии первичного контура и циркуляционного насоса, который позволяет регулировать расход в диапазоне 0–100 % в соответствии с фактической потребностью вентиляторных доводчиков, оснащенных высокоэффективными электродвигателями.

Модуль Нумод устанавливается в зоне обслуживания и отвечает предъявляемым требованиям при расходах воды до 6 м³/ч (производительность 35 кВт).

Нумод прост в монтаже: каждый модуль калибруется и вводится в эксплуатацию специалистами компании CIAT в процессе запуска инженерных систем здания. Тем самым освобождается рабочее время других специалистов, работающих с системами. Модуль устанавливается за подвесным потолком в зонах обслуживания, это освобождает значительное пространство в технических помещениях.

На стороне первичного контура модуль гидравлической развязки Нумод оснащен балансировочным клапаном, позволяющим настраивать номинальные расходы для данной зоны обслуживания. Такое балансирование соответствует требованиям ст. 23 французского стандарта 2012 г. по теплообменному оборудованию. Вода подается низконапорным насосом, установленным в холодильной машине. На стороне вторичного контура модуль гидравлической развязки Нумод оснащен циркуляционным насосом ЕС, позволяющим настраивать расход воды в соответствии с текущими потребностями вентиляторных доводчиков путем поддержания постоянной разности давлений. Такие доводчики должны быть оснащены самобалансирующимися 2-ходовыми клапанами.

При вводе в эксплуатацию данные клапаны очень точно настраиваются в соответствии с номинальным потребным расходом для каждой тепловой нагрузки. Насос модуля Нумод выбирается так, чтобы он обеспечивал суммарный расход в контуре.

Модуль Нумод изготовлен из нержавеющей стали. Во избежании конденсации он покрыт толстым слоем изоляции Armaflex и помещен в корпус вместе с насосом и балансировочным клапаном.

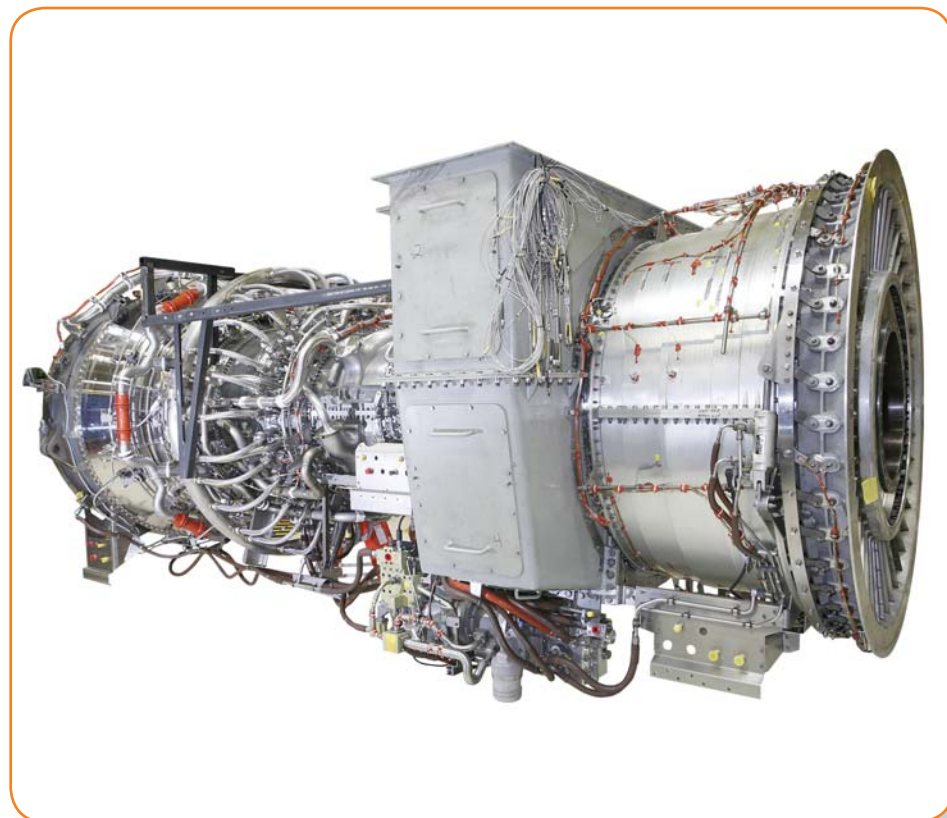
Дополнительная защита обеспечивается поддоном, который крепится к трубам. При работе с контроллерами V30/V300 компании CIAT модуль Нумод оснащается дополнительным блоком переключения режимов, который в реальном времени передает информацию о режиме работы на вентиляторные доводчики.



Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

testo 340: эффективный анализатор дымовых газов для промышленного применения

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



Новое поколение газовых турбин с термическим КПД 45–48% и энергетических установок комбинированного цикла заменило громоздкие паротурбинные установки (ПТУ). Появление новых, высокоэффективных газовых турбин и использование их в составе парогазовых установок (ПГУ) определило ведущую роль таких установок в выработке электроэнергии в наступившем столетии.

Охлаждение воздуха на входе компрессора ГТУ: расчет, анализ, системы, режимы

Е. Шадек, к.т.н., В. Штеренберг, ОИВТ РАН, Б. Маршак, ГК «RAINBOW-Инженерные системы»

Актуальность задачи охлаждения воздуха в летний период на входе компрессора ГТУ для поддержания мощности и экономии топлива очевидна, особенно для энергообъектов в южных регионах. Это относится и к стационарным энергетическим ГТУ, и к технологическим установкам – в качестве приводов компрессоров перекачивающих компрессорных станций магистральных газонефтепроводов (ГПС, КС и др.). Для справки: на КС только ОАО «Газпром» эксплуатируются около 800 агрегатов ГТК-10, введенных в эксплуатацию в 1970-1985 гг. Значитель-

ная их часть выработала ресурс (100 тыс. ч) или приближается к этим значениям наработки. Стоит задача реконструкции КС, разрабатываются различные варианты с оснащением ГТУ комплексными воздухоочистительными устройствами (КВОУ), системами охлаждения и пр.

Крупные западные производители при поставке газовых турбин, как правило, снабжают их КВОУ (в ряде случаев – опционально) с системами охлаждения различного типа. Например, для турбины LM6000PF производства General Electric (рис. 1) предлагается систе-

ма Sprint с холодильной машиной на водно-гликолевой смеси с охлаждением до минусовых температур, предусматривается впрыск деминерализованной воды между ступенями низкого (НД) и высокого (ВД) давления компрессора. Применяются также устройства испарительного охлаждения в потоке воздуха на всасе и теплообменники-охладители на входе в компрессор. Крупнейший разработчик и изготовитель КВОУ (Inlet Air System) – фирма Donaldson (США).

В России с большим опозданием начаты работы по решению рассматривае-

мой задачи. Так, в работе «Повышение эффективности работы ГТУ-ТЭС «Международная» в теплый период года» (авторы – В. Карпов, А. Митин, С. Гынденев) приводится методика, а также результаты расчета и выбора абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины АБХМ с учетом экономических составляющих (экономический эффект, сроки окупаемости и пр.). АБХМ рекомендуется как наиболее перспективная технология в системах охлаждения воздуха для ГТУ. Проведены расчеты и выбор параметров процесса, в частности – мощности АБХМ в широком диапазоне температур и влажности наружного воздуха для конкретного объекта – строящейся станции ГТУ-ТЭС «Международная» (турбина STG-800 мощностью 48 МВт). Предложен новый критерий оптимизации – максимум ежегодной прибыли от внедрения за вычетом амортизационных отчислений: $P = D - 0,15 K$, где D – дополнительный доход от реализации мероприятий, равный сумме стоимости дополнительно реализованной электроэнергии и сэкономленного газа; K – капитальные затраты на реализацию системы; $0,15 K$ – амортизационные отчисления. Рекомендуется ориентироваться на ГТУ холодильной мощностью около 2 МВт (для данных климатических условий). Это значение выбрано из исследованного диапазона мощностей 1,5–4,8 МВт и температур наружного воздуха от -41 до 37 °С. Согласно структурной схеме системы охлаждения температуры рабочих сред (воды), °С, вход/выход: в холодильном контуре испарителя АБХМ – СО 10/5, во внешнем теплоотводящем контуре конденсатор – абсорбер – мокрая градирня 28/35, энергоноситель в контуре генератор – сухая градирня 92/82. Таким образом, в приточной установке с системой охлаждения воздуха на входе компрессора, в теплообменниках-охладителях воздуха поддерживается режим 5/10 °С. В итоге, при колебаниях среднемесячных температур от максимума до минимума суммарный экономический эффект рекомендуемой системы находится в диапазоне 3,7–10,1 млн руб./год, срок окупаемости – около 5 лет.

В работе «Охлаждение циклового воздуха компрессора ПГУ-110 с помощью АБХМ» (авторы – Д. Догадин, А. Анохин,



Рис. 1

Г. Латыпов, И. Крыкин) описывается инновационный, выполненный впервые в России проект комплексной модернизации КВОУ ПГУ-110 ООО «ЛУКОЙЛ» Астраханьэнерго». Дубль-блок ПГУ-110 АГРЭС включает две ГТУ LM6000PF Sprint производства General Electric, два паровых котла-утилизатора КГТ-44/4,5-435013/0,5-210 производства ЗАО «Белэнергомаш» и одну ПТУ Т-14/23-4,5/0,18 производства ОАО «Калужский турбинный завод». При температурах наружного воздуха (ТНВ) 0 °С максимальная мощность ГТУ составляет 49 МВт, при температуре +15 °С – 46 МВт, при температуре +25 °С с включенной системой Sprint – 43 МВт и при температуре 35 °С производительность снижается до 38 МВт. Таким образом, в летний период мощность всей ПГУ в конденсационном режиме уменьшается на 10 МВт и более. Ввиду этого была разработана система охлаждения на базе АБХМ со схемой подключения всех трех контуров АБХМ – теплоносителя (вода, нагреваемая горячим конденсатом из замкнутого контура газового водяного подогревателя, ГВП), хладагента и охладителя к станционным коммуникациям. Установлена оптимальная холодильная мощность АБХМ, обеспечивающая максимальный экономический эффект – 3800 кВт. Применена современная дина-

мическая система фильтрации с самоочищающимися фильтрами, воздухоохладитель – теплообменник с вертикальными трубками с внешним оребрением. Ожидаемый дисконтированный срок окупаемости, DPP, КВОУ составляет 8 лет.

В настоящей статье продолжается исследование проблемы создания и оптимизации систем охлаждения ГТУ на базе АБХМ и содержится анализ возможных вариантов интеграции машины в технологическую схему энергообъекта, моделирование режимов работы системы, расчеты и выбор оптимальных решений, в том числе типов теплообменных аппаратов (поверхностных и контактных). В статье предложены способы и конструктивные решения (ноу-хау) утилизации тепла: а) горячего сжатого воздуха в промежуточном теплообменнике; б) сбросного тепла теплоотводящего контура АБХМ. Базовый объект – ГТУ LM6000PF на ПГУ-110 АГРЭС.

В статье рассматриваются системы, включающие: а) поверхностный или контактный теплообменник на входе компрессора в составе КВОУ со штатным оборудованием очистки от пыли и капельного уноса (Inlet Air System, Donaldson);

б) контактный теплообменник между ступенями (для турбин с промежуточным холодильником) с устройством распыления воды (оптимальный вариант).



Рис. 2

Двухступенчатое охлаждение воздуха, паровое охлаждение лопаток, утилизация тепла, компримируемого воздуха обеспечивают максимальные КИТ, КПД, мощность, экологическую чистоту и пр. Оптимизационные расчеты по авторским программам показывают широкие возможности и высокую эффективность систем охлаждения с АБХМ. Одновременно такая система решает и задачу подогрева воздуха зимой, когда она перестраивается на режим подогрева. Эффективность системы охлаждения, которая напрямую зависит от погодных условий, возрастает с повышением температуры воздуха и мощности ГТУ, а также в период сохранения высоких температур и предполагает увеличение КПД от 1,5 до 5 %, полезной мощности – от 10 до 23 % либо соответствующее снижение расхода топлива.

Системы обеспечивают:

- снижение расхода топлива на 3-4 % (до 8 %) относительно базовых режимов;
- независимость от погоды;
- энергосбережение, улучшение экологических показателей.

Приведенные цифры – результаты расчетов для базовых моделей. В качестве таких моделей приняты энергоустановки ГТА АЛ-31 производства НПО «Сатурн» мощностью 20 МВт (рис. 2) и ГТУ LM6000PF производства General Electric, для которых имеются надежные фактические характеристики.

Источниками энергии для АБХМ могут служить пар давлением 0,1–0,2 МПа, горячая вода температурой не ниже 75 °С, отходящие дымовые газы температурой от 250–350 °С, а также вариант с огневым (газовым) обогревом.

смешивающего (контактного) типа.

На рис. 3 обозначены узлы АБХМ: Г – генератор; И – испаритель; К – конденсатор; А – абсорбер, позиции: 1 – электрогенератор ГТУ; 2, 3 – компрессоры НД и ВД; 4 – камера сгорания; 5 – подвод газа к камере сгорания; 6 – газовая турбина; 7 – шибер; 8 – ПКУ; 9, 10 – барабаны ВД и НД; 9 – питательный насос; 11 – экономайзер; 12 – дымовая труба; 13, 14 – поверхностные водовоздушные теплообменники на входе и между ступенями компрессора; 15 – АБХМ; 16, 17 – паровая турбина (ПТ), цилиндры ВД и НД; 18 – питательный насос; 19 – паропровод на ПТ; 20 – электрогенератор ПТ; 21 – паропровод отбора пара; 22 – подпиточная вода; 23 – конденсатор, отбор пара от ПТУ на подогреватели сетевой воды (ПСВ); 24 – деаэрактор; 25 – циркуляционный контур охлаждения конденсатора; 26 – конденсатный насос; 27 – циркуляционные насосы в контуре градирня–конденсатор; 28 – циркуляционные насосы в контурах АБХМ; 29 – градирня; 30 – насос в конденсатной линии; 31 – сборный коллектор; 32 – теплообменник конденсат–теплоноситель в контуре абсорбер–конденсатор АБХМ; 33 – запорно-регулирующая арматура.

На рис. 3 (фиг. 2) в варианте системы охлаждения показаны теплообменники смешивающего (контактного) типа 34, 35 – соответственно, между ступенями и на входе компрессора с многоступенчатой системой очистки воздуха (Inlet Air System, MSD и с узлом мелкодисперсного распыла воды с помощью форсунок).

На обеих фигурах, на линиях входа и выхода узлов АБХМ указаны температуры энергоносителей.

На рис. 3 (фиг. 1)

в наиболее полном виде представлена ПГУ, включающая ГТУ с паровым котлом-утилизатором (ПКУ) и ПТУ с системой охлаждения компримируемого воздуха на базе АБХМ в вариантах. На рис. 3 (фиг. 2) показан вариант системы охлаждения – ее фрагмент с теплообменниками

Работа установки ясна из схемы.

В теплоотводящий внешний контур конденсатор К–абсорбер А АБХМ встроен поверхностный теплообменник 32, включенный через коллектор 31 в конденсатную линию станции. Теплоноситель контура с температурами 30/37 °С, минуя градирню 29, отдает в теплообменник 32 тепло холодному конденсату из конденсатора ПТ с температурами 10–35 °С.

С помощью запорно-регулирующей арматуры 33 возможны различные схемы – совместная работа теплообменника 32 и градирни 29, только градирня или теплообменник. Очевидно, что в третьем варианте (только теплообменник 32) тепло внешнего контура АБХМ не выбрасывается в атмосферу, а утилизируется в технологической схеме объекта.

Предложен новый способ (ноу-хау) утилизации тепла горячего сжатого воздуха в промежуточном теплообменнике между ступенями компрессора (промышленное охлаждение); теплообменник включен в замкнутый контур генератора АБХМ, и в нем циркулирует энергоноситель с температурами на входе/выходе 98/88 °С.

На рис. 3 (фиг. 1) показана схема включения АБХМ в газотурбинный цикл с обычными поверхностными теплообменниками 13, 14. Тип, устройство, конструкция теплообменников могут быть различными: прямотрубные регенераторы Подольского машиностроительного завода, компактные регенераторы РГ-10 НПЦ «Анод» с теплообменной поверхностью из змеевиков с малым радиусомгиба, кассетный теплообменник-утилизатор СТУ-10 с теплообменной поверхностью нового типа и др.

В результате термодинамического и теплового расчетов получены следующие результаты:

– в контуре испаритель И – теплообменник 13 температура воды на входе/выходе в теплообменник составляет 7/14 °С, температура воздуха – 30/7 °С, расход воды – 377 т/ч, расход воздуха – 131 кг/с, холодильная мощность контура – 3070 кВт;

– в контуре генератор Г – теплообменник промежуточного охлаждения 14 температура воды на входе/выходе составляет 88/98 °С, температура воздуха – 134/104 °С, расход воды –

367 т/ч, расход воздуха – 131 кг/с, тепловая мощность контура – 4270 кВт.

Рассмотрим способ утилизации и работу системы на примере схемы с контактными теплообменниками (фиг. 2 на рис. 3). Атмосферный воздух поступает в теплообменник 35, где орошается водой из холодного контура испарителя АБХМ с температурами 14/7 °С. Чистая деминерализованная вода распыляется форсунками тонкого распыла. Интенсивный теплообмен при контакте распыленной воды с воздухом позволяет в аппаратах современной конструкции достигать охлаждения последнего до величины температурного напора 3-4 °С. При этом аэродинамическое сопротивление такого аппарата значительно ниже, чем обычного поверхностного теплообменника. После сжатия охлажденного воздуха в компрессоре НД 1 ГТУ он поступает в нижнюю часть теплообменника 34, где орошается водой из горячего контура генератора АБХМ, температура которой значительно ниже температуры сжатого воздуха, порядка 130–150 °С и выше. В этом аппарате тепло сжатого воздуха частично передается в АБХМ для совершения рабочего процесса, а частично идет на испарение небольшого количества воды, величина которого определяется тепловым балансом теплообменника.

Таким образом, рабочее тело газотурбинного цикла – атмосферный воздух – охлаждается и перед КНД, и перед КВД, что значительно уменьшает затраты энергии на привод этих компрессоров и, соответственно, увеличивает полезную мощность всей установки.

Дополнительный поток пара, испаряемый в теплообменнике 34, работает в цикле со значительно более высоким КПД, чем основной поток воздуха, поскольку паровой поток сжимается только в КВД, а полезную работу производит по всему турбинному тракту (в ТВД, ТНД и силовой турбине). Термодинамические достоинства такого дополнительного парового потока доказаны многочисленными исследованиями цикла Чанга.

Подача в тракт АБХМ воды после контакта с атмосферным воздухом, как правило, нежелательна. Тогда применяют обычные поверхностные теплообменники (26, 27), хотя из-за увеличения темпера-

Показатели	АБХМ нет	АБХМ нет	АБХМ есть
Температура атмосферного воздуха, °С	15	30	30
Температура воздуха на входе в ГТУ, °С	15	30	7
Мощность ГТУ, МВт	46,6	41,0	47,9
КПД ГТУ, %	40,8	39,7	40,9
Температура за ГТУ, °С	456	466,5	453

турных напоров в этом случае снижается температурный перепад охлаждения воздуха и, соответственно, уменьшится суммарный выигрыш от предложенного решения.

Таким образом, АБХМ, естественно, вписывается в газотурбинный цикл, в котором в данной схеме обеспечиваются:

- охлаждение воздуха в воздухоохладителе смешивающего типа на входе в ГТУ (35), что уменьшает работу сжатия компрессора низкого давления;

- отвод тепла в промежуточном воздухоохладителе (34) также уменьшает работу сжатия компрессора высокого давления;

- испарение части воды в промежуточном воздухоохладителе (34) приводит к заметному увеличению мощности газотурбинной части установки (приближение цикла Брайтона к циклу Чанга).

- тепло, отводимое от охлаждаемого воздуха во второй ступени воздухоохладителя, полезно используется в АБХМ для получения холодной воды, необходимой для работы воздухоохладителя (35).

Для расчета термодинамической эффективности АБХМ в газотурбинном цикле выбрана условная установка со средними на сегодняшний день параметрами температуры охлаждаемой воды на выходе из испарителя 5 ОС (диапазон 7–5 °С), на входе в испаритель АБХМ – 15 °С (12–15 ОС), а также средними параметрами горячего теплоносителя на выходе из генератора 100 ОС (90–105 °С), на входе в генератор – 115 °С (115–120 °С). КПД АБХМ (отношение холодильной мощности к тепловой мощности генератора) составляет три к четырем.

Расчеты выполнены для ГТУ LM 6000PF в качестве базовой модели и для

схемы с АБХМ-3000В – одноконтурной холодильной машины на горячей воде производства ООО «ОКБ «ТеплоСибМаш» холодильной мощностью 3000 кВт.

Как показали расчеты, необходимая мощность для охлаждения воздуха в принятой СО в пределах 3,0–3,1 МВт (в расчете на отводимое тепло).

Разработана схема согласованной совместной работы ГТУ LM 6000 и АБХМ и приведены основные результаты расчета увеличения мощности и КПД ГТУ при работе в режиме, соответствующем температуре наружного воздуха 30 °С.

В сочетании LM 6000 и АБХМ-3000В достигается практически полное согласование работы обеих установок по параметрам и мощности контура охлаждения воздуха. При включении АБХМ в контур охлаждения атмосферного воздуха перед ГТУ при температуре этого воздуха от 10 ОС и выше основные показатели работы ГТУ становятся постоянными и перестают зависеть от температуры атмосферного воздуха. При этом и тепловая экономичность ГТУ, и полезная мощность превосходят номинальные значения, определяемые при температуре воздуха 15 °С.

При рабочих температурах сред (воздух охлаждается с 30 до 7 °С, а вода нагревается с 5 до 15 °С) практически не происходит испарения воды и увеличения содержания пара входящего воздуха. Более того, во многих ситуациях при значительной начальной влажности воздуха, что является типичным для климатических условий лета, может наблюдаться конденсация атмосферной влаги и снижение содержания пара в нем.

Однако в любом случае увеличение или уменьшение концентрации водяного

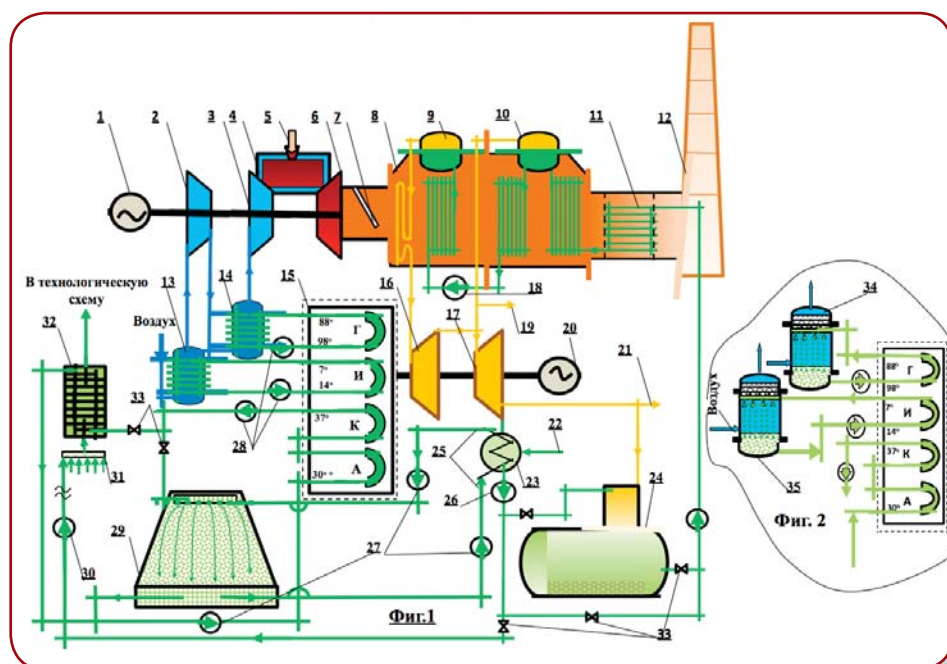


Рис. 3. Система охлаждения воздуха на входе и между ступенями компрессора ГТУ

пара во входящем воздухе ГТУ очень мало по абсолютному значению и не может заметно отразиться на основных экономических показателях работы установки.

Таким образом, несмотря на некоторое внешнее сходство рассматриваемого цикла со схемой STIG (схема со впрыском воды или пара в рабочее тело ГТУ), между этими способами принципиальная разница.

После воздухоохладителя поток воздуха направляется на вход ГТУ, где находится штатное оборудование для улавливания пыли, твердых частиц и атмосферной (дождевой) капельной влаги (Inlet Air System MSD), 38, 39, включенное в объем поставки оборудования (КБОУ). Это устройство – вторая ступень очистки от капельного уноса из воздухоохладителя. Первая ступень – стандартный циклонный уловитель со щелевой насадкой, каким обычно оборудуют смешивающие теплообменники с двухфазным рабочим телом. Две ступени улавливания влаги надежно защищают проточную часть компрессора низкого давления от попадания жидкой фазы. При снижении температуры атмосферного воздуха ниже 10 °С воздухоохладитель и АБХМ отключаются, и ГТУ работает через байпасную линию по стандартной схеме.

Основные особенности данного тех-

нического предложения состоят в следующем:

1. Новое оборудование ПГУ (воздухоохладитель и АБХМ) встраиваются в ПГУ-110, практически не затрагивая существующую технологическую схему и не нарушая связей между элементами этой схемы. Оба аппарата являются внешними объектами и связаны с ПГУ-110 только по воздуху (воздухоохладитель) или по горячей воде (АБХМ). Практически для организации взаимной работы ПГУ-110 и АБХМ требуется только перевод ГТУ LM 6000 в режим, соответствующий температуре атмосферного воздуха 7 °С, вне зависимости от фактического значения этой температуры, а также обеспечение АБХМ горячей водой.

2. Для охлаждения воздуха используется теплообменник смешивающего типа, что позволяет организовать высокоэффективный гетерогенный теплообмен в небольшом объеме с малыми температурными напорами, избежать использования относительно дорогих и металлоемких поверхностей теплообмена, упростить и удешевить конструкцию теплообменника, а также задействовать штатное оборудование ГТУ LM 6000 (Inlet Air System MSD) в качестве второй ступени улавливания капельной влаги и избежать попадания воды в проточную часть компрессора низкого давления.

Оценка термодинамической эффективности технического предложения

Для оценки термодинамической эффективности данного предложения в качестве исходных данных использованы расчетные показатели работы LM 6000 в составе ПГУ-110 (данные ООО «Энерготехпром»), которые сравниваются с аналогичными показателями работы LM 6000 в составе ПГУ-110, как совместно с АБХМ, так и без нее. Для этих расчетов использована авторская математическая модель ГТУ, адаптированная к параметрам LM 6000. Модель позволяет учесть влияние изменения положения рабочей точки компрессоров и увеличения аэродинамического сопротивления воздушного тракта ГТУ при включении в схему поверхностного теплообменника.

Основные результаты расчетов на математической модели показали, что относительно базового режима (при $T_{\text{возд}} = 15\text{ °C}$) параметры работы ГТУ LM 6000 меняются следующим образом при включении АБХМ и росте температуры атмосферного воздуха до 30 °С:

- мощность LM 6000 увеличивается на 2,9 %;
- КПД практически не меняется (+0,3 % относительных);
- температура за турбиной снижается на 2,9 °С.

Для повышения точности оценки целесообразно эти относительные показатели применить к исходным данным номинального режима ($T_{\text{возд}} = 15\text{ °C}$), полученным ООО «Энерготехпром».

В таблице сопоставлены основные показатели работы LM 6000 в 3-х основных режимах:

- штатный режим работы без АБХМ, $T_{\text{возд}} = 15\text{ °C}$ (номинальный режим);
- штатный режим работы без АБХМ, $T_{\text{возд}} = 30\text{ °C}$;
- режим работы с АБХМ, $T_{\text{возд}} = 30\text{ °C}$ (см. рис. 3).

Таким образом, расчеты подтверждают эффективность систем охлаждения воздуха компрессора ГТУ на базе АБХМ. Показано, что использование АБХМ совместно с ГТУ LM 6000 в схеме ПГУ-110 позволит при температуре окружающего воздуха $T = 30\text{ °C}$: увеличить полезную мощность ГТУ на 6,9 МВт; снизить удельный расход топлива на 3,0 %; повысить КПД на 1,2 % (абс.).

Преимущества котлов I.VAR Industry по сравнению с котлами других итальянских производителей

- ✓ Дополнительная установленная изоляция с панелью на передней двери котла обеспечивает температуру всех наружных поверхностей не более 55 °C, в соответствии с ПБ10-574-03.
- ✓ Арматура ведущих Европейских производителей (ARI Armaturen, Gestra, KSB).
- ✓ Взрывной клапан встроенный в дымовую камеру для защиты котла и газохода.
- ✓ Манометры с кранами, установленные до и после питательных насосов для контроля давления согласно ПБ 10-574-03.
- ✓ Встроенный датчик температуры отходящих газов в дымовой камере для контроля эффективного КПД котла.
- ✓ Автоматическое включение резервного питательного насоса в случае выхода из строя рабочего насоса по сигналу низкого потока воды дополнительно к переключению по термореле каждого насоса, что защищает систему питательной воды от сухого хода.
- ✓ Шкаф управления на отдельно-стоящей раме с возможностью установки на удалении от котла до 5 метров.
- ✓ Подключение шкафа управления к установленным приборам и горелочному оборудованию с помощью штекерных разъемов.
- ✓ Дополнительный выключатель контрольной цепи горелки, кнопка аварийной остановки и кнопкой сброса аварий.
- ✓ После подтверждения аварийного сигнала отключается звуковая сигнализация. Контрольная лампа, соответствующая аварийному сигналу продолжает гореть до устранения неисправности.
- ✓ Автономные электронные контроллеры для двух электродов минимального уровня и одного электрода максимального уровня воды с аварийной звуковой и визуальной сигнализацией на шкафе управления.
- ✓ Электронный контроллер Aliant, встроенный в шкаф управления может автоматически контролировать работу системы во временных режимах с указанием уровня воды, часы работы каждого питательного насоса и горелки, параметры систем автоматических продувок, ступень работы горелки и температуру отходящих газов. Контроллер имеет возможность настроить автоматическое переключение питательных насосов по установленному временному параметру.
- ✓ Съемная установленная изоляция с обшивкой из алюминиевого листа на трубопроводах питательной воды для температуры всех наружных поверхностей не более 55 °C.
- ✓ Система автоматической продувки по солесодержанию управляется в автоматическом/ручном режиме и имеет электрический привод. Гидравлическая система контроля работы клапана периодической продувки насосов исключает необходимость в системе сжатого воздуха. Система периодической продувки работает в автоматическом или ручном режиме со шкафа управления котла.
- ✓ Экономайзер, имеющий электрический привод заслонки и подключенный к шкафу управления котлом, контролирующей все параметры воды и дымовых газов во избежание перегрева и выхода из строя всех частей экономайзера.
- ✓ Главный паровой вентиль котла имеет электропривод, подключенный к шкафу управления котлом.
- Турбулизаторы изготовлены из нержавеющей стали, что существенно повышает срок их службы, снижая затраты на обслуживание котла.
- ✓ Гидравлические испытания проводятся в течении 24 часов



Преимущества котлов I.VAR Industry по сравнению с котлами других ведущих европейских производителей

- ✓ При техническом оснащении и качестве сборки котла, ничем не уступающем ведущим немецким, датским, финским, голландским производителям, паровые котлы I.VAR Industry имеют наилучшее соотношение цена – качество и наиболее привлекательны с финансовой точки зрения для выбора производителя котлов.

Преимущества котлов I.VAR Industry по сравнению с котлами российских производителей

- ✓ Котлы поставляются в полной заводской готовности со всеми электрическими, гидравлическими соединениями элементов котла, а также горелки в границах котла, что позволяет сократить сроки установки котла, исключить «человеческий фактор» ошибок при проектировании и монтаже котельной.
- ✓ Габариты котлов позволяют использовать их в ограниченном пространстве, в блочно-модульных котельных, также сокращают затраты на общестроительные работы, включая расходы на фундаменты.



Тел.: (495) 669-58-94 www.ivar-industry.ru

Новости когенерации

ПД-14: сделано в России

На Пермском моторном заводе собран газогенератор нового российского турбореактивного двухконтурного двухвального двигателя ПД-14, предназначенного для ближне- и среднемагистральных самолетов, а также для стационарных энергетических установок. Двигатель нового поколения создается в широкой кооперации предприятий, куда входят: «Авиадвигатель», ПМЗ, «СТАР», УМПО, НПО «Сатурн», НПЦГ «Салют», «Мотор Сич», «Металлист-Самара» и др. Так, разделительный корпус из титанового сплава и ротор компрессора высокого давления для газогенератора изготовлен УМПО, центральный привод – НПЦГ «Салют». В цехах Пермского моторного завода изготовлены статорная часть компрессора высокого давления, камера сгорания и турбина высокого давления. После сборки и балансировки газогенератор был отправлен на предприятие «Авиадвигатель» для дальнейших инженерных испытаний. Следующий ПД-14 будет уже полностью собран на ПМЗ. Основная особенность двигателя ПД-14 – унифицированный компактный газогенератор,



позволяющий создать целое семейство авиационных двигателей и промышленных ГТУ. Всего планируется изготовить не менее 18 двигателей опытной партии – для сертификации ПД-14 и воздушного судна.

Новая линейка дизельгенераторов MTU



Компания Rolls-Royce представила на рынок новый модельный ряд дизельных генераторных установок, созданных на базе двигателей серии 2000 компании MTU Onsite Energy. Модельный ряд включает установки на базе 12, 16 и 18-цилиндровых двигателей. Энергоблоки представлены в диапазоне мощности от 600 до 1120 кВт, что на 12 % выше по сравнению с предыдущими модификациями. Двигатели оснащены системой впрыска топлива высокого давления и более компактными воздушными фильтрами. Модуль управления двигателем (ECU9), который используется на электростанциях, имеет больший объем оперативной памяти и процессор, который в 4 раза производительнее предшественника. Генераторные установки доступны в версиях MTU 18V 2000 DS, MTU 16V 2000 DS и MTU 12V 2000 DS с частотой выходного напряжения в 50 Гц. Электростанции выпускаются для применения в качестве резервного (standby), основного (prime) и постоянного (continuous) источника энергоснабжения. Установки комплектуются топливными системами Common-Rail, имеют меньшие габариты и характеризуются более низким уровнем шума, чем модели, ранее доступные в этом мощностном диапазоне.

Первый ветроэнергетический комплекс на Сахалине

ОАО «РАО Энергетические системы Востока» закончило строительство двух ветроустановок суммарной мощностью 450 кВт в селе Новиково Сахалинской области. Вырабатывать энергию будут ВЭУ-225 производства Тюльганского электромеханического завода (турбины Micon 450/530, прошедшие капремонт на предприятии). Поставщик оборудования был выбран по итогам открытого конкурса, проведенного в апреле 2014 г. Оборудование адаптировано к климатическим условиям острова и удовлетворяет требованиям по сейсмической устойчивости. Ветроэнергетические установки доставлены в село автотранспортом. До начала возведения ВЭУ на площадке был залит фундамент для башен,



проложены траншеи для силового кабеля. Вертогенераторы в с. Новиково синхронизированы с действующей дизельной электростанцией, которая до последнего времени была единственным источником электроэнергии для села, где проживает более 500 чел. С вводом ВЭС повысится надежность энергоснабжения поселка, а также снизится потребление дизельного топлива. Промышленная эксплуатация станции начинается во втором квартале текущего года. Ветроэнергетический комплекс, позволяющий ежегодно экономить 227 т дизельного топлива, является первым проектом в области возобновляемой энергетики на территории Сахалинской области.

Ветрогенераторы... на Эйфелевой башне!

Эйфелева башня в Париже стала электрогенерирующим объектом: на высоте около 120 м расположены две вертикальные ветрогенераторы VisionAIR5 производства UGE International Ltd., установка которых была запланирована в процессе реноваций первого этажа башни и расположенных там коммерческих предприятий. Создаваемой турбинами мощности 10000 кВт*ч в год должно хватить для питания всего первого этажа. Их конструкция позволяет работать им при наличии ветра, дующего с любой стороны. Компания SETE, обслуживающая достопримечательность, планирует потратить порядка 30 млн евро на уменьшение энергопотребления башни на 25 %. Это часть общей стратегии развития Парижа, направленной на увеличение использования «зеленой» энергии и на уменьшение выбросов парниковых газов. Кроме турбин, на башню будут установлены солнечные панели, энергию которых предполагается использовать для подогрева воды. Также планируется заменить все светильники на светодиодные и собирать дождевую воду для технических нужд.

Геотермальная ТЭС на Кунашире: близкий старт

В 2015 г. будет запущена Менделеевская геотермальная станция на Кунашире (Курильский архипелаг Сахалинской обл.). Проект находится в высокой стадии готовности, возведены все фундаменты, здания и пожарные водоемы. В ближайшее время будет смонтирован энергоблок мощностью 7,4 МВт,



состоящий из турбины и электрогенератора. Ожидается, что на имеющемся парке скважин будет вырабатываться не менее 5 МВт электроэнергии, которые покроют текущую энергетическую потребность Южно-Курильска, зависящего от дизельгенераторов, работающих на привозном жидком топливе. Ранее на Итуруп, другом крупном острове Курильской гряды, была введена в эксплуатацию гео-ТЭС «Океанская». В 2006 г. там были установлены два энергоблока мощностью 1,8 МВт каждый. Поскольку потенциал месторождения на склоне вулкана Баранский позволяет вырабатывать на имеющемся парке скважин порядка 12–15 МВт электроэнергии, был разработан проект модернизации геотермальной станции с доведением мощности до 14,8 МВт. При успешной его реализации уже в 2020 г. все электроснабжение Итурупа сможет осуществляться с помощью энергии вулкана. Только на завозе жидкого топлива бюджет и бизнес будут экономить до 1 млрд рублей в год.

Себестоимость выработки электроэнергии позволит исключить субсидирование выпадающих доходов между экономически обоснованным тарифом и ценой для потребителя. В результате областной бюджет будет экономить порядка 250 млн руб. в год.

Тригенерационная мини-ТЭС в центре Москвы

В здании Центрального таможенного управления, расположенном в Москве на Комсомольской площади, завершена модернизация системы энергоснабжения. В рамках технического перевооружения с целью снижения издержек и повышения энергоэффективности была создана тригенерационная мини-ТЭС, в состав которой вошли энергоблок Capstone C1000 электрической мощностью 1000 кВт, дожимные компрессоры COMPEX 11, котлы Buderus суммарной теплопроизводительностью 6100 кВт и абсорбционная холодильная машина (АБХМ) производства Broad номинальной холодопроизводительностью 700 кВт. На первом этаже энергообъекта расположена котельная на базе двух жаротрубных водогрейных котлов Buderus Logano S825L-3050 номинальной мощностью 3050 кВт каждый.

Электрогенерирующее оборудование, благодаря компактным размерам и

небольшому весу, смонтировано на втором этаже котельной вместе с теплоутилизатором УТ-65,5, позволяющим повысить эффективность использования топлива. Микротурбинный энергоблок C1000 включает 5 модулей Capstone C200 мощностью по 200 кВт. Это обеспечивает высокую степень внутреннего резервирования и надежность электроснабжения потребителей. Мини-ТЭС работает параллельно с сетью, в качестве топлива используется природный газ. Станция обеспечивает энергоснабжение офисных и складских помещений комплекса, а также вычислительного центра.

В летнее время за счет использования АБХМ энергоцентр будет работать в режиме тригенерации, обеспечивая кондиционирование помещений Центрального таможенного управления.



Новые реверсивные чиллеры от CIAT

Современные теплонасосы промышленной мощности (реверсивные чиллеры) в условиях мегаполиса находят все более широкое применение в качестве когенерационных установок, вырабатывающих тепловую и холодильную энергию. Отвечая современным европейским требованиям энергоэффективности, такие агрегаты одновременно снижают нагрузку на экологию городов.



Компания CIAT (Франция) предложила новый модельный ряд реверсивных чиллеров с воздушным охлаждением конденсатора CIATCooler LP/ILP, включающий 10 моделей холодопроизводительностью от 18 до 195 кВт и теплопроизводительностью от 22 до 215 кВт. Агрегаты поставляются в стандартном и в энергоэффективном (НЭЕ) исполнениях и идеально подходят как для новых, так и для реконструируемых зданий: административно-торговых и деловых центров, больниц, гостиниц площадью до 4 тыс. м². Для упрощения монтажа все чиллеры модельного ряда имеют одинаковую базовую конструкцию.

Агрегаты поставляются в четырех исполнениях: серия LP – работает только в режиме охлаждения; серия LPC – работает только в режиме охлаждения и оснащена гидромодулем (с баком-накопителем или без него); серия ILP – является реверсивной; серия ILPC – является реверсивной и оснащена гидромодулем (с баком-накопителем или без него). В состав гидромодуля входят циркуляционный насос, расширительный бак, предохранительный клапан, сливной клапан, конденсатоотводчик и фильтр.

Для того чтобы соответствовать требованиям по транспортированию и монтажу, дополнительный бак может быть включен

в комплект поставки агрегата (типоразмеры по 360STD или 280НЭЕ) или поставляться отдельным комплектом. Этот бак может быть оснащен дополнительными (резервными) электронагревателями.

Для удобства монтажа входной и выходной присоединительные патрубки расположены в верхней части агрегата, тем самым снимается ряд ограничений по безопасности монтажа. Патрубок для присоединения воздуховода к воздухозаборному и воздуховыпускному отверстиям может быть установлен в положение для горизонтального (сзади, для типоразмеров по 600STD и 360НЭЕ) или вертикального выпуска воздуха. Конструкция позволяет выполнить ширину агрегата точно в соответствии с требованиями конкретного проекта (от 860 до 1200 мм для двух наибольших типоразмеров).

Энергетическая эффективность агрегатов CIATCooler LP/ILP тщательно оптимизирована. Холодильный контур работает на экологически безопасном хладагенте R410A, который гарантирует максимальную производительность. Благодаря новому паяному пластинчатому теплообменнику в холодильный контур требуется заправлять меньшее количество хладагента.

Агрегаты оснащены спиральными компрессорами нового поколения. Энергетическая эффективность повышена благодаря использованию радиальных вентиляторов с рабочим давлением от 7 до 35 мм вод. ст. во всем рабочем диапазоне независимо от направления воздушного потока, а также электродвигателя IE2, отвечающего требованиям стандарта CEI 60034-30.

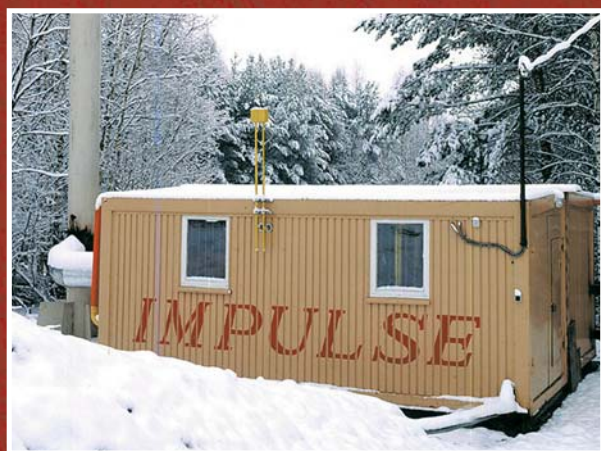
Все модели в исполнении НЭЕ, оснащенные бескорпусными вентиляторами со свободным рабочим колесом, обеспечивающими еще более высокую эффективность, относятся к классу энергоэффективности А.

Для всех моделей CIATCooler LP/ILP доступна система управления Connec2 – multifunctional ergonomic controller с дружелюбным многоязычным интерфейсом (открытый протокол MODBUS-JBUS и шлюз ETHERNET являются стандартным обеспечением контроллера), выполняющий ряд функций по автоматической адаптации системы.

Широкий выбор дополнительных принадлежностей позволяет адаптировать агрегат практически к любым условиям монтажа. Это дает возможность значительно упростить и повысить надежность монтажа, повысить энергетическую эффективность системы и эффективно адаптировать ее к особенностям климата на месте эксплуатации.



Проектирование Монтаж Пусконаладка Сервисное обслуживание



Промышленные и бытовые котельные
Системы отопления и водоснабжения
Водоподготовка ХВО
Локальные очистные сооружения ЛОС



Реклама



140054, Московская область, Люберецкий район, г. Котельники, Новорязанское шоссе, д.6
Тел.: 8 (495) 543-96-15, Факс: 8 (495) 543-96-15
e-mail: prd@impulsgroup.ru
www.impulstechno.ru

Водотрубные паровые котлы на российском рынке

В настоящем обзоре рассматриваются современные паровые водотрубные котлы зарубежного и отечественного производства, работающие преимущественно на газе или жидком топливе. В рассмотрение также вошли российские многотопливные водотрубные котлы, разрабатывавшиеся еще в Советском Союзе (ДКВР, ДЕ, Е и др.). С некоторыми усовершенствованиями в конструкции они составляют сейчас основу отечественного предложения.

Паровые водотрубные котлы зарубежного производства

Bay Boiler

Компания BBS GmbH (Германия), более известная на российском теплоэнергетическом рынке как Bay Boiler, предлагает водотрубные прямоточные паровые котлы серий HSE и HSE-R (с экономайзером) номинальной паропроизводительностью от 1 до 25 т/ч, предназначенные для работы на газе, мазуте и дизельном топливе. Максимальное рабочее давление составляет 100 бар, КПД – не менее 92 %. В качестве топлива для водотрубных паровых котлов BBS могут применяться также уголь и разновидности биомассы, в том числе отходы лесоперерабатывающей, сельскохозяйственной и пищевой промышленности.

Bono Energia

Один из ведущих мировых производителей водотрубных котлов компания Bono Energia (Италия) предлагает парогенераторы серии Clajtub CTD, которые выраба-

тывают насыщенный и перегретый пар с производительностью от 8 до 60 т/ч (линейка Clajtub CTD-S) и от 60 до 150 т/ч (линейка Clajtub CTD), работая на газообразном и жидком топливе. Водотрубные паровые котлы CTD полностью соответствуют стандартам качества ISO 9001-2000 относительно используемых материалов, технологий и контроля производства, характеризуются современной конструкцией типа "D" и естественной циркуляцией воды, имеют 2 барабана, расширительные вертикальные трубы и топку со стенками, полностью омываемыми водой. Котлы линейки Clajtub CTD-S имеют блочную неразборную конструкцию (заводская сборка), работают при давлении до 25 бар и вырабатывают пар температурой до 300 °С. Котлы Clajtub CTD отличаются блочной разборной конструкцией (заводская сборка и монтаж на строительной площадке), могут работать при максимальном давлении 80 бар и производить пар температурой до 480 °С. За счет использования экономайзеров КПД котлов серии CTD составляет 94 %. Также Bono Energia предлагает водотрубные паровые котлы мощностью от 10 до 54 МВт, оснащенные возвратно-поступательными колосниковыми решетками и шнековыми питателями для сжигания биомассы.

Котлы серий BOP-GN, BHS-P и BCS-G работают на газе. Серия BOP-GN включает 4 модели производительностью по пару от 0,5 до 1 т/ч, BHS-P – 2 модели производительностью 0,3 и 0,4 т/ч и серия BCS-G – 3 модели производительностью 0,5, 0,6 и 0,8 т/ч. Котлы BO могут работать на газе (G) или на дизельном топливе (TD). Первая серия включает 5 моделей производительностью от 0,1 до 0,5 т/ч, вторая – 4 модели производительностью от 0,1 до 0,4 т/ч. Максимальное рабочее давление пара, вырабатываемого вышеперечисленными котлами, составляет 0,9 МПа (для модели BO-100TD – 0,6 МПа), $t = 180$ °С. Котлы серии NBO-G (GD) работают на газе/дизельном топливе. Производительность 5 моделей, входящих в серию, составляет от 500 до 1500 т/ч. Максимальное рабочее давление пара 0,9 МПа, $t = 180$ °С (для модели NNB-1500 – 1,5 МПа и 195 °С). В зависимости от модификации, котлы серии BSS могут работать на газе, дизельном топливе или на газе/дизельном топливе. Их производительность составляет от 1 до 3 т/ч. Максимальное рабочее давление пара 0,9 МПа, $t = 180$ °С или 1,5 МПа и 195 °С (для моделей BSS-3000).

Clayton Industries

Компания Clayton Industries (США) является одним из мировых лидеров в производстве водотрубных парогенераторов. Один из заводов компании находится в Бельгии, поэтому поступающие на российский рынок паровые котлы Clayton часто позиционируются как бельгий-

Booster Co LTD

Компания Booster Boiler (Южная Корея) поставляет в Россию вертикальные водотрубные паровые котлы, работающие на газе, дизельном топливе или мазуте.





ские, хотя появились эти котлы в 30-х гг. в Америке. Линейка парогенераторов Clayton, предназначенных для выработки насыщенного и перегретого пара, включает как стандартные модели E10 - E2004 номинальной паропроизводительностью от 0,15 до 32 т/ч и максимальным рабочим давлением от 8 до 31 бар, так и модели повышенной эффективности серий SE, SSE и SSSE с экономайзером, способные работать при давлении до 200 бар. На российском рынке официальным дистрибьютором Clayton является финская компания Vapor Filter Company (ЗАО «ВАПОР», Санкт-Петербург), предлагающая полный ассортимент бельгийского производства: 21 модель серии E номинальной паропроизводительностью от 157 (модель E-10) до 15652 кг/ч (модель E-1004) и 17 моделей с экономайзером серии SE номинальной паропроизводительностью от 626 (модель SE-40) до 15652 кг/ч (модель SE-1004). Котлы работают на газе и жидком топливе (возможна комплектация модулируемой горелкой), максимальное рабочее давление составляет от 8 до 31 бар, тепловой КПД при номинальной мощности в зависимости от используемого вида топлива варьируется в пределах от 92 до 96 %.

Daeyeol Products

В 2015 г. впервые на российском рынке теплоэнергетического оборудования появились промышленные котлы компании Daeyeol Products (Южная Корея). Ассортимент продукции этой фирмы включает паровые и водогрейные ли-

нейки котлов как жаротрубного, так и водотрубного типа. Паровые водотрубные котлы представлены сериями SAJ (парогенераторы малой производительности), DRS (промышленные паровые котлы без экономайзера) и DRH (водотрубные котлы с экономайзером). Типоряд SAJ 10-50 представлен 5 моделями номинальной паропроизводительностью от 0,1 до 0,5 т/ч, работающими с модулируемыми вентиляторными горелками на газе или жидком топливе. Максимальное рабочее давление составляет 10 бар, КПД – 88 %. Серия прямооточных водотрубных котлов DRS включает 8 моделей номинальной паропроизводительностью от 0,5 до 3 т/ч, способных работать на газе, дизеле и мазуте.

В котлах этой линейки внедрены два патентных решения: благодаря устройству автоматического продува обеспечивается удаление накипи, а с помощью системы деаэрации предотвращается образование точечной коррозии, обусловленной присутствием в воде растворенного кислорода. Максимальное рабочее давление котлов DRS составляет 10 бар, КПД – 90 %. В паровых водотрубных конденсационных котлах серии DRH показатель энергоэффективности достигает 99 %, во-первых, за счет использования экономайзера с трубами из нержавеющей стали, а во-вторых, за счет полезного использования физического и скрытого тепла выхлопных газов.

Котлы DRH работают только на газе;



так же, как и линейка DRS, серия включает 8 моделей номинальной паропроизводительностью от 0,5 до 3 т/ч, работающих при максимальном давлении 10 бар.

Ferrolli



В ассортименте компании Ferrolli (Италия) водотрубные паровые котлы представлены серией BI COMB: модели BI COMB S – с неподвижной решеткой, модели BI COMB SGM – с наклонной подвижно-переталивающей, которая обеспечивает эффективный контроль толщины слоя топлива, даже в случае размягчения и частичного плавления золы, и осуществляет транспортировку последней в золоприемник для механической выгрузки. Каждая линейка включает 9 типоразмеров номинальной мощностью от 930 до 5815 кВт, выполненных для работы с максимальным давлением 5, 8, 12 и 15 бар, что позволяет использовать котлы для производства горячей и перегретой воды, а также пара. Паропроизводительность при давлении 12 бар и температуре питательной воды 65 °C составляет от 1330 до 8313 кг/ч. Топливом служат отходы первичной и вторичной обработки древесины, пробка, растительные отходы сельскохозяйственного производства, отходы первичной обработки пищевых продуктов и т.д. Топка котла оборудована автоматически загружаемым шнековым питателем. Сжигание топлива происходит в два этапа с разложением древесного топлива на колосниковой решетке и последующим сжиганием древесного газа в камере сгорания. Огнеупорная футеровка выполнена из жаростойкого

бетона и кирпича. Для удобства монтажа все агрегаты котла размещены в одном компактном блоке.

LCZ

В 2015 г. компания LCZ, входящая в группу компаний ICI Caldaie (Италия),



представила на российском рынке парогенераторы быстрого действия серий CFH (горизонтального исполнения) и CFV (вертикального исполнения), представляющие собой прямоточные змеевиковые водотрубные котлы с тремя оборотами дымовых газов, имеющие моноблочную конструкцию с конденсационным сепаратором. Новинки характеризуются возможностью получения пара высокого качества (степень сухости 99 %) в течение нескольких минут после начала работы и компактными габаритными размерами. Водотрубные парогенераторы серий CFH и CFV оснащены всей необходимой регулирующей, запорной и контролирующей арматурой, а также группой безопасности для

обеспечения работы в автоматическом режиме. Управление работой парогенератора осуществляется с помощью шкафа управления, входящего в серийную комплектацию. Изоляционная обшивка выполнена из матрасов высокоплотной минеральной ваты; внешняя отделка выполнена из пластин гофрированного алюминия. Принятые на производстве стандарты качества проектирования, выбора материалов, сборки и испытаний гарантируют надежную работу парогенератора при КПД не ниже 90 % и длительный срок службы (20 лет). Для повышения КПД парогенератор может быть оснащен экономайзером.

Парогенераторы имеют расчетное давление 11,76 бар, выпускаются номинальной паропроизводительностью от 100 до 6000 кг/ч (для серии CFH) и от 100 до 2000 кг/ч (для серии CFV) и предназначены для работы как на газообразном, так и на жидком топливе. Основной областью их применения являются промышленные предприятия с технологическими процессами, имеющими неравномерный разбор пара, которым требуется большая гибкость в паропроизводительности и быстрый выход на расчетный режим (производство картона и бумаги, пищевое производство, переработка сельхозпродукции и др.). Водотрубные парогенераторы быстрого действия серий CFH и CFV спроектированы и изготовлены в соответствии с действующими европейскими нормативами и имеют сертифика-

ты TP TC, актуальные для России и стран Таможенного союза.

Miura Boiler



Концерн Miura Boiler (Южная Корея) поставляет в Россию прямоточные вертикально-водотрубные паровые котлы с сепаратором. Модели GX-300 и EZ-G предназначены для работы на природном или сжиженном газе, TX-300 и EZ-K – на дизельном топливе, модели EZ-GO на – газе/дизеле, EZ-M – на мазуте. Производительность газовых и дизельных котлов по пару составляет от 0,3 до 3 т/ч, комбинированных – от 0,5 до 3 т/ч, мазутных – от 0,5 до 2,5 т/ч. Максимальное рабочее давление пара для котлов Miura составляет 1 МПа.

Паровые водотрубные котлы российского производства

«Бийский котельный завод»

«Бийский котельный завод» является одним из крупнейших российских предприятий, осуществляющих разработку и производство паровых водотрубных котлов. Его номенклатура является чрезвычайно обширной. В нее входят двухбарабанные вертикально-водотрубные котлы с естественной циркуляцией се-

рий Е, ДСЕ, ДКВР, ДЕ, КЕ и однобарабанные вертикально-водотрубные котлы с естественной циркуляцией серии УСШ. Большинство котлов предназначено для работы на каменном или буром угле, природном газе, мазуте, дизельном топливе. Также котлы серии Е могут работать на нормализованной нефти, а котлы серий ДКВР и КЕ – на антраците, фрезерном торфе или древесных отходах (только ДКВР).

В зависимости от модели и используемого топлива эти котлы могут использоваться для выработки насыщенного пара с t 170, 194, 221 и 247 °С, или перегретого пара с t 225, 250, 270, 370, 380 и 440 °С. Максимальное рабочее давление пара может достигать 0,8, 1,3, 1,4 2,3 или 3,9 МПа. Производительность котлов может меняться в диапазоне от 1 до 25 т/ч. Котлы серий КЕ, Е и ДЕ могут оборудоваться топками, использующими техно-



логию форсированного кипящего слоя. Их производительность составляет от 4 до 25 т/ч (серия К), от 4 до 75 т/ч (Е) и от 25 до 75 т/ч (ДЕ).

Паровой котлоагрегат «Феникс» – 10-14/24НГМ является одной из последних разработок завода. Он предназначен для получения насыщенного пара под давлением 1,4 или 2,4 МПа с t 194 или 221 °С, и может работать на природном газе или мазуте. Производительность котла 10 т/ч.

ПГ «Генерация»

Промышленная группа «Генерация» (г. Березовский, Свердловская обл.) объединяет ряд предприятий, занимающихся производством широкого ассортимента энергетического оборудования. Для получения насыщенного пара с t 175 °С и абсолютным давлением 0,9 МПа предприятие выпускает котел Е-0,4-0,9 и вертикально-водотрубные двухбарабанные котлы с естественной циркуляцией Е-1,0-0,9, Е-1,6-0,9 и Е-2,5-0,9. Их производительность по пару составляет 0,4, 1, 1,6 или 2,5 т/ч. В зависимости от модели они могут работать на природном газе, дизельном топливе, мазуте, нефти, каменном угле. Пар с такими же основными параметрами можно получить путем применения водотрубных цилиндрических вертикальных котлов серии МЗК-7А. Эти котлы могут работать на газе (модификация

Г) или на жидком топливе (Ж). Их производительность составляет 1 т/ч.

Серия вертикально-водотрубных двухбарабанных котлов ДКВР включает 4 модели производительностью от 4 до 20 т/ч. Их применяют для получения пара под давлением 1,3 МПа и с температурой 194 °С. Эти котлы могут работать на природном газе или мазуте. Серия вертикально-водотрубных паровых котлов с естественной циркуляцией ДЕ включает 4 модели производительностью от 4 до 25 т/ч.

На их базе были разработаны котлы МЕ с увеличенной поверхностью нагрева и КПД (91-93%). Котлы ДЕ и МЕ могут работать на газе или мазуте. С их помощью получают насыщенный или перегретый пар (1,3 МПа, 194 °С), используемый на промышленных предприятиях или в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

«Дорогобужкотломаш»

ОАО «Дорогобужкотломаш» (пос. Верхнеднепровский, Дорогобужский р-н Смоленской обл.), одно из ведущих предприятий отечественного котлостроения, предлагает газомазутные вертикально-водотрубные паровые котлы с естественной циркуляцией Е-1,0-09 ГМ (Е-1/9) с производительностью 1 т/ч, работающие под разрежением. Котлы предназначены для выработки насыщенного пара рабочим давлением 0,8 МПа, используемого предприятиями промышленности и в сельском хозяйстве для технологических, хозяйственных и бытовых нужд. В комплект поставки входят дымосос, вен-



тилятор, запорная арматура в пределах котла. Дополнительные опции – питательный насос, приборы контроля. По желанию заказчика котлы комплектуются системами автоматики, отечественными и импортными горелочными устройствами ведущих производителей. Е-1/9 производства ОАО «ДКМ» поставляются единым транспортабельным блоком в обмуровке и обшивке, характеризуются высокой степенью монтажной готовности, минимальными затратами на пусконаладку.

«МПВФ Энергетик»



Предприятие «МПВФ Энергетик» (г. Монастырище, Черкасская обл., Украина), специализирующееся на производстве разработок и производстве паровых и водогрейных котлов, входит в Промышленную группу «Генерация». Завод выпускает 10 моделей вертикально-водотрубных двухбарабанных паровых котлов серии Е (ДЕ). Они используются для выработки пара под давлением 0,9 МПа с t 175 °С или под давлением 1,4 МПа с t 194 °С. В зависимости от модели, котлы серии могут работать на природном или сжиженном газе, мазуте, дизельном топливе, сырой нефти, каменном или буром угле. Их производительность составляет от 1 до 10 т/ч.

Для получения насыщенного пара с t 175 °С и абсолютным давлением 0,9 МПа предприятие выпускает водотрубные цилиндрические вертикальные котлы МЗК.

Эти котлы предназначены для работы на природном газе или дизельном топливе. Их производительность составляет 0,4 и 1 т/ч. Также завод выпускает котлы серий ДКВР производительностью от 4 до 20 т/ч и ДЕ – от 4 до 25 т/ч.

«Сибэнергомаш»

ОАО «Сибэнергомаш» (г. Барнаул, Алтайский край) выпускает энергетические паровые котлы большой мощности серии Е (БКЗ), предназначенные для установки на региональные ТЭЦ и ГРЭС, и промышленные паровые котлы для технологических нужд производственных предприятий.

Производительность энергетических вертикально-водотрубных котлов с естественной циркуляцией, однобарабанных, с уравновешенной тягой или под наддувом может составлять от 100 до 820 т/ч, давление пара может достигать 13,8 МПа, температура – 500 °С. Они могут работать на природном, доменном или коксовом газе, мазуте, каменном или буром угле, других видах твердого и жидкого топлива.

Производительность промышленных котлов составляет от 50 до 160 т/ч, максимальное давление пара 3,9 МПа, t – 440 °С.

«Теплотех-Комплект»

Водотрубные котлы ООО «Теплотех-Комплект» (Санкт-Петербург) серий Е1/9, Е 1.6-9, Е-2.5-9, ПКН-2М и ММЗК-7А применяют для получения насыщенного пара с рабочим давлением 0,8 МПа и t 175 °С. Серия Е1/9 включает три котла с производительностью 1 т/ч, работающие на природном газе (Г), на мазуте или дизельном топливе (М), каменном угле (Р). Производительность котла Е 1.6-9 составляет 1,6 т/ч, Е-2.5-9 – 2,5 т/ч. Эти котлы предназначены для работы на газе, мазуте и дизельном топливе (при использовании соответствующей съемной горелки). Котлы ПКН-2М работают на сырой нефти, МЗК-7АГ – на природном газе, МЗК-7АЖ – на дизельном топливе. Их производительность составляет 1 т/ч.

Также предприятие выпускает вертикально-водотрубные паровые котлы с естественной циркуляцией серии ДЕ и двухбарабанные вертикально-водотрубные котлы серии ДКВР. Серия ДЕ включает 18 моделей работающих на газе/мазуте производительностью от 1 до 25 т/ч. Их применяют для получения пара с рабочим давлением 1,4, 1,5 и 2,4 МПа и температурой от 194 до 380 °С. Серия ДКВР включает 5 моделей работающих на газе/мазуте производительностью от 2,5 до 20 т/ч. Их применяют для получения пара с рабочим давлением 1,3 МПа и температурой до 194 °С.

«Теплоэнергетическая компания»

ЗАО «Теплоэнергетическая компания» (г. Электросталь, Московская обл.) выпускает вертикально-водотрубные двухбарабанные паровые котлы с естественной циркуляцией серии Е. Они применяются для выработки пара низкого давления (0,8 МПа) с температурой 175 °С и пара среднего давления (1,4 МПа) с температурой 194 °С. Серия котлов с низким давлением включает 6 моделей производительностью от 1 до 2,5 т/ч, серия котлов со средним давлением – 4 модели производительностью от 2,5 до 10 МПа. Котлы серий Е могут работать на газе, мазуте, угле или газе/мазуте. Также компания выпускает цилиндрические вертикальные водотрубные котлы серии МЗК, вырабатывающие пар с давлением 0,9 МПа с t 175 °С и работающие на дизельном топливе или газе.

Для создания транспортабельных котельных предприятие использует котлы ПКН, работающие на сырой нефти или мазуте и вырабатывающие пар под давлением 0,8 МПа с t 175 °С. Производительность котлов серий МЗК и ПКН составляет 1 т/ч.

«Энергомашхолдинг»

Компания «Энергомашхолдинг» (г. Бийск, Алтайский край) выпускает паровые водотрубные двухбарабанные котлы Е-1,0-0,9 М (нормализованная нефть), Е-1,0-0,9

ГМ и Е-2,5-1,4 ГМ (газ, мазут) с производительностью по пару 1 и 2,5 т/ч. Их применяют для получения пара под давлением 0,8 МПа и с температурой 170 °С и 1,3 МПа и 194 °С.

Серия вертикально-водотрубных двухбарабанных котлов ДКВР включает 14 моделей производительностью от 2,5 до 20 т/ч. В зависимости от модели, давление пара может составлять 1,3, 2,3 или 3,9 МПа.

Температура насыщенного пара может достигать – 194, 220 или 247 °С, температура перегретого пара – 225, 250, 370 или 440 °С. Серия котлов ДЕ включает 11 моделей производительностью от 1 до 25 т/ч. Рабочее давление пара для них может составлять 1,3, 1,4 или 2,3 МПа, а температура достигать – 194, 225, 270 или 380 °С. Котлы серий ДКВР и ДЕ предназначены для работы на газе или мазуте.

Котлы Е-1/9, ДСЕ и Е-2,5-1,4 (однобарабанный тип и модель механической топкой типа «шурующая планка») в качестве топлива используют каменный или бурый уголь. Их применяют для получения пара со следующими параметрами: Е-1/9 – 0,8 МПа и 170 °С, ДСЕ и Е-2,5-1,4 – 1,3 МПа и 194 °С.

Производительность этих котлов составляет 1, 1,6 и 2,5 т/ч.

Для сжигания различных видов твердого топлива предназначены и котлы серии КЕ. В нее входит 14 моделей, работающих на каменном и буром угле и 9 моделей Е-Д (КЕ-МТ) с предтопками скоростного горения, которые могут использоваться в качестве топлива древесные и твердые бытовые отходы, газ и мазут. Рабочее давление пара для них может составлять 1,4 или 2,4 МПа, а температура достигать – 194, 220, 225, 250 или 350 °С. Производительность котлов КЕ составляет от 2,5 до 25 т/ч.

Котел «Феникс»-10-14 (24) НГМ предназначен для работы с горелками Weishaupt на газе, мазуте или более легких сортах жидкого топлива. Он применяется для получения насыщенного пара под давлением 1,4 или 2,4 МПа и с t 194 или 221 °С. Производительность котла 10 т/ч.

RAY

INTERNATIONAL

www.Ray-International.ru

РОТАЦИОННЫЕ ГОРЕЛКИ от 232 кВт до 42 МВт

EG

- Газообразное топливо
- 232,0 - 42 000,0 кВт
- 23,0 - 4 200,0 $\text{нм}^3/\text{ч}$

BGE

- Легкое и тяжелое жидкое топливо
- 349,0 - 42 000,0 кВт
- 30,0 - 3 600,0 кг/ч

BEGC

- Легкое и тяжелое жидкое топливо, а также газообразное топливо
- 349,0 - 42 000,0 кВт
- 30,0 - 3 600,0 кг/ч
- 35,0 - 4 200,0 $\text{нм}^3/\text{ч}$



*Правильное пламя
для всех видов топлива!*

ЭнергоГаз
инжиниринг

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

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



В современной теплоэнергетике вода занимает ключевое место. Ее качество влияет на эффективность теплоснабжения и длительность работы парового и водогрейного оборудования. На крупных теплогенерирующих объектах бесперебойная работа невозможна без аппаратных средств контроля за соответствием текущего качества воды требуемым параметрам.

Мониторинг в промышленной водоподготовке

М. Иванов, к.х.н.

В применении к водоподготовительным процессам под мониторингом понимают непрерывный процесс наблюдения и регистрации параметров качества воды и постоянное сравнение их текущих значений с заданными величинами. Помимо этого мониторинг включает систематизацию и длительное хранение полученных данных. Таким образом, мониторинг параметров подразумевает наблюдение за характеристиками качества воды в течение длительного времени.

Известно несколько видов мониторинга водоподготовки, одним из видов

которых является мониторинг параметров. Это наблюдение за параметрами состояния качества воды, результатом которого является совокупность измеренных значений характеристик состояния воды в течение временных интервалов, когда они неизменны.

Уместно напомнить, что качество воды определяется концентрацией большого числа примесей.

Определять содержание каждого компонента загрязнения в отдельности бывает не только затруднительно, но и невозможно. Поэтому часто несколько видов загрязнений объединяют в

отдельные группы, суммарная концентрация которой характеризуется каким-либо одним параметром. Такой подход полезен тем, что позволяет сократить число параметров, определяющих качество воды.

При выборе этих параметров необходимо учитывать, чтобы они коррелировались с сезонным изменением степени загрязнения воды из водозабора, степенью чистоты воды на выходе, были чувствительны к изменению состояния воды на различных стадиях ее обработки, и были устойчивы к влиянию на них внешнего фактора случайности.

Проблема подбора параметров, характеризующих качества воды в процессе промышленной водоподготовки, входит в систему менеджмента или иначе является составной частью системы управления данным производством. Система менеджмента качества генерируемой воды представляет собой совокупность следующих составляющих: организационной структуры производства, аналитических методов определения примесей, технологии водоподготовки, используемых

химических реактивов и материальных ресурсов. В то же время категория качества имеет технический, экономический, социальный и правовой аспект. С позиций управления производством качество очищенной воды определяется требованиями потребителей, которые руководствуются ее свойствами, либо требованиями нормативных документов.

Выбираемые параметры качества воды должны характеризовать состояние воды не только при водозаборе, но и на всех стадиях водоподготовки. В этом случае параметры мониторинга состояния качества воды превращаются в параметры технологических стадий.

Состояние воды из источника обычно характеризуется показателями мутности, перманганатной окисляемости примесей, содержания остаточного алюминия и пр. Наблюдения за этими показателями проводятся с помощью статистических методов измерения в течение годового цикла (рис. 1).

К сожалению, в последние годы наблюдается снижение качества воды из поверхностных источников. В первую очередь, это связано с тем, что масштабы антропогенного воздействия на окружающую среду стали соизмеримы со способностью гидросферы к самовосстановлению. Поэтому для оценки состояния чистоты водозабора целесообразно применять так называемый экологический мониторинг, который учитывает риск заражения водоисточ-



Рис. 1

ника патогенными микроорганизмами и техногенными отходами. Экологический мониторинг следит за сохранением защитной роли очистных сооружений в течение всего года, даже в тех случаях, когда содержание природных взвешенных и органических веществ в исходной воде превышает допустимые значения.

Однако для плодотворной работы системы промышленной водоподготовки необходимо осуществлять контроль и наблюдение за параметрами состояния качества воды на различных ее стадиях. В этих случаях применяется мониторинг состояния, который включает наблюдение за системой промышленной водоподготовки с целью предсказания момента, когда система очистки воды перейдет в свое предельное состояние. Главным отличием мониторинга состояния от мониторинга параметров заключается в том, что в первом случае обязательно наличие экспертной системы поддержки, позволяющей принимать решения по управлению водоподготовкой в экстремальных ситуациях, когда барьерная роль очистных установок полностью исчерпана. Помимо этого, одной из задач мониторинга состояния является предсказание момента, когда параметры качества могут перейти в предельно допустимое значение, требующее чрезвычайного управления. В этой ситуации система мониторинга состояния должна проинформировать о предстоящей опасности.

При мониторинге состояния для определения качества воды на различных стадиях водоподготовки часто применяются те же параметры, что и для характеристики исходной воды, добавив определение содержания общего углерода. В то же время при стабильной работе системы промышленной водоподготовки, выведенной уже на проектную мощность, в качестве дополнительного параметра в ряде случаев используют электропроводность воды. Выбор этого параметра качества обусловлен тем, что он во многих случаях находится в корреляции с другими характеристиками состояния воды.

Наиболее часто характеристики показателей качества воды коррелируют с полученными данными по электропроводности, общему органическому углероду и микробному заражению.

Поскольку работа объектов промышленной водоподготовки и централизованного водоснабжения относится к категории предприятий, связанных со здоровьем людей и работоспособностью различных предприятий, включая предприятия энергоснабжения и теплоснабжения, то для их безопасности используется мониторинг систем слежения и пожарно-охранной сигнализации. Целью такого мониторинга является своевременное доведение до сведения должностных лиц различных служб сигналов об опасности нарушения сохранности оборудования на объектах водоподготовки, использующих опасные и ядовитые химические соединения, установки, работающие под высоким давлением, не говоря уже об электрическом токе высокого напряжения. При авариях все это может вызвать заражение местности и водоёмов, существенно осложнить жизнедеятельность близлежащих населенных пунктов. Поэтому на таких производствах следует проводить мониторинг критически важных и опасных объектов. Этот вид мониторинга включает процесс инструментального автоматизированного круглосуточного

наблюдения за отдельными параметрами объектов. Целью такого мониторинга является предупреждение чрезвычайных ситуаций и повреждения или разрушения объектов. Основное отличие этого вида мониторинга от других видов заключается в том, что он позволяет предотвратить возможные угрозы.

Чтобы объекты промышленной водоподготовки были безопасны, а очищаемая вода постоянно имела высокое качество, необходимо произвести квалификационную оценку всех этапов создания данного производства. Обычно оценку начинают с экспертизы проекта, выбор которого производят из числа поступивших коммерческих предложений. При проведении экспертизы проекта важно обратить внимание на компетентность экспертов, и особенно на их способность оценить потенциальные риски, связанные с монтажом установки и дальнейшей ее эксплуатацией. Зачастую бывает так, что вложив значительные денежные средства, компания не получает нужного результата. В ходе экспертизы эксперт, или группа таковых должны учитывать характеристику питающей воды и полную картину сезонных колебаний параметров качества воды в течение всего года.

Иными словами целесообразно провести экологический мониторинг источника водоснабжения в точках водозабора. К сожалению, в ряде случаев при разработке проектов ограничиваются лишь однократным анализом воды из водозабора.

При разработке проектного задания в первую очередь необходимо учитывать основной профиль загрязнений воды из данного источника. Делается это для выбора основного способа очистки воды. Помимо этого для проектного задания необходимо указать проектную мощность установки и минимальные значения параметров качества воды на выходе. В обязательном порядке в каждом проектном задании должны быть указаны точки отбора проб воды, которые позволяют осуществлять различные виды мониторинга. Довольно часто при



Рис. 2

разработке проектов исходят из типовых технологических решений, которые не учитывают специфику исходных качеств воды, требований к ее конечному состоянию. В таких типовых проектах предполагается более тщательная очистка, чтобы вода на выходе имела чистоту выше требуемых значений, но при этом происходит неоправданное увеличение стоимости оборудования и накладных расходов. К сожалению, при экспертизе проектов во многих случаях не обращают внимания на возможность сокращения материальных затрат без существенного снижения уровня качества работы системы, ее долговечности и надежности. Главной проблемой, возникающей при монтаже оборудования, является сведение к минимуму риска возникновения аварий и нарушений в технологии обработки воды при эксплуатации. Чаще всего такие нарушения вызваны отклонениями от требований изготовителей оборудования по его монтажу. В ряде случаев недостатки в монтаже вызваны либо низкой квалификацией персонала, либо стремлением монтажников сократить временные и материальные затраты при проведении работ.

Довольно часто нарушения в технологии обработки воды возникают вследствие длительного простоя оборудования после монтажа без начала эксплуатации, за время которого в оборудовании может не только скопиться грязь,

но и начаться коррозия металлов, также вызывающая загрязнение воды.

Обычно квалификационная оценка монтажных работ начинается путем сравнения марок смонтированного оборудования и моделей, указанных в технической документации проекта. В ходе проверки такого соответствия выявляется комплектность средств измерения, наличия специальных инструментов и запасных частей, необходимых для экс-

плуатации. Главное внимание обращается на герметичность системы, на правильность выполнения резьбовых соединений, сварных швов и крепления оборудования к технологическим фундаментам и посадочным стойкам. Кроме этого в квалификационную оценку монтажных работ входит испытание всех механических и электрических функций применяемого оборудования, корректность средств измерения, а также оценка уровня подготовки обслуживающего персонала. На завершающем этапе проверки качества монтажных работ обычно осуществляется пробный пуск системы промышленной водоподготовки, достигается стабилизация установленных параметров качества воды на выходе, а также осуществляется регламентируемый отбор проб на всех блоках системы.

После завершения монтажа начинается этап предварительных испытаний, в ходе которых осуществляется квалификационная проверка функционирования технологического оборудования в общей технологической схеме производства. Уже на этой стадии подготовительных работ начинается мониторинг функционирования, который позволяет оценить степень готовности производства (рис. 3). Эта оценка подтверждает, что система водоподготовки работает стабильно и выведена на проектную мощность. Такое заключение делается

на основе результатов инструментального контроля, проведенного в специальных лабораториях аналитической химии (рис. 4). Также на этой стадии обследования проверяется работа систем аварийных блокировок, различных устройств сигнализации, в том числе оповещающих о всех нарушениях в работе промышленного оборудования. На этой стадии обследования работы системы промышленной водоподготовки на основе данных мониторинга делается вывод об устойчивости работы всей установки. Под «устойчивостью» в данном случае обычно понимают следующее: на выходе из системы отклонение технологических параметров и критериев качества воды не должны превышать 10 % от заданных значений. При проведении этой фазы испытаний производится отработка режима в соответствии с графиком отбора проб во всех регламентируемых точках.

После завершения мониторинга функционирования начинается квалификационная оценка уровня эксплуатации. В ходе проведения этой фазы, довольно длительной, следует убедиться, что сезонные изменения качества питающей воды не влияют на качество конечного продукта. Это подтверждается непрерывным мониторингом системы водоподготовки на протяжении не менее одного календарного года.



Рис. 3

Такая длительность обусловлена тем, что необходимо удостовериться, что сезонные изменения качества исходной воды, такие как таяние снегов и интенсивные атмосферные осадки, загрязнения воды стоками промышленных предприятий и животноводческих ферм, не влияют на качество генерируемой воды на выходе из системы. Во время непрерывного мониторинга внедряют в действие детальную программу отбора проб воды из каждого распределительного клапана и в точках отбора очищенной воды. В течение этого периода квалификационной оценки водоподготовки, в случае стабильности результатов измерения, производится постепенное увеличение интервала между отборами проб. Если в начале мониторинга пробоотбор производится ежедневно, то в конце этого периода он осуществляется еженедельно.

После завершения всех видов испытаний и введения системы промышленной водоподготовки в режим эксплуатации начинается постоянный мониторинг: производится анализ качества генерируемой воды на основе данных проточных измерителей и приборов, анализирующих пробы отобранной воды. В ходе этого вида мониторинга делается оценка надежности данной системы водоподготовки.

Также в ходе постоянного мониторинга производится контроль за заменой фильтров с целью их промывки или замены фильтрационной среды, контроль за соблюдением графика дезинфекционной обработки, если такая предусмотрена, а в случае поставки потребителю нагретой воды (для нужд отопления и ГВС) – еще и за ее температурой. Все результаты постоянного мониторинга должны фиксироваться, а в случае обнаружения отклонений показателей качества воды от заданных значений, должны прини-



Рис. 4

маться меры как по выяснению причин их возникновения, так и по их устранению. В случае выявления в теплоэнергетическом оборудовании очагов коррозии в задачи постоянного мониторинга входит проведение оценки потенциальных рисков. Главным в этом случае является установление: влияет ли обнаруженная коррозия оборудования или трубопроводов на качество генерируемой воды. При этом во всех случаях необходимо принять меры по удалению коррозии или замедлению ее роста.

Помимо постоянного наблюдения за протеканием процесса промышленной водоподготовки проводятся плановые проверки работы и состояния всех видов промышленного оборудования. Такие проверки, проводящиеся обычно через каждые 24 месяца, являются частью статистического мониторинга. На основе этих наблюдений интервал плановых проверок может быть изменен. Так, интервал между проверками может быть увеличен при наличии информации об отсутствии сбоев в работе оборудования и зарегистрированных отклонений в показателях качества генерируемой воды.

Годовая пресс-конференция «Бош Термотехника»

Итоги работы компании «Бош Термотехника» в России в 2014 г. и дальнейшие перспективы на 2015 г.

«Готовы к Будущему». Укрепление рыночных позиций. Открытие нового производства. Вывод новых продуктов на рынок

В рамках ежегодной пресс-конференции группы компаний Bosch в Москве были подведены итоги работы «Бош Термотехника» за 2014 год. С презентацией выступил генеральный директор компании Юрий Нечепаяев. Он рассказал об основных результатах работы в 2014 году, расширении производства в России и выводе на рынок новых продуктов, осветил ряд значимых событий прошедшего года, а также поделился планами компании на 2015 год.



10 лет успешного развития

В 2014 году «Бош Термотехника» отметила 10-летний юбилей работы в России. Начав свою деятельность с небольшого коллектива из 10 человек в марте 2004 года, за прошедшие годы компания добилась больших успехов. На сегодняшний день «Бош Термотехника» является одним из лидеров российского рынка отопительной техники и ГВС с развитой региональной структурой: более 240 сотрудников, 29 филиалов, 22 региональных склада, 7 учебных центров и 300 авторизованных сервисных центров.

В августе прошлого года головной офис компании переехал в новый современный комплекс зданий в Химках площадью 57 тыс. кв. м. Комплекс включает офисные помещения, сервисный центр, а также один из лучших в индустрии учебный центр площадью более 700 кв. м. Здесь располагаются две лекционные аудитории и пять классов для практического обучения, в которых установлено более 40 единиц оборудования Bosch и Buderus. Центр предлагает 11 обучающих программ для специалистов по продажам, монтажников и проектировщиков. Единоновременно в центре может

проходить обучение до 100 человек. За 2014 год обучение прошло 1,5 тыс. человек, в 2015 году планируется обучить уже порядка 3,5 тыс. человек.

Продуктовый портфель «Бош Термотехника» включает в себя решения под брендами Bosch и Buderus для бытового, коммерческого и промышленного использования. В 2014 году подразделению удалось увеличить свою долю в различных продуктовых сегментах российского рынка. Так, в сегментах настенных и промышленных газовых котлов положительных результатов удалось добиться благодаря выводу на рынок конкурентоспособной продукции российского производства. Впечатляющие результаты также показало инновационное направление конденсационных котлов. Здесь за год продажи выросли более чем в 2 раза.

Технологии Bosch с российской пропиской

В настоящее время компания придерживается стабильного курса на локализацию производства и импортозамещение. Так, 3 июля 2014 года в рамках производственного кластера Bosch в городе Энгельсе Саратовской области был открыт завод «Бош Отопительные Системы» площадью 8 тыс. м², рассчитанный на 190 рабочих мест. Инвестиции

в проект превысили 20 млн евро. Продуктовую линейку завода составляют бытовые настенные котлы Bosch GAZ 6000 W и Buderus Logamax U072 единичной мощностью 12, 18 и 24 кВт, а также 6 типоразмеров промышленных котлов Bosch UNIMAT UT-L мощностью от 2,5 до 6,5 МВт, локализация производства которых достигает 80%. В конце 2014 года завод вышел на проектную мощность. В настоящее время его продукция поставляется на рынки России, Белоруссии и Казахстана.

30 июня 2015 года состоится торжественное открытие завода «Еврорадиаторы». Новый завод станет уже четвертой производственной площадкой в индустриальном кластере Bosch в г. Энгельсе Саратовской области. Он будет выпускать две обновленные линейки стальных панельных радиаторов Logatrend K-Profil и VK-Profil с боковым и нижним подключением самых востребованных типоразмеров на российском рынке. Радиаторы отличаются высокой надежностью и энергоэффективностью. Площадь производства составит 12 тыс. м², количество созданных рабочих мест – около 100. Инвестиции в проект оцениваются в 10 млн евро. Проектная мощность завода составляет 400 тыс. радиаторов в год, при этом уже в 2015 году планируется произвести порядка 100 тыс. единиц продукции. Продукция ориентирована в основном на российский рынок.

«Готовы к Будущему»

Стоит отметить, что в 2015 году «Бохс Термотехника» продолжит выпускать на рынок новые привлекательные продукты, придерживаясь при этом инновационной стратегии. Так, в марте 2015 года на международной выставке ISH 2015 во Франкфурте-на-Майне глобальное подразделение Bosch Thermotechnik представило новую продуктовую концепцию «Ready for the Future», делающую упор на пять ключевых характеристик отопительного оборудования, востребованных как потребителями, так и монтажными организациями. К ним относятся современный дизайн, возможность интуитив-

ного управления, простота технического обслуживания и монтажа, возможность комбинирования разных продуктов бренда, а также беспроводная передача данных для управления и обслуживания. Данная концепция уже реализуется в модульной линейке отопительного оборудования компании.

Уже в четвертом квартале 2015 года в рамках концепции «Ready for the Future» компания представит в России линейку настенных конденсационных котлов Buderus Logamax Plus GB172i мощностью 30, 35 и 42 кВт. Их отличает современный дизайн с использованием высокопрочного стекла Titanium Glass, возможность модуляции 1:10, высокий КПД 109 %, литой алюминиевый теплообменник с поверхностями ALU Plus. Перенастройка котла на сжиженный газ осуществляется за несколько секунд с помощью поворота специального регулятора внутри корпуса.

Еще одна уникальная разработка с широким спектром возможностей – комнатный регулятор Remote Room Controller с возможностью удаленного контроля работы отопительной системы через Интернет. Данный модуль позволит пользователю управлять системой удаленно с мобильного устройства, оснащенного операционной системой iOS или Android.

Также в текущем году компания планирует выпустить на российский рынок ряд новых продуктов. В частности, в июле 2015 года ассортимент завода в Энгельсе будет расширен благодаря выпуску линейки напольных газовых котлов Bosch GAZ 2500F мощностью от 20 до 50 кВт. Особенности данных котлов – высокий КПД 92 %, стабильная работа под низким давлением газа до 5 мбар, модулируемая горелка, погодозависимое регулирование, дистанционное управление. Котел специально разработан для российских условий.

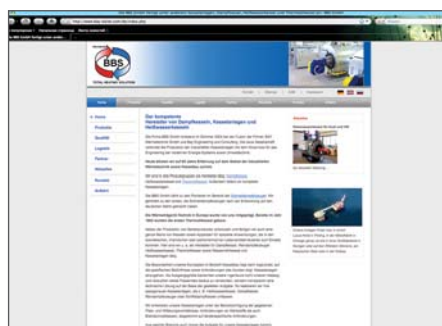


В четвертом квартале 2015 года компания планирует выйти на российский рынок климатической техники. Среди поставляемой продукции будут VRF-системы, чиллеры, фанкойлы. Данная инициатива позволит компании стать поставщиком комплексных решений по обеспечению зданий теплом, горячей водой, электроэнергией и системами кондиционирования воздуха.

Водотрубные паровые котлы в Рунете

В русскоязычном сегменте интернета на сайтах ведущих производителей водотрубных котлов можно найти подробную информацию о выпускаемой продукции: технические характеристики, руководства по монтажу и эксплуатации, сертификаты качества и разрешения, требования к воде, а также скачать опросные листы, каталоги комплектующих и запчастей, нужные контакты.

<http://www.bay-boiler.com>



Русскоязычная версия сайта компании BBS (Bay Boiler GmbH, Германия), осуществляющей разработку, производство и поставку паровых и водогрейных котлов как жаротрубной, так и водотрубной конструкции, а также термомасляных котлов, топок на биомассе, контейнерных котельных, паровых накопителей, экономайзеров и т. д. На сайте можно получить информацию о продукции компании и ее логистических возможностях, узнать адреса партнеров компании в 20 странах и др. Компания выпускает водотрубные паровые котлы производительностью от 1 до 25 т/ч.

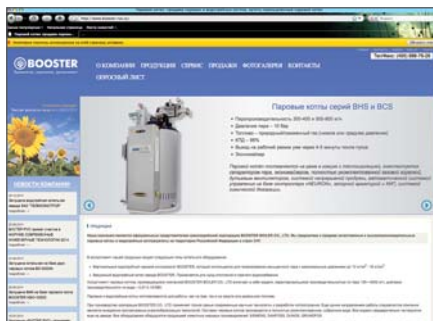
<http://www.bikz.ru/>

Официальный сетевой ресурс ОАО «Бийский котельный завод» – крупнейшего российского предприятия, осуществляющего разработку и производство паровых и водогрейных котлов, вентиляторов и дымососов. На сайте можно получить исчерпывающую информацию о компании (история, адреса представительств, достижения, контактные данные, новости и т.д.) и о ее продукции (технические описания, каталоги запасных частей, референц-листы и прайс-листы), узнать об условиях предоставления сервисных услуг, сделать онлайн заказ, задать вопрос специалистам завода и т.д. Паровые котлы представлены сериями Е-1,0-0,9 и ДСЕ-4,0, работающими на газе, жидком топливе, нефти, на каменном и буром угле, и серии КЕ, Е и ДЕ, использующим технологию кипящего слоя. Их производительность по пару составляет от 1 до 75 т/ч. Также завод поставляет большое количество дополнительного оборудования для производства и обработки пара, например, пароподогреватели.

<http://cannon.ru>

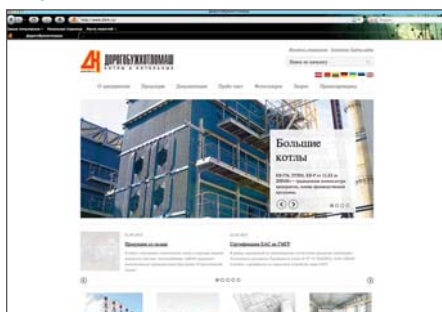
ООО «Кэннон Евразия» является подразделением Cannon Group на территории России и стран СНГ. Основной профиль группы – производство материалов и комплектующих из пенополиуретана для автомобильной, строительной, мебельной, электротехнической промышленности. Входящая в группу компания Bono Energia (Италия) выпускает котельное и водоподготовительное оборудование, системы защиты окружающей среды и пр. На сайте размещена информация о котлах различных типов, электронных системах управления котлами, системах водоподготовки для производства пара и для энергетических установок и др. Паровые водотрубные котлы представлены двумя моделями Clajtub CTD-S и Clajtub CTD производительностью от 8 до 60 и от 60 до 150 т/ч.

<http://www.booster-rus.ru>



ООО «Бустер Рус» является российским подразделением южнокорейской компании Booster Co. Ltd, занимающейся производством паровых и водогрейных котлов, каскадных котельных, аксесуаров и дополнительного оборудования. На сайте можно получить полную информацию о продукции компании: технические характеристики, руководства по монтажу и эксплуатации, сертификаты качества и разрешения, требования к воде и др. Также здесь можно скачать полный каталог и опросные листы, необходимые для заказа оборудования, получить контактную информацию, узнать о кредитных программах компании, рассчитать стоимость кредита. Водотрубные паровые котлы, работающие на газе и жидком топливе, в ассортименте компании представлены семью сериями с производительностью по пару от 0,1 до 3 т/ч.

<http://www.dkm.ru>



Официальный сетевой ресурс крупнейшего российского производителя теплотехники и энергетического оборудования ОАО «Дорогобужкотломаш». В ассортименте компании водогрейные водотрубные котлы мощностью до 209 МВт, модульные и аварийные котельные, газопоршневые установки, чиллеры и др. На сайте можно получить большое количество информации о предприятии (история, достижения, инвестиционные проекты, контакты и др.), ознакомиться с его продукцией и референц-листом, сделать запрос на котел, модульную котельную или запасные части. С 2008 г. «Дорогобужкотломаш» выпускает вертикально-водотрубный паровой котел Е-1,0-09 ГМ с производительностью 1 т/ч.

<http://www.dylboiler.ru>

На сайте компании Daeyeol Boiler (Южная Корея), которая только в 2015 г. стала выходить на российский рынок, стартовав на выставке Aqua Therm Moscow 2015, можно ознакомиться с промышленными водогрейными и паровыми котлами этой марки. Daeyeol Boiler уже около 20 лет специализируется на производстве промышленных конденсационных котлов; на сайте можно получить полную техническую информацию о промышленных конденсационных котлах как жаротрубно-дымогарного, так и водотрубного исполнения. Также на сайте можно скачать техническую документацию на выпускаемые котлы, найти контакты региональных представительств и сервисных центров в России, получить необходимую консультацию в режиме on-line.

<http://energomashholding.ru/>

Компания ООО «Энергомашхолдинг» осуществляет проектирование энергетических объектов и поставку котельного оборудования и топлива для него, проведение монтажных, ремонтных и пусконаладочных работ. В ассортименте компании: паровые, пароводогрейные и водогрейные котлы, модульные котельные, тягодутьевые машины, оборудование для водоподготовки. На сайте можно получить большое количество информации об услугах и продукции предприятия, скачать прайс-лист, сделать заказ, прочитать статьи, посвященные теплотехнике и ее эксплуатации. Компания предлагает двухбарабанные котлы ДКВР с производительностью по пару от 2,5 до 20 т/ч и ДЕ – от 1 до 25 т/ч, котел «Феникс»-10-14 (24) НГМ – до 10 т/ч. Все оборудование работает на газе и мазуте.

<http://www.ferroli.ru>



Компания Ferroli (Италия) специализируется на производстве промышленных водогрейных и паровых котлов, прежде всего жаротрубной конструкции. Водотрубные промышленные котлы Ferroli представлены в широком ассортименте твердотопливных и многотопливных котлов. На официальном сайте компании, кроме технического описания продукции, можно найти адреса и контактные данные оптовых и розничных партнеров, работающих на территории России. Раздел «сервис» содержит список сервисных центров, архив технических сообщений, информацию о семинарах и компенсации гарантийных случаев, детализировки различных агрегатов, требования к гарантийным центрам и др. В разделе «маркетинг» можно скачать рекламные буклеты, фотографии оборудования, календари и газету компании.

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



Промышленная группа «Генерация» объединяет ряд предприятий, занимающихся производством широкого ассортимента энергетического оборудования и разработкой комплексных решений для нефтегазодобывающей отрасли и теплоэнергетики. На сайте размещены сведения о предприятиях, входящих в состав группы, и о выпускаемой ими продукции. Также здесь можно скачать опросные листы для заказа котельных установок, электростанций и электротехнической продукции, получить информацию об объектах, реализованных компанией, узнать ее контактные данные. Компания поставляет паровые водотрубные котлы серий Е, МЗК-7А, ДКВР, ДЕ и МЕ производительностью по пару от 0,4 до 20 т/ч.

<http://miuraural.ru>



Компания «Трионика» является официальным дилером концерна Miura Boiler (Южная Корея), выпускающего паровые и водогрейные котлы, работающие на газе и жидком топливе, и горелочные устройства. На сайте размещена техническая информация о продукции компании (в виде каталогов и таблиц), сертификаты соответствия, контактные данные и другая информация, которая может оказать полезной для потенциальных клиентов компании. Производительность по пару водотрубных котлов Miura составляет от 0,3 до 3 т/ч. Они могут работать на газе или дизельном топливе, или быть комбинированными.

<http://www.mzko.com.ua>

Официальный сайт предприятия «Монастырищенский завод котельного оборудования» (Украина). Завод выпускает котельное и котельно-вспомогательное оборудование, оборудование для систем водоподготовки, горелки, теплообменное оборудование. Ресурс содержит техническую информацию о продукции завода, условия ее поставки в страны СНГ, сведения об оказываемых услугах и проектах, уже реализованных предприятием, контактную информацию. Завод выпускает паровые водотрубные котлы серий Е(ДЕ) и МЗК с производительностью по пару от 0,4 до 10 т/час, работающие на природном или сжиженном газе, каменном или буром угле, мазуте, дизельном топливе и нефти, а также запасные части для паровых котлов Е, ДЕ, ДКВР и КЕ.

<http://www.sibenergomash.com>

ОАО «Сибэнергомаш» производит котлы большой мощности, промышленные вентиляторы и дымососы, детали трубопроводов, теплообменное оборудование и другую продукцию. На сайте подробно рассказано о продукции и услугах, которые оказывает ОАО «Сибэнергомаш». Также здесь можно узнать о проектах, которые уже были реализованы компанией, и о ее партнерах, получить контактную информацию. Предприятие производит водотрубные паровые котлы производительностью от 50 до 820 т/ч, работающие на газе, различных видах жидкого и твердого топлива.

<http://te-company.ru/>



ЗАО «Теплоэнергетическая компания» осуществляет производство и поставки парогенерирующего, водогрейного, котельно-вспомогательного, водоподготовительного и насосного оборудования. На сайте можно ознакомиться с техническими характеристиками оборудования, узнать новости о работе компании, получить контактные данные, скачать опросный лист для изготовления транспортабельных котельных установок. В ассортименте компании представлены паровые вертикально-водотрубные котлы серий Е и МЗК производительностью от 1 до 10 т/ч, работающие на газе, жидком топливе, мазуте, угле, а также транспортабельные котельные установки на их основе.

<http://www.tt-k.ru/smain.htm>



ООО «Теплотех-Комплект» выпускает котлы, котельные и теплообменники, оказывает услуги генерального подрядчика, производит строительные, монтажные и пусконаладочные работы, осуществляет реконструкцию, капитальный ремонт и модернизацию котельных. На сайте размещена техническая информация о продукции компании (котлы, деаэраторы, фильтры, теплообменники, грязевики, шламоуловители и т. д.). Также здесь можно скачать соответствующие прайс-листы и опросные листы, узнать контакты предприятия и условия отгрузки оборудования. ООО «Теплотех-Комплект» выпускает водотрубные паровые котлы серий ДКВР и ДЕ паропроизводительностью от 1 до 25 т/час.

8-я Международная Выставка «Отопление, Вентиляция, Кондиционирование, Водоснабжение, Сантехника, Технологии по Охране Окружающей Среды, Бассейны и Возобновляемая Энергия»

aqua THERM

BAKU

21-24 октября 2015

Баку, Азербайджан, Баку Экспо Центр

www.aquatherm.az

AQUA-THERM BAKU
Совместно с

BakuBuild 

Разработано



Организаторы

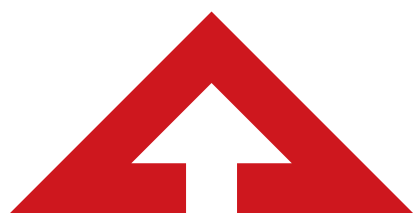


Тел.: +994 12 404 1000; Факс: +994 12 404 1001
E-mail: aquatherm@iteca.az



www.facebook.com/AquaThermBaku

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.

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

6-9 октября 2015
Санкт-Петербург

V Международный Конгресс



Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития

ОРГАНИЗАТОР **FarEXPO**
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER



Генеральный
бизнес-партнер:



Стратегический
информационный партнер:



Тел.: +7(812) 777-04-07; 718-35-37
st@farexpo.ru www.farexpo.ru

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
Конгрессно-выставочный центр «ЭКСПОФОРУМ»
Петербургское шоссе, 64/1



Технологии Bosch с российской пропиской. Водогрейный котел Bosch UNIMAT UT-L – Сделано в России!



- мощность от 2,5 МВт
- устойчивая работа при перепадах нагрузки
- эффективная трехходовая конструкция
- простота технического обслуживания



BOSCH

Разработано для жизни