

ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ОТОПИТЕЛЬНЫЕ

3 (36)' 2016

КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



www.cibunigas.com

Котельные

Обзор рынка

Когенерация

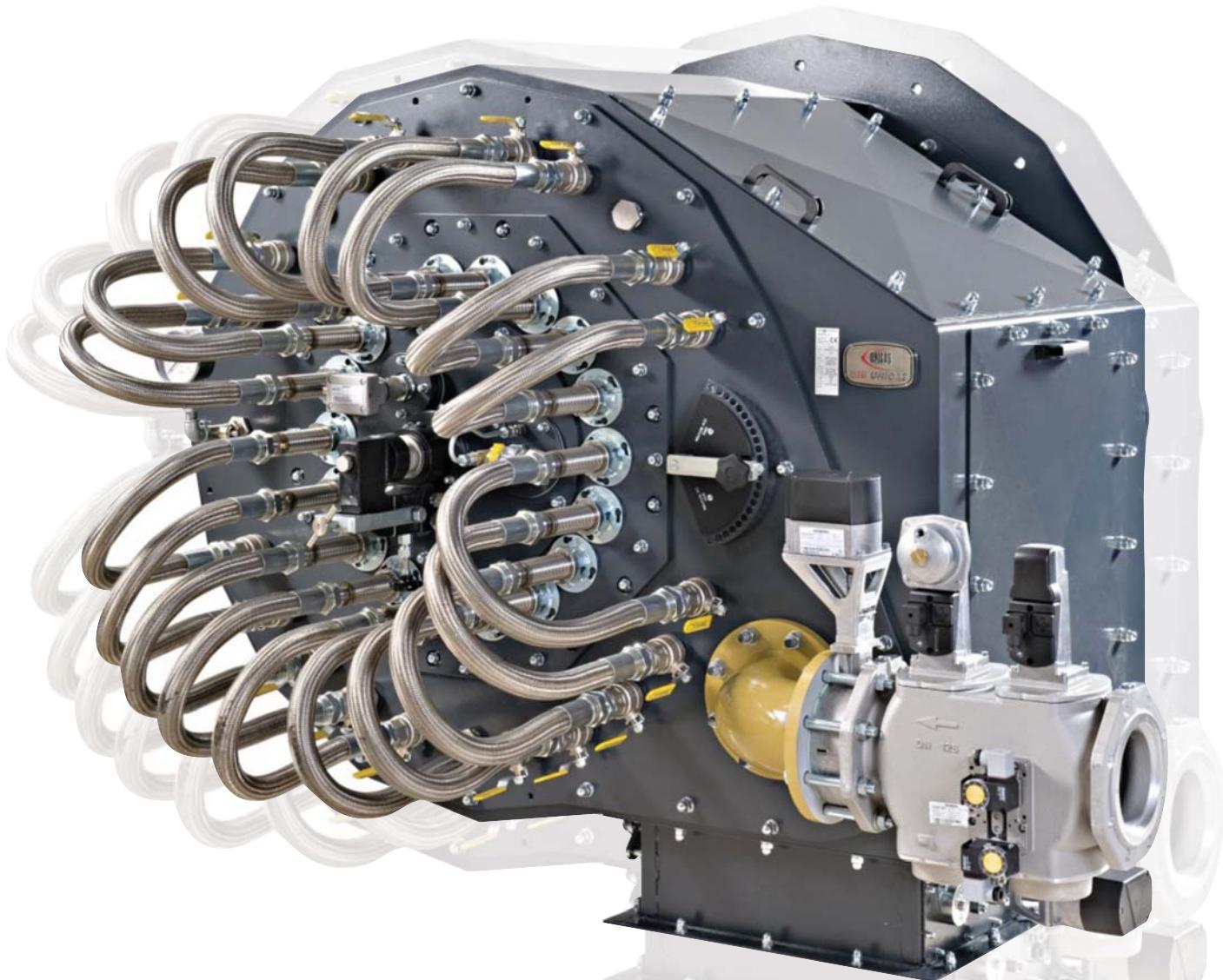
Жаротрубные котлы:
проектирование,
монтаж,
эксплуатация

Паровые
жаротрубные котлы
на российском
рынке

Генерация пара
и энергии на
промышленных
предприятиях



Сделано в России



- ✓ широкая производственная программа завода
- ✓ большой опыт разработки и производства горелок
- ✓ большой опыт работы в России

- ✓ самые крупные в сегменте склады горелок, комплектующих и запасных частей
- ✓ собственная сервисная служба



Телефон горячей линии: 8 (800) 500-42-08

www.cibunigas.com

ООО «ЧИБ УНИГАЗ», 119530, Москва,
Очаковское шоссе, 32
Тел.: (499) 638-20-80
E-mail: info@cibunigas.com

ОФИС В КАЗАНИ
Россия, 420073, г. Казань, ул. Гвардейская, 54
Тел.: (843) 211-66-11, (499) 638-20-80
E-mail: muraviev.anton@cibunigas.com

ОФИС В ЕКАТЕРИНБУРГЕ
Россия, 620010, г. Екатеринбург, ул. Черняховского 92, оф. 206
Тел.: (343) 272-72-73, (499) 638-20-80
E-mail: belyaev@cibitalunigas.ru

ОФИС В КРАСНОДАРЕ
Россия, 350018, г. Краснодар, ул. Онежская 35, оф. 7
Тел.: (861) 234-08-44, (499) 638-20-80
E-mail: ermolov.alexander@cibunigas.com



Уважаемые коллеги!

Кризис – это не только трудности, но и возможности роста и развития. Наш журнал в эти непростые времена старается оказать максимальную поддержку читателям и партнерам. В частности, в рамках Международной выставки промышленного котельного, теплообменного оборудования и систем автономного энергоснабжения «HEAT&POWER» мы готовим очередную международную научно-практическую конференцию на тему: «Инновационное теплогенерирующее, вспомогательное и энергетическое оборудование для котельных, ЦП и ТЭЦ: строительство, эксплуатация, ремонт, реконструкция, модернизация». Дата проведения конференции – 25 октября 2016 г.

Участники конференции смогут обсудить вопросы повышения энергоэффективности и снижения затрат на строительство, эксплуатацию, ремонт, реконструкцию, модернизацию объектов тепло- и энергоснабжения различных отраслей экономики за счет использования новейшего инновационного оборудования и энергосберегающих технологий; вопросы соблюдения норм промышленной безопасности; услышать экспертные комментарии специалистов. Предлагаются следующие темы выступлений:

- инновационные разработки и новейшее оборудование, применяемое при строительстве, ремонте и модернизации объектов теплоэнергоснабжения;
- автономные и индивидуальные системы теплоэнергоснабжения – развивающийся в России сегмент рынка котельного и энергетического оборудования;
- применение систем автоматизации и диспетчеризации на объектах теплоэнергоснабжения;
- собственная генерация на предприятиях: эффективность использования мини-ТЭЦ;
- безопасность эксплуатации котельного и энергетического оборудования на объектах: меры по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций на объектах, экспертиза промышленной безопасности, комплексное обследование с использованием оборудования.

Целевая аудитория конференции: представители теплоснабжающих, генерирующих компаний; руководители и специалисты, отвечающие за обеспечение предприятий теплом и электроэнергией; специалисты проектных и строительно-монтажных организаций; дилеры, торговые представители компаний.

Участие платное: выступление с докладом (до 20 мин) – 25 тыс. рублей без учета НДС.

Посещение конференции бесплатное. Электронный бесплатный пригласительный билет можно получить на официальном сайте www.heatpower-expo.ru.

Все доклады участников будут опубликованы в очередном номере журнала «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ».

Если Вам интересна наша готовящаяся конференция и Вы хотите стать ее участником или спонсором, звоните нам в редакцию по телефону: +7 (495) 751-39-66, пишите на почту sales@aqua-therm.ru Елене Нефедовой, продюсеру конференции, или Сергею Бордачеву, руководителю проекта HEAT&POWER в группе компаний ITE: +7 (495) 935-73-50, +7 (926) 240-88-61; bordachev@ite-expo.ru.

На сайте www.heatpower-expo.ru Вы найдете подробную информацию о готовящейся выставке.

Будьте с нами! Приходите на выставку и конференцию, обещаем, будет интересно!

Спонсор журнала



www.cibunigas.com

Фото на 1-й обложке:

Районная котельная г. Волгоград, Котел ДЕ-25-225-14

Газовая горелка ТР1080 М.-МД.С.РУ.ВС.8.125.ES

Год реализации проекта 2013

16+

Содержание

НОВОСТИ

4

8 От водозабора до вторичного использования. Интервью с Кристианом Бланком, вице-президентом по продажам Xylem в Европе

КОТЕЛЬНЫЕ

10 Парогенераторы – сфера применения

14 Моноблочные горелки для жаротрубных котлов

16 Опыт эксплуатации котельных на щепе и новые горизонты теплоснабжения в Калужской области

19 Особенности проектирования, монтажа и эксплуатации жаротрубных котлов

22 Каскадные котельные Navien

КРУГЛЫЙ СТОЛ

24 Теплообменники «пар – вода» – типы и сферы применения

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

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

28 BOSCH. Мировой опыт на службе теплоэнергетики России

32 Современные газомазутные котлы «Белэнергомаш-БЗЭМ» и их особенности

34 Адаптированные итальянские горелки для модернизации российских котельных

36 Гелиоэнергетика – мировой тренд

в области экологичной энергетики

38 Профессиональное проектирование дымоходных систем для промышленных объектов

39 Крышные котельные на базе конденсационных котлов De Dietrich

ОБЗОР РЫНКА

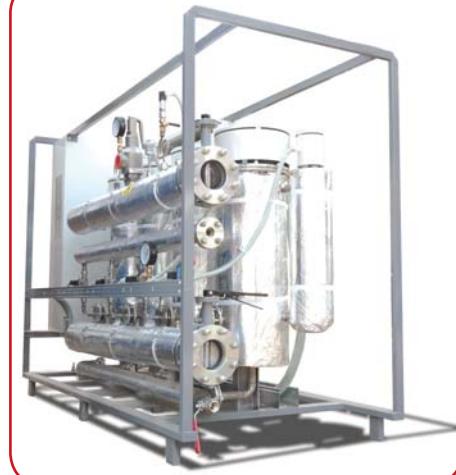
40 Паровые жаротрубные котлы на российском рынке

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

48 Эффективность собственной генерации электроэнергии и пара на промышленных предприятиях

50 Инвестиции в собственную генерацию: нюансы, о которых стоит знать

52 Особенности проектирования систем вентиляции в производственной зоне здания мини-ТЭЦ



РЕПОРТАЖ С ОБЪЕКТА

54 Мини-ТЭЦ на СУМЗ – первый в России энергосервисный проект в распределенной генерации

ВОДОПОДГОТОВКА

56 Водоподготовка стационарных паровых котлов с естественной циркуляцией давлением до 3,9 МПа

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

60 Эксплуатационные характеристики ветростанций мира

ООО «Издательский Центр «Аква-Терм»
Директор
Лариса Шкарабо
magazine@aqua-therm.ru

Главный редактор
Юлия Ледяева
prom@aqua-therm.ru

Служба рекламы и маркетинга:
Елена Нefedova
sales@aqua-therm.ru
Tel.: (495) 751-67-76, 751-39-66

Служба подписки
Инна Свешникова
market@aqua-therm.ru

Члены редакционного совета:
Р.Я. Ширяев, генеральный директор
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,
президент клуба теплоэнергетиков
«Флогистон»
Н.Н. Турбанов, технический
директор ГК «Импульс-техно»
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
«Печатных Дел Мастер»

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

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

Flygt TOP – готовое решение

- Комплектация “под ключ”
- Все комплектующие от одного производителя
- Быстрый и лёгкий монтаж
- Бесперебойная работа станции



Реклама



a **xylem** brand

Вы вдохновляете. Мы воплощаем.

www.xylem.ru

ООО «КСИЛЕМ РУС»

115280, Москва,
ул. Ленинская слобода, 19,
БЦ «Омега Плаза»
Телефон +7 495 223 08 53

Итальянские горелки – локализация в России



В русле реализации курса экономической политики Правительства РФ, направленного на развитие промышленности и повышения ее конкурентоспособности (программа импортозамещения) учредителями ООО «Чиб Унигаз» было принято решение об открытии сборочного производства горелок в России, реализуемых на рынке под торговой маркой UNIGAS.

Сборка горелок производится по технологии и под контролем итальянского завода CIB UNIGAS S.p.A. Производимое в России оборудование прошло процедуру сертификации на соответствие требованиям технических регламентов Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования (ТР ТС 010/2011) и «О безопасности аппаратов, работающих на газообразном топливе» (ТР ТС 016/2011). Персонал сборочного производства прошел обучение на заводе CIB UNIGAS. Номенклатура выпускаемой продукции насчитывает десятки моделей, работающих на газе (природный, попутный, сжиженный), жидким топливом (дизель, нефть) и их комбинациях.

Открытие сборочного производства в России позволило значительно сократить сроки поставок горелок, организовать новые рабочие места, начать локализацию, доля которой в ближайшие годы будет увеличена.

Buderus Logano SK755/655 – преимущества очевидны



Котлы Buderus Logano SK655/755 широко применяются в блочно-модульных котельных (БМК). Также они хорошо зарекомендовали себя при работе в составе районных/квартальных котельных и на тепловых сетях, ИТП, ЦТП. Модель может применяться и при строительстве крышных БМК ввиду своих относительно невысоких массогабаритных характеристик.

Отличительной особенностью котлов являются их высокие экономичность и нормативный КПД (до 93 %). Ввиду отсутствия требований к минимальному объемному потоку Buderus Logano SK655/755 просто и удобно подключать к отопительной системе, что позволяет снижать затраты на проектирование и эксплуатационные расходы. В качестве топлива для Logano SK могут быть использованы природный/сжиженный газ и легкое дизельное топливо. Вследствие этого, может быть применен самый широкий спектр горелочных устройств различных производителей.

Компактность конструкции, простота монтажа и сервиса, надежность, а также привлекательная цена делают модель Logano SK655/755 весьма востребованной на российском рынке.

K°BLOC и K°FLEX

В рамках ребрендинга, проводимого компанией Kelvion (ранее известной как GEA Heat Exchangers в мире и как «ГЕА Машимпэкс» в России), произошло изменение названия сварных пластинчатых теплообменников.

Теперь аппараты, предлагавшиеся на рынке под названием GEABloc и GEAFlex, будут носить название K°Bloc («кей блок») и K°Flex («кей флекс»). Новое название оборудования, так же как и имя компании, отдает дань уважения одному из основателей термодинамики – лорду Кельвину, в честь которого названа единица измерения температуры.

Сварные теплообменники Kelvion – надежное решение для систем с высоким давлением. В первую очередь аппараты типа K°Bloc и K°Flex нашли применение в нефтегазовой отрасли и энергетике благодаря своей компактности и высокой эффективности.

Теплообменники K°Bloc могут работать при давлении до 40 бар. При этом их уникальной особенностью является наличие двух типов рифления – chevron для стандартных теплоносителей и double-dimple с увеличенной шириной канала для вязких сред. Аппараты K°Flex сочетают в себе преимущества



коихутрубного и пластинчатого теплообменников. Рабочее давление K°Flex может составлять до 100 бар, что позволяет применять их в процессах с критическими рабочими параметрами.

Горелочное устройство UNIFLAMES

«Завод паровых установок Юнистим» (г. Миасс, Челябинская обл.) меньше, чем за пять лет вышел на лидирующие позиции среди предприятий своей отрасли в России и уверенно выхо-



дит на мировой рынок. Специалисты предприятия производят 50 видов парового оборудования для различных отраслей промышленности, которое востребовано как в нашей стране, так и за рубежом. В 2016 г. на рынок был выпущен новый продукт мирового уровня — промышленный парогенератор серии UNISTEAM-X, не уступающий по качеству европейским аналогам и в разы превосходящий конкурентов из стран Азии по техническим параметрам и сроку полезной службы.

После двух лет инженерно-лабораторных исследований и долгих циклов заводских испытаний «Завод паровых установок Юнистим» представляет рынку уникальное горелочное устройство, не имеющее аналогов для вертикальных прямоточных котлов. Горелочное устройство UNIFLAMES способно работать как на природном газе, дизельном топливе, так и на пропано-бутановой смеси. Экономические расчеты расхода топлива при работе UNIFLAMES показали, что владельцы установок ППУ, СПУ и АДПМ могут экономить на их эксплуатации более 5 млн рублей в год. В серийное производство горелочное устройство UNIFLAMES запускают в июле 2016 г.

Новая версия 3D-библиотеки РАЦИОНАЛ



Вышло очередное обновление 3D-библиотеки РАЦИОНАЛ. Оно позволяет проектным и монтажным организациям обеспечить быстрое проектирование своих котельных мощностью от 200 кВт до 15 МВт с применением новых узлов R 1-11 и систем котельного оборудования RAZ 2-150.

Для возможности проектирования котельных в 3D-библиотеке РАЦИОНАЛ размещена вся необходимая для этого информация об узлах котельного оборудования:

- 3D-модели с возможностью их передачи в любой CAD формат;
- 2D-виды для быстрого создания чертежей;
- спецификации изделий для подготовки проектной документации;
- технические данные для формирования пояснительных записок;
- технические требования для разработки смежных разделов проекта.

Предусмотрена возможность проектирования дымовых труб с применением металлоконструкций дымовых труб R-11. Используя новую версию 3D-библиотеки РАЦИОНАЛ, можно сэкономить до 90 % времени при проектировании котельных установок.

Новый продукт Viessmann – Vitocrossal 200 CM2 мощностью 400–620 кВт

В программе поставок Viessmann появился и доступен к заказу новый конденсационный котел – Vitocrossal 200 CM2 мощностью 400–620 кВт.

Преимущества: широкая область применения (в том числе для крыщных котельных), диапазон модуляции – от 20 до 100 %, высокая отказоустойчивость и небольшой износ благодаря низкой теплонапряженности камеры сгорания и уменьшению количества стартов горелки, отсутствие ограничений по разности температур (подача/обратка) установки. Котел нечувствителен к колебаниям сетевого давления и отложениям накипи при граничном качестве воды. Его теплообменник выполнен из нержавеющей стали, имеет высокую прочность благодаря коррозионно-стойким гладким теплообменным поверхностям Inox-Crossal с эффектом самоочистки.

На выбор предоставляется функция забора воздуха для горения из помещения или извне. Не требуется применения насосов котлового контура. Специально для России стоимость котла Vitocrossal 200 CM2 мощностью 400–620 кВт установлена существенно ниже, чем для Германии.



Новая линейка контроллеров RWF50 Siemens



Для любой промышленной задачи важно обеспечить качественное и точное регулирование. В настоящее время температурные контроллеры и регуляторы давления получили широкое применение во всех сферах промышленности и энергетики. Предлагаемые решения очень разнообразны и универсальны, но в большинстве случаев для решения простой задачи одноконтурного регулирования применяются громоздкие и переполненные всевозможными функциями приборы. Контроллеры с большим набором функций стоят дорого и усложняют процесс настройки.

RWF50 – это новая версия компактного регулятора мощности, который может быть настроен в течение одной минуты для большинства необходимых значений регулирования – поддержания температуры или давления. Функционально это ПИД-контроллер, имеющий аналоговый (версия RWF50.2) или 3-позиционный (версия RWF50.3) выход. Во всех версиях присутствует функция терmostата (реле давления). Простота применения прибора обусловлена понятным квадратным дисплеем размером 51 мм с большой и яркой цифровой индикацией для представления важной информации и сигнальных сообщений процесса. Здесь же расположены четыре удобные кнопки настройки и ручного управления. Глубина устройства – 92 мм. На задней стенке размещены винтовые клеймы входов термометров сопротивления и стандартных аналоговых входов для датчика давления в случае регулирования пара.

Кроме того, RWF50 имеет порт для подключения к компьютеру и бесплатное программное обеспечение для настройки. Степень защиты – IP66, напряжение питания – AC110-240В.

Газовые двигатели для биогазовых установок



Компания MWM оптимизировала газовые двигатели модельного ряда TCG 2020 для биогазовых установок. Модели V12, V16 и V20 газовых двигателей MWM TCG 2020 пришли на смену прежним вариантам. Наряду с существенно увеличившейся прочностью, они отличаются, прежде всего, повышением электрического КПД до 1,0 %. Увеличение элек-

трического КПД биогазовых двигателей в первую очередь достигается за счет изменения коэффициента сжатия с 13,5 до 14,0 эпс. Используется так называемое усовершенствованное вытеснение, которое подразумевает внедрение вытесняющего поршня и коксового маслосъемного кольца, а также адаптированных гильз цилиндра и конфигурации турбонаддува. Вытесняющий пакет уже известен из вариантов, работающих на природном газе, и теперь он может использоваться в биогазовых двигателях. Основная сфера применения TCG 2020 – когенерационные и биогазовые установки.

Семинар-презентация «Дорогобужкотломаш»



В ОАО «ДКМ» состоялся научно-практический семинар Международной ассамблеи столиц и крупных городов «Энергоэффективное, инновационное оборудование для нужд ЖКХ». В состав участников вошли представители муниципальной власти из разных регионов России: Москвы, Хабаровска, Петропавловска-Камчатского, Смоленска, Улан-Удэ, Нарьян-Мара, а также Ассоциации шахтерских городов Донбасса. Программа мероприятия включала посещение производства и знакомство с технологией изготовления котельного оборудования и презентационную часть.

Практическую пользу семинара, организованного непосредственно на базе завода-изготовителя, отметил руководитель делегации Владимир Селиванов, генеральный директор МАГ. В свою очередь, Сергей Петриков, председатель Совета директоров ОАО «ДКМ», подтвердил готовность завода к расширению сотрудничества с муниципальными предприятиями по поставкам современного котельного оборудования для жилищно-коммунального комплекса регионов.

«Еремиас Рус» в Крыму



В мае 2016 г. Севастополь специалистами компании «Еремиас Рус» при поддержке ПАО «Севастопольгаз» и ООО «Трубочист Крым» прошел семинар на тему «Коллективные системы дымоудаления Jeremias при поквартирном теплоснабжении», который посетили более 70 представителей проектных организаций и мастеров ВДГО.

Поквартирное теплоснабжение давно получило широкое распространение на территории республики в связи с рядом преимуществ как для конечных пользователей, так и для монтажных и обслуживающих организаций и органов власти, основным из которых является отсутствие необходимости строительства, обслуживание и содержание дорогостоящих тепловых сетей. В связи с интеграцией республики Крым в законодательное пространство России, представители проектных и эксплуатирующих организаций оказались в затруднительном положении относительно нормативной базы, используемой при проектировании и строительстве коллективных систем дымоудаления для настенных котлов с закрытой камерой сгорания. Ранее такие вопросы решались просто организацией индивидуальных дымоходов через наружную стену здания вне зависимости от его этажности, что не разрешается российским законодательством. Связанные с этим вопросы и оказались наиболее интересными для аудитории. Наряду с этим оказалась очень полезной информация о многообразии конструктивных решений, особенностях проектирования и строительства подобных систем с использованием модульных дымоходов из нержавеющей стали производства ООО «Еремиас Рус». Специалисты компании поделились собственным опытом и опытом проектных и строительных организаций-партнеров в России. За более чем 4 часа оживленной дискуссии удалось ответить на огромное количество вопросов и помочь коллегам из республики Крым разобраться со многими возникшими при их работе вопросами. Также в рамках семинара с кратким сообщением выступила генеральный директор Издательского Центра «Аква-Терм» Лариса Шкарабо. По окончании мероприятия устроители и участники еще долго делились впечатлениями и обменивались контактами для дальнейшего долгого и плодотворного сотрудничества.

Энергоблоки для распределенной генерации

Машиностроительный холдинг «Росатом» «Атомэнергомаш» (АЭМ) займется производством оборудования для небольших ТЭС – распределенной генерации (небольших энергоблоков, строящихся частными инвесторами и не подключенными к общей энергосети). Входящее в холдинг ПАО «Машиностроительный завод «ЗиО-Подольск» подписало соглашение с NEM Energy BV (принадлежит Siemens) о расширении лицензии на малые котлы-utiлизаторы с газовыми турбинами мощностью ниже 50 МВт. В АЭМ говорят, что рассчитывают на рост этого сегмента, в

том числе в связи с необходимостью обновления генерации в ЖКХ.



До этого лицензия NEM позволяла заводу «ЗиО-Подольск» выпускать котлы большей мощности. С 2009 г. было поставлено девять таких котлов. Производство NEM находится в Корее и Китае, стоимость производства зависит от технических условий, она может быть меньше на заводе, но в случае поставок в Россию есть выигрыш по стоимости логистики.

Газопоршневая электростанция мощностью 4 МВт в Вологде



В июне 2016 г. на территории Вологодского подшипникового завода открыт новый энергетический объект – газопоршневая электростанция. Строительство агрегата начали еще в конце 2013 г. Станция работает на природном газе и может вырабатывать до 4 МВт электрической энергии и 3,8 МВт тепловой. К преимуществам такого типа установок относят высокий КПД, сниженное потребление топли-

ва. Стоимость станции значительно меньше стоимости турбины. В торжественном пуске приняли участие заместитель губернатора Вологодской области Алексей Кожевников, руководитель дирекции ЗАО «ВПЗ» Александр Эльперин и заместитель главы г. Вологды Сергей Воропанов. Строительство газопоршневой электростанции позволит значительно снизить себестоимость выпускаемой продукции и сделать ее более конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках сбыта. Это дает возможности для развития экономики предприятия, ввода дополнительных мощностей, подключения новых потребителей в строящихся объектах в микрорайоне.

От водозабора до вторичного использования

Наш корреспондент (ПКМ) расспросил вице-президента по продажам Xylem в Европе Кристиана Бланка о стратегии компании на мировом рынке и новинках.



Вице-президент по продажам Xylem в Европе Кристиан Бланк

ПКМ: Какие решения представляет компания Xylem на рынке водных технологий и оборудования?

Кристиан Бланк:

Компания Xylem – это глобальная команда, объединенная общей целью, которая заключается в разработке творческих инновационных решений, позволяющих удовлетворить потребности людей в воде. Центральным элементом стратегии компании является разработка новых технологий, позволяющих совершенствовать способы применения, хранения и дальнейшего повторного использования воды.

Компания предлагает решения для перекачки, обработки, анализа и возвращения воды в окружающую среду. Более чем в 150 странах Xylem имеет прочные продолжительные отношения с клиентами, которым известно действенное сочетание продукции лидирующих брендов и компетенции в отрасли, подкрепленное многолетней инновационной деятельностью.

ПКМ: Ваше оборудование предназначено для использования только в

промышленных отраслях, или вы предлагаете и бытовые решения?

Кристиан Бланк:

Мы предлагаем решения для эффективного пользования водой в муниципальных зданиях, на промышленных предприятиях, фермах и в частных домах. Спектр предлагаемого нами оборудования охватывает использование воды как в промышленных сферах деятельности человека, так и в быту – в муниципальном секторе и в частных домах. Для бытового сектора, также как и для промышленного, наша производственная линейка представлена оборудованием, решающим задачи от забора воды из скважины до возвращения ее во вторичное пользование. Тут и бытовые насосы для доставки воды пользователю, и циркуляционные насосы для перекачки воды по трубопроводам систем отопления, канализационные насосы, а также оборудование для водоподготовки и водоочистки, вплоть до третичной очистки воды с помощью технологий с применением озона и ультрафиолета.

ПКМ: Расскажите о главных брендах компании.

Кристиан Бланк:

Среди наших брендов такие известные во всем мире, как Lowara, Flygt и Godwin.

Lowara является мировым лидером в технологии производства насосов из нержавеющей стали, предлагая эффективные решения для систем водоснабжения, водоотведения, кондиционирования.

В линейке этого бренда – вертикальные многоступенчатые насосы, находящие применение для решения многих задач в промышленности, сельском хозяйстве и ЖКХ; насосные станции для повышения давления; циркуляционные насосы с

«сухим» ротором (in-line) – серия e-LNE; модуль-преобразователь частоты для энергоэффективного управления насосами Hydrovar, а также серия высокоеффективных циркуляционных насосов с «мокрым» ротором Lowara Ecocirc XL и XL Plus.

Серия консольных насосов Lowara e-NSC – успешное решение для систем водоснабжения, отопления и кондиционирования, противопожарных систем и различных промышленных применений, характеризуется высокой эффективностью насосов, легкостью монтажа и возможностью работы в широком диапазоне температур. А горизонтальные многоступенчатые насосы этого же бренда из новой линейки серии e-HM, характеризующиеся лучшим КПД среди аналогов и оснащенные двигателем класса IE3, оптимально решают задачи водоснабжения для большинства зданий – от коттеджей до 10-этажных многоквартирных домов.

Бренд Flygt является одним из мировых лидеров в сфере насосного оборудования для высокоеффективного перекачивания воды и сточных жидкостей.

Godwin – производитель уникальных самовсасывающих насосов для аварийных и ремонтных работ.

ПКМ: Что нового Ваша компания представляет на выставке «Экватэк-2016»?

Кристиан Бланк:

На выставке компания представила рынку новые энергоэффективные системные решения для коммунального хозяйства и промышленного применения. Европейское законодательство и рыночный спрос на инновационные, надежные и универсальные продукты подталкивают отрасль к комплексным решениям, которые уменьшают потребление энер-

гии. Компания Xylem не только стремится удовлетворять эти потребности. Наш путь лежит также через оригинальный дизайн, непрерывные инновации и образовательные программы для сотрудников и конечных заказчиков.

Особый интерес посетителей выставки на стенде компании Xylem вызвала канализационная насосная станция Flygt TOP российского производства. Комплектная насосная станция TOP обеспечивает превосходную эффективность самоочистки благодаря уникальной геометрии конусного днища. Особенность комплектной КНС – это полностью готовое решение с возможностью выбора производительности и типа – от насосов Flygt Grinder до самоочищающихся насосов серии Flygt N. Насосные станции Flygt TOP, выполненные «под ключ» незаменимы для реализации самых надежных и экономичных решений.

Внимание привлекали и установки пожаротушения Lowara GFF российского производства, которые изготавливаются на базе насосов e-SV и e-NSC, при использовании в спринклерных системах поставляются с жокей-насосом, которые смонтированы на единой раме с основными насосами. Оборудование имеет модульную конструкцию, отличается легкостью и быстрой обслуживания. Установка изготовлена полностью в заводских условиях, обеспечивая высокое качество продукции, и спроектирована с учетом действующих норм и правил, что подтверждено Сертификатом пожарной безопасности ССРП-РУ.ПБ04.Н.00273. Стоит отметить соответствие станции пожаротушения высоким требованиям ГОСТ Р 53325-2009, в частности, реализованы такие важные требования, как автоматический ввод резервного питания (АВР), контроль цепей на короткое замыкание и обрыв, защита органов управления от несанкционированного доступа.

Xylem HVL – Next Generation HYDROVAR – это обновление презентованного в 1995 г. частотно-регулируемого привода. Обновленный частотный преобразователь серии HYDROVAR предназначен для использования в комплекте с насосами и представляет собой нечто большее, чем универсальный частотный преобразователь или встроенный в двигатель специальный частотный модуль. Уникальная модульная конструкция не требует дополнительных контроллеров

и делает возможным любое соединение насосов (до 8-ми насосов «Мастер» или в комбинации «Мастер-Ведомый»).

Это долгожданное решение для установок, требующих максимальную степень надежности и обладающих широчайшим диапазоном возможностей. В то же время модульная конструкция обеспечивает удешевление стоимости в случае невысоких требований по функциональности. Благодаря HYDROVAR, бустерная система сооружения обеспечивает надежное давление воды в целом ряде жилых и коммерческих областей применения.

Кроме статуса переменного скоростного привода, Next Generation HYDROVAR – это интеллектуальная система управления, которая точно адаптируется к системным требованиям, помогая конечным пользователям видеть экономию стоимости и энергии при достижении оптимальной производительности системы.

Новая система управления двигателем и приводом делает HYDROVAR более эффективным, чем когда-либо. Налицо простота в установке и эксплуатации, а также такие расширенные возможности, как ВАСnet-совместимость для беспрепятственного внедрения системы управления зданием.

Фильтр THDi продлевает срок службы оборудования путем повышения качества энергии, поступающей из сети. Новинка доступна с дополнительной Wi-Fi-возможностью для удаленного подключения к агрегату с помощью любого мобильного устройства, планшета или ПК.

В ходе выставки компания Xylem также представила новый Учебный центр (XLC), расположенный в Монтецьо-Маджоре (Италия) и включающий интерактивные рабочие демонстрационные установки насосного оборудования и системы контроля, а также самые современные классы для слушателей, в которых в обучающих целях проводятся тестовый монтаж, демонтаж и испытания оборудования.

Классы оборудованы самым современным аудио-/видеооборудованием и могут вместить до 70-ти участников.

Учебный центр компании Xylem предлагает занятия, охватывающие различные сферы применения ее оборудования, включая такие отрасли, как пищевая промышленность, ОВК систем водоснабжения, сточных вод и в жилых/коммерческих/промышленных помещениях.



Парогенераторы – сфера применения

А. Бахурин

Наиболее востребованными на рынке парового оборудования являются парогенераторы, пароперегреватели, пароиспарители, пароочистители, паровые котлы, паровые тоннели и паровое термоусадочное оборудование.
Рассмотрим сферу применения парогенераторов и основные их особенности.

Парогенератор представляет собой достаточно сложную конструкцию, включающую в себя как механические, так и электронные детали и компоненты. Парогенератор обычно состоит из следующих основных модулей:

- каркаса – основы, на которой располагаются все функциональные модули парогенератора;
- котла-резервуара для воды, оснащенного датчиками уровня жидкости для контроля;
- электронного оборудования – различного рода приборов (измерительных и индикационных), релейных и автоматических выключателей, датчиков давления, сигнальных ламп и прочих электронных компонентов, необходимых для нормального функционирования и контроля над работой парогенератора;
- электронасоса, предназначенного для подачи воды в котел парогенератора.

Котлы паровые, парогенераторы, электрокотлы, электрические парогенераторы применяются для получения насыщенного водяного пара большого давления в производственных процессах.

На рынке представлены парогенераторы и паровые котлы, работающие на газе, электричестве и различных видах жидкого топлива. Электрические генераторы имеют ряд неоспоримых преимуществ: высокую работоспособность, быстрый запуск, экологичность, компактность, экономичность, удобство использования в качестве резервного источника пара при аварийных и плановых отключениях котельных, отсутствие необходимости регистрации в Гостехнадзоре.

Парогенераторы бывают электродные и ТЭНовые. Оба типа имеют свои плюсы. ТЭНовые парогенераторы просты и удобны в использовании в бытовых целях. Их преимуществом является особая «медицинская» чистота пара — рубашку ТЭНов изготавливают из материалов, не загрязняющих воду, например, из нержавеющей стали. Они сложнее и дороже в эксплуатации, но дают превосходный результат.

Электродные парогенераторы отличаются высокой надежностью, компактностью, достаточной неприхотливостью к воде и простотой регулирования. Они имеют очень высокую паропроизводительность — до 1000 кг пара в час. В отличие от ТЭНов, электроды не могут перегореть, и выпадение осадка на них незначительно.

Парогенераторы имеют самый широкий спектр применения, вот лишь некоторые:

- парогенератор для использования в пищевой промышленности (гидро- и термической обработки колбасных изделий, консервов, продуктов);
- пароперегреватель и парогенератор для пропаривания и сушки древесины, фанеры, картона;
- парогенератор и пароочиститель для качественной мойки и обработки линий розлива;
- парогенератор и паровой котел для отопления и пропаривания почвы в теплицах и парниках;
- пароперегреватель для разогрева застывших вязких жидкостей и сыпучих материалов;
- паровое оборудование для барботирования жидкостей;
- парогенератор для производства пенобетона, газобетона;



Тэновый парогенератор

- парогенератор для производства по изготовлению бумаги и гофрокартона;
- паровое оборудование для обеспечения технологических процессов на предприятиях;
- паровые промышленные котлы на гидроэлектростанциях;
- паровой котел, парогенератор для банных-прачечных предприятий и мн.др.

Парогенераторы, паровые котлы (бойлеры) – аппараты и агрегаты, предназначенные для выработки водяного пара в результате разогрева воды в процессе сжигания топлива или разогрева ТЭНов электроэнергией. Четкого разделения агрегатов, производящих пар, на парогенераторы и паровые котлы, нет.

Понятие «парогенератор» используется в следующих случаях:

- агрегат не имеет собственной топки или иного источника энергии и использует для превращения воды в пар «стороннюю» энергию;
- агрегат использует электроэнер-

гию для превращения воды в пар – электропарогенератор;

– паропроизводительность агрегата не превышает 1000 кг/час;

– процесс производства пара из воды проходит в «змеевике», а не в экранных трубах и «барабане», как это происходит в традиционном паровом котле.

Парогенераторы, работающие на органическом топливе, паровые котлы мощностью более 500 кг пара в час, развивают значительно большую мощность по сравнению с электрическими парогенераторами, но при работе требуют подключения к электрической сети для работы электрооборудования и насосов. Пар в парогенераторах получают за счет тепла сжигаемого твердого или жидкого органического топлива. Данные парогенераторы могут быть как жидкотопливными (газ, мазут, дизельное топливо), так и твердотопливными (уголь, торф, дрова и др. ископаемое топливо) и оба типа подразделяются на жаро- и водотрубные.

В жаротрубных паровых котлах горячий газ – продукты горения топлива поступают в трубы, которые находятся в закрытой емкости с водой (котел). В результате активного теплообмена стен

труб и омывающей воды вырабатывается насыщенный пар.

В водотрубных парогенераторах (их называют также прямоточные котлы) вода под высоким давлением проходит и нагревается в разогретом трубчатом змеевике до получения пара.

Особенности разных электропарогенераторов мощностью до 1000 кг пара в час, их преимущества и отрицательные качества перечислены в таблице.

На рынке также представлено в большом ассортименте самое разное паровое оборудование: пароперегреватели и пароиспарители, паровые мойки и тоннели и другие.

Пароперегреватели и пароиспарители – опциональная разновидность стандартных парогенераторов любой мощности, могут быть как твердо- и жидкотопливными, так и электрическими – ТЭНовыми, электродными и индукционными.

Пароперегреватели – это устройства, повышающие температуру пара выше температуры насыщения, при этом давление перегреваемого пара остается неизменным. Применение пароперегревателей позволяет расширить технологические возможности



используемых предприятиями парогенераторов и паровых котлов. В результате использования перегретого пара увеличивается КПД парового оборудования. Данный вид парового оборудования представляет собой разновидность стандартного парогенератора в исполнении в качестве пароперегревателя. Пароперегреватели классифицируют на радиационные, конвективные и комбинированные.

Пароиспарители предназначены для выработки пара с температурой до 115 °C. Конструктивно это тот же парогенератор, но с меньшим давлением – до 0,07 МПа.

Электропарогенераторы мощностью до 1000 кг пара в час

ТЭНовые парогенераторы (не более 200 кг пара/час)	Электродные парогенераторы (до 1000 кг пара/час)	Индукционные парогенераторы
вода грееется с помощью нескольких тэнов разной мощности	напряжение подводится к воде с помощью электродов, и ток протекает непосредственно через воду, выделяя тепло	вода нагревается с помощью излучателя, аналогично кипячению воды в обычной СВЧ печке
Положительные моменты: 1. ТЭН не загрязняет продуктами окисления металла пар, что является важным при контакте пара с особо чистыми продуктами. 2. Когда используется ТЭН, электрическая проводность воды не играет особой роли. Отрицательные моменты: 1. Рубашка ТЭНа образует накипь, которая в свою очередь снижает тепловую отдачу с ТЭНа, это вызывает рост температуры внутри самого него, вследствие чего его перегорание. Этого можно избежать, используя глубокое омагничивание или умягченную воду, однако это удороожает стоимость парогенератора. 2. Такой парогенератор регулируется только ступенчато, т.е. запуском или отключением ТЭНа целиком.	Положительные моменты: 1. Температура электрода такая же, как и у самой воды. Это снижает скорость появления накипи на электродах. 2. Электроды представляют из себя «куски металла», вследствие этого не горят и долговечнее, чем ТЭНЫ такой же мощности. 3. При изменении площади прикосновения электрода с водой можно добиться регулировки выходной мощности парогенератора. 4. Электродные парогенераторы гораздо компактнее ТЭНовых такой же мощности, что позволяет парогенераторы мощностью свыше 100 киловатт не регистрировать в Госгортехнадзоре. 5. Гораздо меньшая стоимость электродных парогенераторов по сравнению с ТЭНовыми.	Положительные моменты: 1. Отсутствие контакта воды и производимого пара с устройством нагрева – основной положительный момент индукционного нагрева, вследствие чего получается очень чистый медицинский пар. 2. Удобство и простота в эксплуатации парогенератора. 3. Высокая защита экологии и гигиена. Отрицательный момент: высокая цена парогенератора и себестоимость производимого им пара.



Гидромеханический парогенератор – новое поколение паровых машин, преобразующих механическое воздействие на жидкость в тепло. Он не имеет «классических» нагревательных элементов (электродов, котла и т.д.) и состоит из электродвигателя, приводящего в действие агрегат парообразователя, конструктивно выполненный в виде системы неподвижных и врачающихся дисков, которые, вращаясь, интенсивно нагревают воду до образования насыщенного пара.

Этим исключается необходимость нагрева всего объема воды (в отличие от котлов) и обеспечивается быстрый

выход парогенератора в рабочий режим (за 1-2 мин.). Кроме этого, в парогенераторе удается избежать соляных отложений (накипи) на теплообменных поверхностях, что позволяет использовать для получения пара почти любую воду без химической подготовки воды, а также получать пар или пароводяную смесь с различными химическими добавками и реагентами.

Рассмотрим основные критерии выбора парогенератора, парового котла, пароиспарителя, пароперегревателя и другого парового оборудования. Для правильного определения парового оборудования (в дальнейшем парогене-

ратор) соответствующего поставленной задаче необходимо ответить на следующие вопросы:

- вид использования, назначение (парогенератор, пароиспаритель, пароперегреватель и т.д.);
- выбор мощности (производительность кг/ч, максимальное давление пара кг/см²);
- обеспечение водой – центральное (какое давление), привозное (объем);
- вид используемого топлива – электрические (электродные, тэновые или индукционные) или использующие органическое топливо (твердое топливо – торф, дрова, уголь, древесные отходы или жидкое – мазут, дизельное топливо, природный газ.);
- мобильные или стационарные установки, размер.

При выборе конкретной модели парогенератора, парового котла, электрокотла, пароиспарителя, пароперегревателя, пароочистителя и др. необходимо обратить внимание на технические особенности парового оборудования.

1. Дополнительные возможности регулировки выходных параметров пара – давления, влажности, расхода пара, а также возможность регулирования потребляемой парогенератором мощности в соответствии с текущими потребностями.

2. Наличие в конструкции парогенератора всех необходимых для полноценной его работы элементов, комплектующих, включая блок водоподготовки.

3. Материал и толщина корпуса самого парового котла.

4. Степень автоматизации процесса выработки пара, возможности аварийной сигнализации и соответствие соблюдению жестких требований безопасности.

5. Ремонтопригодность парогенератора, общий срок выпуска и, как следствие, степень развития сервиса, обеспечение рынка запчастей и комплектующих к данной модели парогенератора.

6. Внешний вид парогенератора, удобство эксплуатации, доступность элементов регулировки процесса производства пара, отсутствие травмоопасных элементов конструкции.

7. Гарантия.

25-27 ОКТЯБРЯ 2016

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»



**ВЫСТАВКА ПРОМЫШЛЕННОГО
КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛООБМЕННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ
АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**



**ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД
HEATPOWER-EXPO.RU**



**Представьте
продукцию новым
заказчикам**

- представителям тепло- и энергоснабжающих организаций
- специалистам, отвечающим за энерго- и теплоснабжение предприятий
- дилерам теплогенерирующего и энергетического оборудования
- специалистам проектных и строительно-монтажных организаций



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
heatpower@ite-expo.ru



Стратегический
партнер выставки
Генеральный
информационный партнер



Генеральный
интернет-партнер



Моноблочные горелки для жаротрубных котлов

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

Существуют ли особые требования к горелкам, связанные с их применением в жаротрубных котлах, и если – да, то каковы они? Рассмотрим этот вопрос на примере горелок итальянского производства.

Теплоэнергетическое оборудование производства итальянских заводов всегда отличало сочетание высокого качества и невысоких цен, что наиболее соответствует запросу российского рынка в его нынешнем состоянии. Тогда как замещение импорта котлов идет полным ходом, о горелках сказать того же пока нельзя, поэтому обзор продукции итальянских производителей наддувных горелок представляется нам все еще актуальным.

Хотя ни один производитель горелок принципиально не ограничивает сферу применения своей продукции, в разработке производственной гаммы все они ориентируются, прежде всего, на самый ёмкий сегмент рынка – моноблочные горелки для жаротрубных котлов. На рис. 1 показана «длина» линейки таких горелок ведущих итальянских заводов. Стоит отметить, что эта длина ни в коем случае не пропорциональна масштабам соответствующего производства, скорее – наоборот: действительно крупные заводы с серийным выпуском сознательно ограничивают свою производственную программу типоразмерами, продажи которых исчисляются по крайней мере десятками в год. В то же время небольшие производства вроде General Bruciatori могут выполнить штучный заказ и даже учесть особые требования заказчика.

На первый взгляд, конструкция котлов, в которых по крайней мере один ход дымовых газов представляет собой набор труб небольшого диаметра, позволяет предположить сравнительно

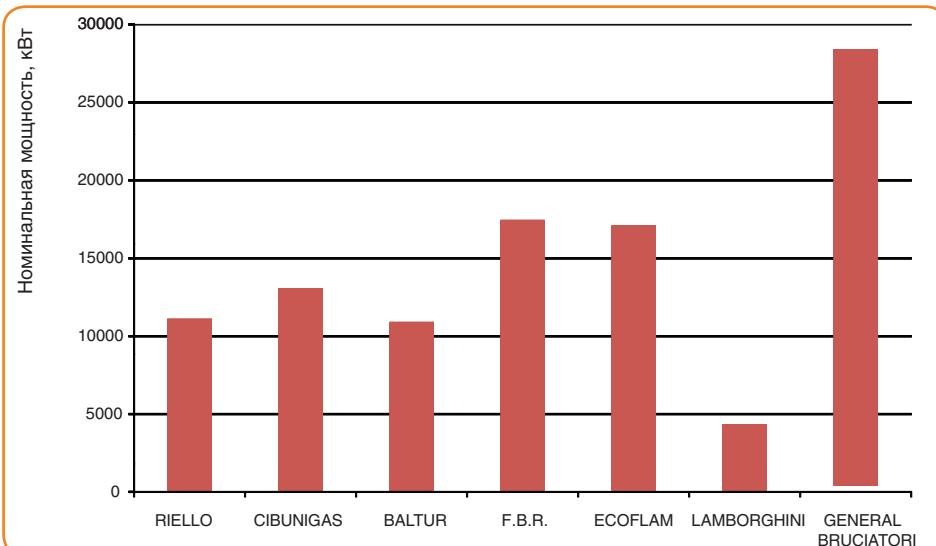


Рис. 1. Диапазон мощностей моноблочных горелок, выпускаемых итальянскими заводами

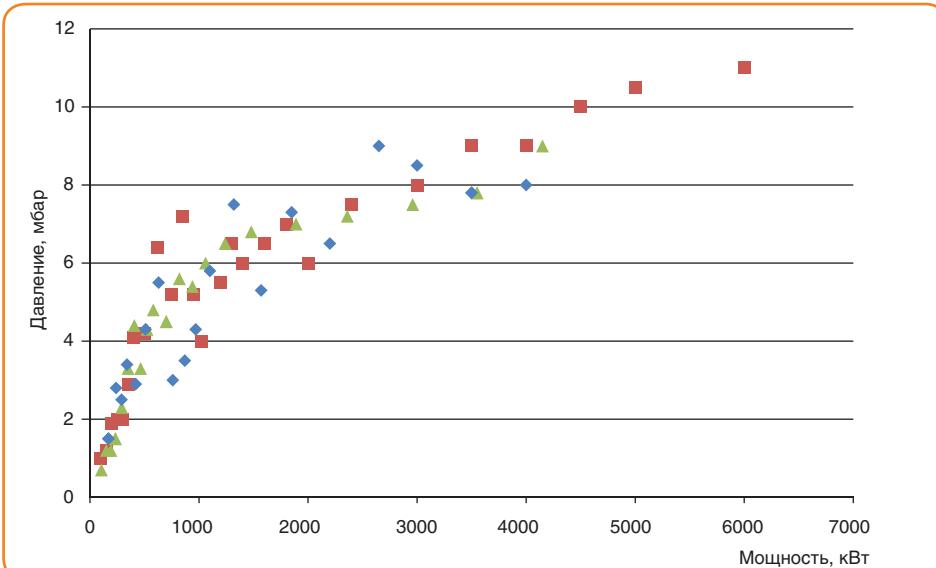


Рис. 2. Значения сопротивление потоку дымовых газов в котлах с разворотом пламени в топке

высокое сопротивление потоку дымовых газов. Это подтверждается значениями их противодавления для котлов с разворотом пламени в топке (рис. 2) и для трехходовых котлов (рис. 3) трех различных производителей.

Для прояснения вопроса, представляет ли сопротивление жаротрубного котла хоть какую-то проблему при подборе горелки, на рис. 3 рабочие точки котлов наложены на семейство рабочих полей моноблочных горелок General Bruciatori. Как видим, в большинстве случаев горелки с большим запасом подходят даже для котлов с необычно высоким противодавлением.

При подборе горелки сравнение различных марок делается, прежде всего, по рабочим полям. Как правило, рабочие поля горелок одного семейства однотипны по форме, что является отражением единого подхода при конструировании. Таким образом, на этапе разработки изделия закладывается важный маркетинговый аргумент: чем круче правая граница рабочего поля, тем более вероятен выбор в каждом конкретном случае меньшего типоразмера горелки, соответственно – с меньшей ценой. При этом, однако, часто упускают из виду, что форма рабочего поля определяется главным образом характеристиками вентилятора и не в последнюю очередь – мощностью его электромотора.

Изучение рабочих полей горелок различных марок и серий дает основание сформулировать следующую закономерность: более пологая правая граница рабочего поля соответствует меньшей мощности электромотора. Одним словом, горелка, оптимальная по цене, скорее всего не будет оптимальной по эксплуатационным расходам.

Определить, насколько это существенно, попробуем на примере из реальной жизни, не раскрывая, по понятным причинам, названий торговых марок. На рис. 4 показаны рабочие поля горелок двух марок – условно говоря, синей и красной. Типоразмер синей горелки名义ально совпадает с типоразмером красной, рабочее поле которой обозначено пунктиром. Однако при этом синяя горелка идеально подходит для некоего

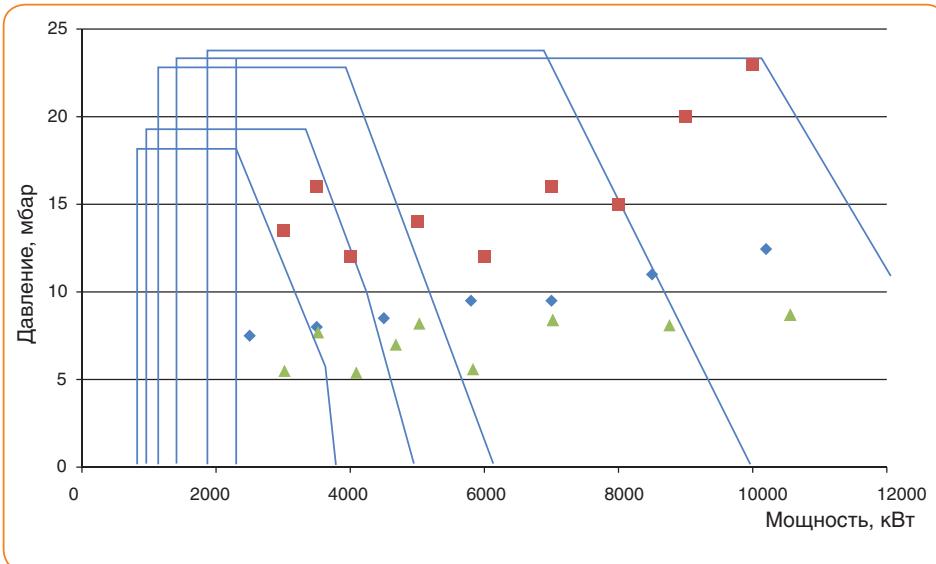


Рис. 3 Значения сопротивления потоку дымовых газов трехходовых котлов (сплошными линиями – рабочие поля семейства горелок GB-ML компании General Bruciatori)

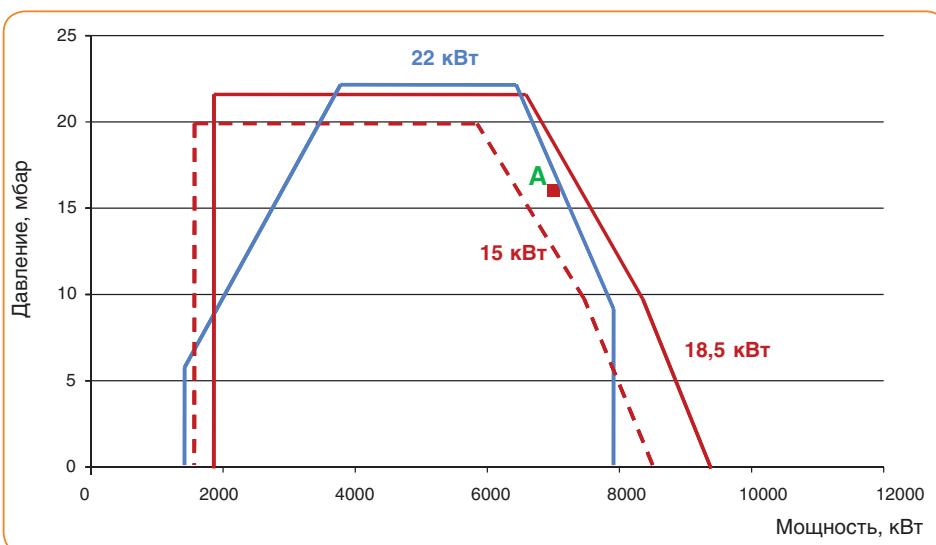


Рис. 4 Подбор горелки из семейств из изделий различных производителей

котла с рабочей точкой «А», а красная – нет, из-за более пологой правой границы рабочего поля.

Следующий типоразмер из красной линейки (рабочее поле обозначено сплошной линией) для котла с рабочей точкой «А» подходит, но он стоит на 10 % дороже (в среднем по рынку) и потребляет на 16 % меньше электроэнергии, чем оптимальная по цене синяя горелка – 18,5 кВт против 22.

Таким образом, более дорогая при покупке горелка в процессе эксплуатации

будет экономить до 2500 кВт·ч электроэнергии в месяц при непрерывной работе. Если принять стоимость электроэнергии равной 2,5 рублей (среднепотолочное значение для Московского региона), то переплата за горелку, например, 1 млн рублей оккупится всего за 16 месяцев непрерывной работы.

Для того чтобы заказчик более взвешенно подходил к технико-экономической оценке приобретаемого оборудования, стоило бы более подробно информировать его об этих различиях.



Калужская область является одним из ведущих регионов России, который все больше продвигает и реализует политику энергосбережения на территории области.

Опыт эксплуатации котельных на щепе и новые горизонты теплоснабжения в Калужской области

В. Головач, директор ГБУ «Региональный центр энергоэффективности» Калужской области



Энергосбережение является одной из самых серьезных задач XXI в. От результатов ее решения зависит место нашего общества в ряду экономически развитых стран и уровень жизни граждан. Повышение энергоэф-

фективности на современном этапе, когда существует большой резерв малозатратных мероприятий, также совпадает с большинством стратегических целей государства и хозяйствующих субъектов, таких как улучшение экологической ситуации, повышение экономичности систем энергоснабжения, экономия бюджетных средств и прочее.

Одной из составляющих такой стратегии являются энергосервисные контракты (ЭСКО). В связи с недостатком бюджетных средств на усовершенствование систем теплоснабжения, освещения и т. п., актуальность данной тематики с каждым днем все возрастает. Преимущество системы таких контрактов в том, что весь комплекс работ осу-

ществляется за счет средств инвестора, а возврат вложений – полученной экономии, в которой заинтересованы обе стороны договора. Так, в период с 2011 по 2015 гг. на территории Калужской области заключено и реализуется 15 ЭСКО на сумму более 587,6 млн рублей. Уже к 2022 г. общий плановый объем экономии может составить 58 559,43 тыс. кВт. Такое направление имеет большой социально-экономический эффект: помимо экономии средств муниципального бюджета на оплату энергоресурсов, их использование конечным потребителем становится более комфортным и долговечным за счет применения современных технологий и оборудования.

Вопрос экологичности и рациональ-

ности во внедрении и в применении энергосберегающих технологий также немаловажен на сегодняшний день. Например, при вырубке леса остается огромное количество древесных отходов. Они тоннами сгнивают на полигоне или просто сжигаются. Но даже отходам можно найти рациональное и полезное применение – котельные на биотопливе. К этим «агрегатам» огромный интерес во всем мире. Технология не только экологична, но и выгодна. В европейских странах существуют госпрограммы по применению, наряду с газовыми, котельных на биотопливе. Это современное решение становится все актуальнее и для России. Тарифы на газ постоянно растут. Между тем у нас много экологически чистого топлива, которое никак не используется. Котельная на биотопливе решает сразу несколько задач: очищение леса от порубочных остатков, снижение вредных выбросов в атмосферу, оптимизация бюджетных расходов и ограничение роста тарифов.

Одной из основных проблем лесного хозяйства российских регионов и Калужской области, в частности, является наличие большого количества древесных отходов, образующихся при заготовке и переработке древесины, и некондиционного леса, который также подлежит утилизации. Сотни тысяч кубометров отходов захламляют леса, территории деревоперерабатывающих предприятий и полигонов.

Анализ ситуации по стране в целом привел к следующим выводам:

- многие котельные построены в 50–60-е гг. XX в., соответственно, они выработали свой ресурс, на их модернизацию денежные средства бюджетом не всегда предусмотрены, таким образом, они малоэффективны и убыточны;

- ряд котельных строился с расчетом на обслуживание больших предприятий, совхозов (во времена СССР), после закрытия которых они работают на отопление оставшихся потребителей жилого сектора, это порой составляет 15–20 % мощности котельной, что также неэффективно;

- себестоимость генерации тепла на мазутных, угольных, электрических котельных, как правило, выше в 2,0–2,5

раза действующих тарифов на отпуск тепла. Это говорит об убыточности таких котельных и необходимости дотаций из бюджета, хотя данные средства можно направлять на ремонт теплотрасс, что также улучшит качество теплоснабжения.

Площадь лесов в Калужской области составляет 1379,9 тыс. га. Общий запас древесины – 124,03 млн м³, в том числе спелых и перестойных деревьев 42,29 млн м³ (34,4 %). Запас хвойных – 41,89 млн м³ (34,1 %), в том числе спелых и перестойных – 4,91 млн м³ (11,7 %).

Калужская область одной из первых стала использовать альтернативные технологии для отопления в сфере ЖКХ. В области много изношенных котельных, требующих серьезной модернизации. Их КПД очень низкий, не более 40–50 %, а значит, половина газа попросту вылетает в трубу. Кроме того, есть населенные пункты, куда газ еще не дошел. Министерство строительства и ЖКХ Калужской области, проанализировав ситуацию, реализовало проект по строительству котельной на биотопливе в Думиничском районе. В конце 2013 г. она была успешно запущена в эксплуатацию. В Министерстве тарифного регулирования Калужской области был утвержден тариф, который на 7 % ниже, чем на газ. И этого уже оказалось достаточно, чтобы получить экономическую выгоду и вернуть затраченные на строительство инвестиции.

Так, с 2013 г. в Думиничском районе Калужской области функционирует котельная на древесной щепе мощностью 5 МВт, при эксплуатации которой КПД составил не менее 90 %. В 2014 г. в пос. Новое Думиничского района была построена вторая котельная мощностью 2,5 МВт, планируется строительство еще одной аналогичной котельной.

Опыт эксплуатации котельных на древесной щепе, построенных в Думиничском районе Калужской области, оказался успешным и подтвердил востребованность этой технологии.

Так, площадь Ульяновского района Калужской области составляет 165590 га, из них занимаемая лесами – 74485 га, или 45 % общей площади района. В настоящее время на его территории осуществляют заготовку и переработку древесины 7 арендаторов. В аренде находится 39156 га лесных угодий. Объем ежегодно заготавливаемой древесины составляет до 100 тыс. м³.

Учитывая тот факт, что при заготовке и переработке древесины образуется до 70 % отходов, можно предположить, что на территории Ульяновского района ежегодно их объем достигает до 70 тыс. м³. В настоящее время отходы не находят применения и чаще всего остаются гнить, их закапывают или частично сжигают. Экологический ущерб от накапливающихся годами отходов лесозаготовки трудно представить.



КОТЕЛЬНЫЕ



Расход топлива в отопительный период для котельной мощностью 5 МВт составляет примерно 70 м³/сут. Несложно подсчитать, что в отопительный сезон потребность в щепе составит примерно 15 тыс. м³. При суммарной мощности биотопливных котельных 10 МВт потребность в щепе возрастет примерно до 150 м³/сут., а годовая, соответственно, – до 30 тыс. м³. Учитывая изложенное, можно предположить, что объем древесных отходов, образующихся при заготовке и переработке древесины только в Ульяновском районе Калужской области, сможет обеспечить стабильную работу биотопливных котельных суммарной мощностью 20 МВт. Для примера, суммарная мощность газовых котельных, расположенных в Ульяновском районе, составляет всего 12 МВт.

При расширении сети биотопливных котельных можно будет решить ряд вопросов, таких как улучшение экологической ситуации в регионе, повышение качества и надежности предоставления коммунальных услуг, снижение затрат, создание новых рабочих мест, повышение экономической эффективности лесозаготовительных и лесоперерабатывающих предприятий, интенсификация лесной отрасли в целом.

Котлы на древесных отходах и отходах растениеводства помогают решить две важные проблемы:

- получение тепловой энергии для бытовых нужд и производства;
- утилизация отходов производства, ведь каждому производственнику известно, насколько тяжело избавиться от сотен тонн соломы, жмыха, опилок, стружки.

Использование полигонов и получение всевозможных разрешений связано с существенными затратами. Котлы на опилках полностью избавляют от ненужных расходов и проблем с утилизацией

отходов. Кроме того, они применяются в борьбе с последствиями периодически возникающих лесных пожаров, в результате которых образуются большие площади горельников, которые «убивают» лес. Также возникает и серьезная экологическая проблема: дым и смог окутывают города и населенные пункты.

Котлы на отходах, благодаря уникальному устройству топочной камеры, могут работать на любом твердом топливе, даже имеющем повышенную влажность, вплоть до 55 %. Модульная конструкция позволяет быстро установить и запустить оборудование в работу, существенно облегчает его ремонт и обслуживание. Работа котла полностью автоматизирована.

Для функционирования котельных, работающих на древесине, планируется как использование щепы с близко расположенных предприятий, так и завоз древесных отходов из других районов Калужской области, а также остатков древесины, полученных в результате вырубки просек для линий электропередач. Таким образом, достигается экологический и экономический эффект. Муниципальные районы, осуществляющие деятельность в сфере деревообработки, утилизируют отходы деятельности предприятий, а организации, эксплуатирующие котельные, которые работают на древесных отходах, снабжаются топливом.

Древесные отходы являются твердым биотопливом и могут использоваться для решения задач энергоснабжения. Биотопливо, т.е. топливо растительного или животного происхождения, является воспроизводимым ресурсом и имеет прекрасные перспективы дальнейшего развития. Таким образом, очевидна актуальность строительства современных котельных, работающих на древесной щепе вместо устаревших и неэффективных котельных.

Еще одной составляющей опыта Калужской области во внедрении энергосберегающего оборудования является установка тепловых насосов. Ведь это очень нетребовательная система отопления и водоснабжения, а сам насос использует энергию из окружающей среды: из грунта, воздуха или воды.

Он бесшумен, не взрывоопасен, да и в целом его преимущества можно перечислять еще долго. Самое главное – он энергоэффективен и требует вложений только на покупку и установку. Так, в 2014 г. в д. Нехочи и в с. Подбужье Хвастовичского района Калужской области были установлены тепловые насосы для снабжения тепловой энергией местные дома культуры.

Также активно ведется работа по переходу с централизованного отопления на индивидуальное в жилых домах, тем самым обеспечивается более рациональное расходование тепловой энергии в муниципалитетах. Как отмечалось выше, оборудование в котельных некоторых районов уже не пригодно для использования, а затраты на его модернизацию просто колоссальны, в то время как котельная приносит огромные убытки для бюджета. Только в 2014 г. ГБУ Калужской области «Региональный центр энергоэффективности» осуществило закупку 600 двухконтурных котлов; в 2015 г. – 951 единицы оборудования, а в 2016 г. планируется закупить 3000 котлов для установки в жилых многоквартирных домах. Такая деятельность позволяет не только сэкономить средства на «вечный» ремонт старых котельных и их модернизацию, но и создать более комфортные условия проживания потребителю: теперь жители МКД могут сами регулировать уровень отопления и температуру горячей воды в квартире.

В заключение хотелось бы отметить: внедрение новых энергоэффективных технологий – не только экономия средств потребителей энергоресурсов, но и способ улучшения экологической ситуации на планете. Энергоресурсы не вечно, нужно помнить об этом и беречь их.



Особенности проектирования, монтажа и эксплуатации жаротрубных котлов

Р. Ширяев

А. Телешов

В течение последних 20-ти лет на рынке малой энергетики наблюдается широкое применение жаротрубных котлов. Это касается водогрейных котлов мощностью до 40 МВт и паровых котлов паропроизводительностью до 55 т пара/ч.

Рассмотрим особенности жаротрубных котлов при проектировании, монтаже и эксплуатации в современных автоматизированных котельных, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Особенности при проектировании

Для проектировщиков первым положительным моментом при установке жаротрубного котла являются его относительно компактные размеры, как следствие – возможность установки таких котлов в блочно-модульные котельные контейнерного типа. Также положительным аспектом при выборе жаротрубных котлов является высокий КПД и широкий диапазон регулирования (10–100 %).

При проектировании котельных с установкой в них жаротрубных котлов допускаются следующие характерные ошибки:

- неверно подбирается горелка для котла. Жаротрубники имеют большое сопротивление газовоздушного тракта. Очень важно правильно подобрать горелку, обеспечивающую преодоление сопротивления и правильную геометрию факела для равномерного нагрева жаровой трубы котла с выходом на номинальную нагрузку;

- неправильно рассчитывается и подбирается установка химводоподготовки. Также для обработки исходной воды обычно используют только натрий-катионирование независимо от состава исходной воды и процента возврата конденсата;

- неправильно подбирают рециркуляционные насосы, трехходовые клапаны, не обеспечивающие требуемый изготовителем перепад температуры воды до и после котла. Изготовители котлов требуют обеспечивать заданный в соответствии с инструкцией по эксплуатации температурный перепад воды на входе и выходе котла. Данный температурный режим задается автоматикой работы котла;
- гидравлический режим тепловой схемы котельной не обеспечивает циркуляцию воды через котел, вследствие чего срабатывает датчик протока.

Особенности при изготавлении и монтаже

Изготовление жаротрубных котлов требует применения качественных сталей, используемых в котлостроении.

При приварке дымогарных труб к трубным доскам остаются большие напряжения в металле. Для их недопущения опытные производители, как правило, применяют различные методы, например, выдерживание котлов в термокамере.

Подбор и монтаж оборудования котельных должен выполняться специализированными организациями, имеющими в своем штате как квалифицированных монтажников, электросварщиков, так и инженеров, способных выявить и устранить ошибки проекта во время монтажа.

При монтаже жаротрубных котлов часто допускаются ошибки, влияющие на дальнейшую надежную эксплуатацию оборудования:

- зауживают, иногда путают вход и выход котла, нарушая гидравлику;
- не устанавливают предусмотренные конструкцией котла турбулизаторы, уменьшая КПД котла
- не применяют тройники, конические переходы. В местах врезок при этом увеличиваются турбулизация потока и гидравлическое сопротивление, появляется гидравлическая разверка между соседними котлами;
- не проверяют уплотнение присоединения горелки к котлу, не зачеканивают его прокладочным материалом;
- забывают снять все транспортировочные крепления, заглушки.

Ошибки и рекомендации при эксплуатации

При эксплуатации котельных с жаротрубными котлами эксплуатационными организациями допускаются следующие характерные ошибки:

- отсутствует обслуживание, включающее контроль работы горелки, ХВО, котлов. Иногда система водоподготовки вообще не работает;
- не осуществляется промывка системы отопления перед каждым пуском одноконтурных котельных;
- не отрегулирована система теплоснабжения. Так, в результате замены сетевых насосов на более производительные в котел выносится шлам из системы;
- не организован контроль температуры уходящих газов и гидравлического сопротивления котла, увеличение которых на одной нагрузке – верный при-

знак загрязнения установки накипью или шламом;

– иногда для уменьшения аэродинамического сопротивления котла из дымогарных труб извлекают часть турбулизаторов. При этом происходит температурный перекос по зонам трубных досок, а впоследствии появляются трещины;

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

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

– при работе двухходовых котлов на малых нагрузках или с разрежением за котлом более 20 Па (при норме 0 Па) возможны разворот факела в жаровой трубе вблизи горелки и перегрев трубной решетки;

– часто допускается эксплуатация котлов без включенных насосов рециркуляции.

Более подробно хотелось остановиться на вопросе водно-химического режима паровых жаротрубных котлов.

Требования к водно-химическим режимам паровых, жаро- и водотрубных котлов с давлением до 20 бар имеют существенные различия.

В качестве примера приведем тре-

бования к питательной воде для паровых жаротрубных котлов, разработанные компанией «Бош Термотехника» (Германия):

- pH – более 9,2;
- проводимость при 25 °C – не более 500 мкСм/см (5 % предельного значения для котловой воды);
- жесткость – не более 0,01 ммоль/л;
- щелочность (по фенолфталеину) – 0,1–0,7 мг-экв/л;
- окисляемость – менее 10 мг/л;
- содержание кислорода (O_2) – менее 0,05 мг/л; железа (Fe) – менее 0,3 мг/л;

– жесткость – не более 0,01 ммоль/л;

– проводимость при 25 °C – менее 6000 мкСм/см;

– расход $KMnO_4$ – менее 150 мг/л;

– содержание фосфата (PO_4^{3-}) – 10–30 мг/л; кислородосвязывающе-

го средства (сульфит натрия Na_2SO_3) – 10–30 мг/л; кремниевой кислоты –

менее 150 мг/л.

Нормы качества питательной и котловой воды для паровых жаротрубных котлов жестче, чем для водотрубных, а контроль водно-химического режима – более тщательный.

Как правило, подготовка питательной воды в котельных с паровыми жаротрубными котлами производится на автоматических установках, реализующих чистое двухступенчатое натрий-катионирование или обратный осмос с одноступенчатым натрий-катионированием.

В случае применения второй схемы обязательно подщелачивание питательной воды, поскольку обратный осмос понижает pH.

Согласно рекомендациям «Бош Термотехника», изложенным в «Требованиях к качеству воды для паровых котельных установок», при режиме работы с малым содержанием соли строго необходимо дозирование фосфата тринатрия (Na_3PO_4) или фосфата трикалия (K_3PO_4). Поэтому вместе с деаэратором применяют две установки, дозирующие фосфаты и кислородосвязывающие средства (как правило, сульфит натрия).

Реагенты в жидком виде заливаются в емкость и дозирующим насосом подаются в деаэратор или во всасывающую линию питательных насосов. Если после деаэратора содержание кислорода не превышает предельных норм, сульфит натрия не дозируется.

Для увеличения значения pH вырабатываемого пара до 8,5–9,0 установкой производится ввод аминов – мера, способствующая предотвращению коррозии пароконденсатного тракта и сни-



меди (Cu, общее) – не более 0,05 мг/л; масла – менее 1 мг/л; кремниевой кислоты (SiO_2) 5 % предельного значения для котловой воды.

Относительно котловой воды нормативы «Бош Термотехника» устанавливают следующие требования:

- pH при 25 °C – 10,5–12;
- щелочность гидратная – 1–12;

жению содержания железа в конденсате и, соответственно, в питательной воде котлов.

Передозировка фосфатов может привести к образованию в котле отложений фосфатов железа ($\text{FePO}_4\text{-NaFePO}_4$), и эта опасность возрастает при пониженном значении pH котловой воды. В свою очередь передозировка сульфитов увеличивает сухой остаток питательной и, соответственно, котловой воды. В связи с этим возникает необходимость в регулярном мониторинге содержания в котловой воде сульфитов и фосфатов, а также отслеживании уровня pH. Недопустимо образование накипи и других отложений на жаровой трубе, поскольку она находится в зоне высокого теплового напряжения, и ее охлаждение происходит только за счет котловой воды.

В случае появления отложений на внешней части жаровой трубы ее дальнейшая эксплуатация запрещается.

Так, по инструкции «Бош Термотехника» следует проверять качество питательной и котловой воды для паровых жаротрубных котлов каждые 72 ч. При этом измеряются pH, щелочность, жесткость, содержание кислорода или кислородосвязывающего средства, электропроводимость, рабочая температура.

В котловой воде измеряются значения pH, гидратной щелочности, жесткости, проводимости, содержание кислородосвязывающих средств, а также проверяется ее внешний вид. Результаты измерений заносят в рабочий журнал. Кроме того, ежемесячно проводятся дополнительные анализы, указанные в рабочей карте котла.

Обычно поставщики импортных паровых жаротрубных котлов рекомендуют режим работы, определяемый из расчета непрерывной продувки объемом 5 %. Поскольку скорость циркуляции воды в жаротрубных котлах незначительна, шлам скапливается в нижней части устройств.

Поэтому рекомендуется часть непрерывной продувки (от 5 до 100 %) сбрасывать через быстродействующую арматуру удаления шлама.

Расход котловой воды, подлежащей сбросу, подсчитывается по формуле

$$A = (Q \cdot S)/(K - S),$$

где A – сбрасываемое количество котловой воды, кг/ч; Q – производительность котла по пару, кг/ч; S – проводимость питательной воды, мкСм/см; K – допустимая проводимость котловой воды, установленная во время наладочных работ, мкСм/см.

Исходя из этого количества, вычисляется объем воды, сбрасываемой через быстродействующую арматуру удаления шлама, а также рассчитываются длительность импульса и продолжительность паузы. В некоторых инструкциях рекомендуемое значение импульса составляет около 2 с (благодаря коротким импульсам, достигается больший эффект удаления шлама). Продолжительность паузы при этом может составлять от 0,1 до 10 ч и более.

В отличие от отечественных водотрубных котлов, продувка которых производится с периодичностью один раз в смену, по опыту эксплуатации жаротрубных котлов с чистым натрий-катионированием время паузы обычно составляет от 20 мин до 1 ч (точное значение необходимо устанавливать для каждого конкретного котла при наладке).

Среди дополнительного оборудования, предлагаемого производителями жаротрубных котлов, имеется автоматический клапан шламоудаления (продувки). В первую очередь он необходим котельным, работающим в полностью автоматическом режиме.

В заключение отметим, что жаротрубные паровые котлы безаварийно работают десятки лет, если обеспечен водно-химический режим, рекомендованный заводом-изготовителем и специализированной наладочной организацией.

В связи с вышеизложенным, несмотря на высокую степень автоматизации современных котельных, необходимо постоянно следить за работой оборудования котельной, контролировать основные параметры по температуре и давлению воды, солесодержанию подпиточной воды, температуре уходящих газов, стабильности и величины напряжения электроэнергии и т.д.

Для обеспечения безаварийной рабо-

ты котла желательно иметь в котельной экспресс-лабораторию, позволяющую определять все нормируемые показатели качества питательной и котловой воды. В противном случае соответствующие анализы нужно делать в центральной лаборатории.

Необходим особо тщательный контроль водно-химического режима работы котлов и качества питательной воды.

Для технического обслуживания оборудования котельной рекомендуется приглашать специализированные организации, имеющие определенный опыт и квалифицированный инженерный состав для выполнения работ по корректировке, настройке систем автоматики при эксплуатации котельной.

При отсутствии сервиса со стороны специализированных организаций рекомендуется обязательное проведение режимно-наладочных испытаний не реже одного раза в три года.

Также рекомендуется периодически выполнять регулировку системы теплоснабжения внутреннего контура котельной и тепловых сетей для настройки работы вспомогательного оборудования.

При значительных потерях воды в тепловых сетях, а также отборах ее на собственные нужды котельной следует особо контролировать качество котловой воды, так как производительность ХВО может быть не достаточна при значительных потерях и отборах в сетях.

Для справки:

Электропроводимость воды (единица измерения – См, S) – численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Она зависит от концентрации растворенных минеральных солей и температуры. По электропроводимости можно судить о минерализации воды.

По данным ЦКТИ, удельной электропроводности воды 1 мкСм/см (без Н-катионирования) при $t = 298$ К соответствует концентрация NaCl , равная 470 мкг/кг.

Каскадные котельные Navien

Компания **Navien** (Южная Корея), ведущий мировой производитель отопительного оборудования, является первой компанией, предложившей в Азиатско-Тихоокеанском регионе конденсационные котлы и каскадные установки на их основе. Такие котельные являются лидерами продаж не только в этом регионе, но и в Европе, поскольку при использовании конденсационных котлов достигается максимальная экономия расхода газа (до 30 %), соответственно, снижаются коммунальные платежи и при этом максимально сокращаются вредные выбросы в атмосферу.

Сегодня **Navien** предлагает решения для создания каскадных котельных на базе настенных конденсационных котлов серии NCB, способные удовлетворить потребность в автономном энергоэффективном теплоснабжении не только загородных домов, но и городских объектов коммерческого, производственного, административного и социального назначения. Так, на базе котлов **NCN-52HD** номинальной мощностью 40 кВт можно создать каскадную котельную мощностью 320 кВт (если устанавливаются 8 котлов в каскаде) и даже 640 кВт (если подключаются 16 котлоагрегатов). При комплектации таких установок компания **Navien** использует только комплектующие собственного производства (циркуляционные насосы, автоматику управления, системы дымоудаления и пр.), что гарантирует слаженность, надежность и бесперебойность работы котельных.

Также для упрощенного монтажа **каскадных котельных Navien** предлагает гидравлические модули, которые включают циркуляционные насосы, трубную разводку радиаторного и напольного отопления, комплексы КИП и автоматику погодозависимого управления. Такие модули, специально разработанные под габариты и рабочие параметры конденсационных котлов **Navien**, полностью устраниют все возможные ошибки при проектировании, монтаже и пусконаладке котельной.



Эффективность конденсационных котлов **Navien**

Высокая эффективность конденсационных котлов обусловлена их конструкцией, благодаря которой скрытое тепло водяного пара, образующегося в дымовых газах при сгорании топлива, остается в кotle, а не теряется при дымоудалении. У конденсационных котлов производства **Navien** коэффициент эффективности достигает 107–108 %, а при частичной нагрузке (30 %) и температуре обратной воды 30 °C – даже 108,8 %. При использовании погодозависимой автоматики и работе в низкотемпературном режиме отопления (50/30 °C) конденсационные котлы **Navien** позволяют снизить расход топлива на 30 %, если сравнивать их работу с традиционными газовыми котлами. Такие высокие значения ресурсосбережения обусловлены также тем, что котлы серии **NCN-52HD** имеют широкий диапазон регулирования мощности (от 10 до 100 %). При модулировании нагрузки наибольший эффект достигается при работе каскадной установки на базе 4-х или 8-ми котлов: нетрудно подсчитать, что в этом случае вместо десяти будет, соответственно, 40 и 80 градаций мощности. При этом увеличивается и эксплуатационный ресурс каждого из котлов в системе: **каскадные контроллеры-программаторы Navien**, осуществляющие управление системой, поддерживают такой режим, при котором

суточный механический износ распределяется поровну на все котлоагрегаты каскада благодаря, во-первых, ротации их включения, а, во-вторых, неполной нагрузке на каждый из котлов (при работе на частичной мощности снижается тепловая нагрузка на детали котлов и, соответственно, повышается их долговечность).

Помимо контроллера и жидкокристаллических панелей управления, расположенных на лице-

вой стороне каждого котла, работой установки можно управлять с помощью **дистанционного пульта управления** со встроенным компактным датчиком температуры и большим жидкокристаллическим дисплеем с подсветкой. Он позволяет дистанционно изменять настройки и режимы работы системы; также он является программатором, с помощью которого можно задать почасовую регулировку температуры системы отопления в автоматическом режиме.

Преимущества конденсационных котлов **Navien**

Настенные газовые конденсационные котлы **Navien NCN-52HD** работают с модулируемыми горелками на природном и сжиженном газе, характеризуются высокой скоростью нагрева теплоносителя, стабильностью работы при низком входном давлении газа в системе газопровода и низком входящем давлении воды в системе водопровода. Номинальное давление составляет 2,5 бара, номинальная температура теплоносителя – 90 °C. Надежность котлов обеспечивается также системой защиты от замерзания, функцией автодиагностики и наличием защитного чипа SMPS (Switched-Mode Power Supply), который поддерживает безупречную работу котла даже при перепадах напряжения в сети в пределах +/-30 % от 230 В.

При использовании погодозависимой автоматики котлы **Navien** обеспечивают заданный температурный режим в помещении вне зависимости от температуры окружающей среды. Погодозависимая автоматика уже встроена в систему управления и для ее использования достаточно установить на улице датчик внешней температуры и соединить его с котлом. Широкий спектр предлагаемых дымоходов **Navien** позволяет смонтировать как вертикальную, так и горизонтальную системы дымоудаления.

www.navien.ru

Каскадные котельные Navien



Реклама

- ✓ созданы на базе конденсационных котлов NCN-52HD номинальной мощностью 40 кВт с коэффициентом эффективности до 107-108%
- ✓ расход топлива на 30% ниже по сравнению с традиционными газовыми котлами, благодаря широкому диапазону регулирования мощности (от 10 до 100 %)
- ✓ дистанционный пульт управления со встроенным компактным датчиком температуры и большим жидкокристаллическим дисплеем с подсветкой

8 (800) 505 10 05
(бесплатно по РФ)

www.navien.ru

Теплообменники «пар–вода» – типы и сферы применения

Любому специалисту, работающему с паром, знакома проблема качественного регулирования теплоснабжения с использованием теплообменников. Редакция журнала (ПКМ) организовала и провела круглый стол, посвященный теплообменникам «пар–вода».

В круглом столе приняли участие:



Игорь Смычок,
генеральный директор
ООО «Астера»,
г. Ростов-на-Дону



Андрей Семенов, к. т. н.,
начальник расчетного отдела
«Ридан», группа компаний
«Данфосс»



Денис Бодунов, руководитель
направления «Энергетика»
Инженерно-технического центра
ООО «Кельвион Машимпэкс»



Максим Козлов,
технический директор
ООО НПО «Этра»,
г. Нижний Новгород.

ПКМ: Каковы основные типы и модификации теплообменников «пар–вода», в чем их основные преимущества и недостатки?

Игорь Смычок: В средах «пар–вода» могут использоваться пластинчатые теплообменники всех типов и модификаций: разборные, паяные, полусварные, сварные, кожухопластинчатые. Их выбор зависит от температуры пара и требуемой мощности. Основное преимущество пластинчатых теплообменников – большой коэффициент теплопередачи, вследствие чего массогабаритные характеристики значительно меньше характеристик кожухотрубных теплообменников, а это ведет к значительному сокращению затрат на обустройство

оснований, фундаментов, опор и монтажные работы.

Основной недостаток — ограничение допустимой температуры пара при использовании разборных теплообменников. При температуре пара до 150 °C такой теплообменник имеет лучшие ценные и качественные характеристики. При температуре выше 150 °C необходимо применять высокотемпературные уплотнения, что приводит к значительному удорожанию оборудования.

Андрей Семенов: Наиболее распространенными сейчас являются кожухотрубные, разборные пластинчатые и сварные пластинчатые теплообменники, редко встречаются пароводяные струйные аппараты.

На наш взгляд, наибольшими преимуществами и достоинствами обладают разборные пластинчатые теплообменники, в частности, это высокие теплогидравлические характеристики, возможность полной очистки теплопередающей поверхности, возможность увеличивать или уменьшать площадь теплопередачи. Вместе с тем есть следующие недостатки: ограничение максимальной температуры – не более 200 °C и расчетного давления – не более 25 кгс/см², необходимость периодической замены резиновых уплотнений.

Этих недостатков лишены сварные пластинчатые теплообменники при сохранении высоких теплогидравлических характеристик, тем не менее их применение рекомендуется при использовании чистых сред (водяной пар –

жидкость), так как очистка поверхности теплопередачи возможна только безразборная.

Применение кожухотрубных теплообменников оправдано при давлениях более 2,5 МПа (25 ат) и температурах более 200 °C. Однако, несмотря на простоту их конструкции, они обладают более высокой металлоемкостью и более низким коэффициентом теплопередачи по сравнению с разборным пластинчатым теплообменником и, соответственно, большей площадью поверхности теплопередачи.

Пароводяные струйные аппараты являются теплообменником смешивающего типа и обладают компактностью, а также лишены проблемы накипеобразования. Однако из-за высокого шума и вибрации, а также ограничений, связанных с высокой чувствительностью характеристик теплообменника к изменению параметров греющего и нагреваемого потоков, подобный тип теплообменников не получил широкого распространения.

Денис Бодунов: К основным типам теплообменников «пар–вода» можно отнести кожухотрубные и пластинчатые теплообменники. Теплообмен в кожухотрубных теплообменниках происходит через стенку трубы, как правило, гладкую, в пластинчатых теплообменниках – через поверхность гофрированной пластины. Гофрированная поверхность имеет лучшие показатели эффективности теплообмена за счет дополнительной турбулизации потоков жидкости и более развитой поверхности на единицу площади. В этом случае мы с вами сразу получаем различие в эффективности теплопередающей поверхности, т.е. теплообмен через поверхность «с гофрированием» происходит эффективнее, и как следствие пластинчатые теплообменники имеют более компактную конструкцию.

Для пара, в зависимости от его рабочих параметров, можно использовать разборные и сварные конструкции пластинчатых теплообменников. Они более компактны и эффективны по сравнению с кожухотрубными, при этом разборная

конструкция пластинчатых теплообменников обеспечивает удобный доступ к поверхностям теплообмена и позволяет производить их обслуживание в комфортных условиях.

это очень надежное (герметизация пластины выполнена сваркой) и работающее с водой, прошедшей глубокую водоподготовку оборудование (очистка рекомендуется безразборным методом).

Максим Козлов: Наша компания выпускает разборные пластинчатые теплообменники, в том числе пластинчатые конденсаторы серии ЭТ-600к и ЭТ-700к. Основным отличием разборного пластинчатого теплообменника, применяемого для работы с паром, является более широкий зазор канала. Также из-за высокого температурного напора обычно используется более короткая пластина. Но сам тип разборного пластинчатого теплообменника не изменен. В принципе для применения теплообменника «пар–вода» может быть использован практически любой разборный пластинчатый теплообменник, но указанные выше параметры позволяют сделать его наиболее экономически эффективным.

Андрей Семенов: Можно рекомендовать к применению разборный пластинчатый теплообменник, если максимальная температура и давление не превышают 200 °C и 2,5 МПа. Это позволит получить минимальные массогабаритные характеристики, возможность обслуживать и ремонтировать теплообменник. Можно применять такой теплообменник, например, в качестве охладителя деаэрированной воды (так, замена на Новокуйбышевской ТЭЦ-1 двух ОГ-130 на НН № 43 позволила снизить площадь теплообмена в 6 раз, а массу – в 5 раз), подогревателя химочищенной воды и т. п. Также стоит помнить о применении разборного пластинчатого теплообменника в качестве теплообменников для горячего водоснабжения, отопления и системы кондиционирования.

ПКМ: Как свойства разных типов и модификаций теплообменников «пар–вода» связаны со сферами их применения? Где наиболее предпочтительно применение конкретных типов и модификаций теплообменников «пар–вода»?

Игорь Смычок: Каждый из типов и модификаций пластинчатых теплообменников имеет свои особенности: глубина рифления на пластинах, материал их изготовления и способ достижения герметичности оборудования. Какой тип теплообменника целесообразно использовать, нужно решать для каждого объекта индивидуально.

Например, для систем горячего водоснабжения лучше применять разборные теплообменники – из-за больших загрязнений по стороне воды необходимо более тщательно и часто проводить очистку, что с разборным аппаратом сделать намного проще. В промышленных котельных и ТЭЦ предпочтительно применение сварных либо кожухопластинчатых теплообменников, так как

Денис Бодунов: Сфера применения теплообменников «пар–вода» определяются их максимальными расчетными параметрами, давлением и температурой. Основным конструктивным ограничением в этом случае выступают уплотнения в пластинчатом теплообменнике разборной конструкции. На сегодняшний день можно говорить о следующих значениях: расчетное давление – 2,5 МПа и расчетная температура – 200 °C. В указанном диапазоне параметров лидерами являются разборные пластинчатые теплообменники благодаря высокой надежности и ремонтопригодности, простоте эксплуатации, компактности и оптимальной цене. В разборных пластинчатых теплообменниках «Кельвион» мы применяем различные типы материалов уплотнений для паровых применений, что позволяет повысить надежность оборудования и оптимизировать его стоимость.

Следующую границу по параметрам мы определим на значениях 4,0 МПа и 400 °C. В данном диапазоне успешно

применяются кожухотрубные и сварные пластинчатые теплообменники. Специалисты «Кельвион» чаще при данных параметрах рекомендуют установку сварных пластинчатых теплообменников как более современного и эффективного оборудования. Благодаря высокому качеству сварных швов, теплообменники данного типа надежно работают при высоких давлениях, обеспечивая эффективный теплообмен. Конструкция сварных теплообменников K°Bloc подразумевает возможность частичной разборки и очистки поверхностей теплообмена, что также является их преимуществом по сравнению с кожухотрубными аппаратами. Однако в любом случае при подборе того или иного типа теплообменника принимается во внимание целый ряд факторов, анализ которых позволяет определить оптимальное оборудование для конкретного процесса.

На параметрах со значениями, превышающими 4,0 МПа и 400 °C, лидерами являются кожухотрубные теплообменники. Их основные плюсы – высокие прочностные показатели и большой опыт эксплуатации.

Максим Козлов: Разборные пластинчатые теплообменники могут применяться практически в любых сферах для режима работы «пар–вода»: в качестве конденсаторов пара низких параметров, вакуумного пара, конденсатора химических паров в процессах ректификации, перегонки и прочих химических процессах, в качестве спиртового конденсатора на предприятиях по производству этанола, а также в качестве конденсаторов паровых турбин небольшой мощности. Единственным ограничением является максимальная температура, которую выдерживают уплотнительные прокладки. При ее превышении следует использовать иные типы теплообменных аппаратов. Наиболее предпочтительным является использование разборных пластинчатых теплообменников для работы с паром температурой до 150–160 °C.

Примечательно, что такой теплообменный аппарат является значительно более эффективным и компактным ре-

шением там, где традиционно применяются громоздкие кожухотрубные теплообменники, габариты которых больше в несколько раз. Конструкция и преимущества такого теплообменника обуславливают широкое и эффективное применение пластинчатых конденсаторов во многих отраслях обрабатывающей промышленности, в частности, в химической и нефтехимической отраслях, в производстве напитков, в энергетике.

ПКМ: Каковы меры профилактики при эксплуатации теплообменников «пар–вода»?

Игорь Смычок: При эксплуатации теплообменников «пар–вода» необходимо тщательным образом следить за работоспособностью регулирующей аппаратуры по стороне пара и насосного оборудования по стороне воды: отсутствие циркуляции воды приводит к сильному загрязнению теплообменника вследствие закипания воды в каналах теплообменника. Долговременное отсутствие циркуляции воды при одновременном поступлении пара может привести к перегреву уплотнительных прокладок и выходу их из строя.

Следует строго соблюдать правила ввода в эксплуатацию и вывода из эксплуатации оборудования. Необходимы регулярные и плановые очистки поверхности пластин (разборная или безразборная химическая очистка).

Андрей Семенов: По нашему мнению, надежную и долгосрочную работу теплообменника определяют в первую очередь правильный расчет и подбор. Важно также, в каком режиме эксплуатируется теплообменник – в расчетном или нет. Обладая большим опытом подбора и эксплуатации разборных и сварных пластинчатых теплообменников, наша компания дает свои рекомендации в инструкции к теплообменнику, которая доступна на сайте www.ridan.ru. Не надо забывать и то, что любые теплообменники требуют периодического сервисного обслуживания. Для этого у компании

«Данфосс» есть сеть сервисных партнеров, сертифицированных на обслуживание теплообменников «Ридан» и «Данфосс» по всей России.

Денис Бодунов: Паровые применения теплообменного оборудования требуют внимательного рассмотрения в каждом конкретном случае. Основными факторами успешной работы любого теплообменника является его правильный подбор, проектирование, исполнение. Причем, важную роль играет не только тип теплообменного оборудования, но и его связка – арматура, система автоматического регулирования, прочие вспомогательные устройства. Стоит обращать внимание на грамотный пуск оборудования и вывод его на постоянный режим работы, соблюдение требований инструкций по эксплуатации, своевременное плановое обслуживание и контроль за оборудованием в ходе нормальной работы. Необходимо тщательно следить за условиями эксплуатации, избегая режимов, при которых допустимые рабочие параметры теплообменников могут быть превышены.

Максим Козлов: Для обеспечения длительной эксплуатации разборных пластинчатых теплообменников «пар–вода» нужно придерживаться нескольких правил:

- при подборе теплообменника следует избегать высоких скоростей пара в присоединениях, высокая скорость пара может со временем привести к эрозионному разрушению конструкций теплообменника;

- следует контролировать температуру и давление пара, так как превышение температуры может резко сократить срок службы уплотнительных прокладок;

- первый пуск пара в теплообменник должен быть плавным для предохранения его от гидравлического удара;

- при останове теплообменника следует соединить паровую полость с атмосферой, дабы избежать образования вакуума при конденсации остатка пара в замкнутой паровой полости теплообменника.

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

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 долголетним 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 соединение 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 I.VAR 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 I.VAR Industry предполагают установку наддувных (вентиляторных) горелок, работающих на газе, легком и тяжелом жидким топливом; 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 солесодержанию и шламу, деаэратор и пр. По техническому заданию заказчика компания I.VAR Industry S.r.l. может индивидуально изготовить паровые котлы с паро-перегревателем 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. Клары Цеткин, д.33/35,
тел.: (495) 602-00-63, www.ivar-industry.ru



Теплоэнергетика является одной из самых значимых отраслей, обеспечивающей комфортную жизнь населения и прогрессивную экономическую работу промышленных предприятий. Ориентированность на инновационные энергосберегающие технологии способствует повышению эффективности теплоэнергетики в целом и использованию первичных ресурсов в частности.

Bosch. Мировой опыт на службе теплоэнергетики России

Для России – государства, в котором, в силу особенностей географического и климатического положения, средняя продолжительность отопительного сезона составляет около 200 дней, а в Сибири и на Севере – приближается к 300, – теплоэнергетика и теплоснабжение играют ключевую роль в обеспечении нормального функционирования экономики, а также создании и поддержании комфортных условий жизни населения.

Большинство действующих сетей теплоснабжения, общая протяженность которых в двухтрубном исполнении составляет 170 тыс. км, проектировалось в советский период и представляет собой системы централизованного тепло- и водоснабжения с необходимостью технологического подсоединения к ТЭЦ, ТЭС или районным котельным.

Спроектированы эти сети были в соответствии с требованиями, стандар-

тами и экономическими реалиями того времени.

Современные изменившиеся условия: рост стоимости топлива, увеличение квалифицированной рабочей силы и обслуживающего персонала, переход к инвестиционной схеме развития теплоснабжения, увеличение количества аварий в сфере теплоэнергетики в период 1990–2000 гг., обновленные экономические реалии – стали стимулами к смене подхода к сфере теплоэнергетики и переходу на энерго- и ресурсосберегающие технологии.

Основными проблемами в современной теплоэнергетике России являются:

- физический и моральный износ оборудования, включая образование отложений на поверхностях нагрева, недостаточную теплоизоляцию, отсутствие экономайзеров, неплотность газоходов, низкую эффективность работы оборудования;

- несовершенство использованных горелочных устройств;

- неточная, неполная или несвоевременная настройка теплового режима котлов;

- использование неоптимальных тепловых схем и решений по состоянию на сегодняшний день.

Приведенные выше факторы характерны для нереконструированных котельных, доля которых достаточно велика в общем количестве действующих котельных.

Регулярные серьезные аварии на тепловых сетях в конце 1990-х и начале 2000-х гг. стали дополнительным стимулом для массового строительства небольших газовых котельных.

По данным Министерства энергетики РФ, с 2000 по 2013 гг. общее количество отопительных котельных в стране возросло с 68 тыс. до 74 тыс. единиц – почти на 9 %. Особенно значительно, с 47 тыс.

до 57 тыс. единиц, выросло количество мелких котельных, что составляет прирост почти на 21 %. Число котельных, работающих на газе, увеличилось на 63 % (см. таблицу).

Несмотря на вводимые в эксплуатацию новые теплоэнергетические мощности, физический и моральный износ характерен, по оценкам экспертов, для 55 % котельных. Следовательно, потребность в реконструкции, модернизации или строительстве котельных остается по-прежнему на высоком уровне.

Современные жесткие экономические условия и усиление требований к энергоэффективности со стороны государства ставят перед котлопроизводителями задачи инновационного развития ассортимента производимого оборудования.

Российский рынок промышленных водогрейных котлов, в том числе жаротрубных, в настоящее время изобилует предложениями как от отечественных, так и иностранных производителей. Причем доля последних в общей структуре рынка неуклонно снижается (см. рисунок). Этому способствует среди прочих факторов и рост курсов валют, и качественное развитие отечественного котлостроения, и программа импортозамещения.

Структурные сдвиги в сегменте промышленного котлостроения очевидны, но в погоне за необходимым для качественного роста российской экономики развитием отечественной индустрии не следует отказываться от передовых мировых разработок.

Не все котлы, вопреки распространенному мнению, одинаковы. Сама технология производства жаротрубных котлов предполагает наличие жаровой трубы и дымогарных труб второго или в случае трехходовых котлов третьего хода. У каждого производителя имеется своя уникальная, запатентованная технология изготовления, нюансы и «ноу-хау», копирование которых может обернуться претензиями со стороны законного правообладателя.

Отличительные особенности водогрейных котельных установок Bosch

1. Bosch – производитель со 150-летней историей.

Производство жаротрубных котлов Филиппа Loosa берет начало в далеком 1865 г., когда на заводе в Нойштадте

Таблица. Количество отопительных коммунальных котельных в России

Показатели	2000 г.	2013г.	Изменения
Число котельных, ед.	67 913	73 857	+8,8 %
В том числе мощностью:			
до 3 Гкал/ч	47 206	57 022	+20,8 %
от 3 до 20 Гкал/ч	16 721	13 486	-19,3 %
от 20 до 100 Гкал/ч	3 289	2 696	-18,0 %
Из них:			
на твердом топливе	31 595	25 235	-20,1 %
на жидкотопливном	7 821	2 510	-67,9 %
на газе	27 045	44 438	+64,3 %

Источник: Министерство энергетики РФ.

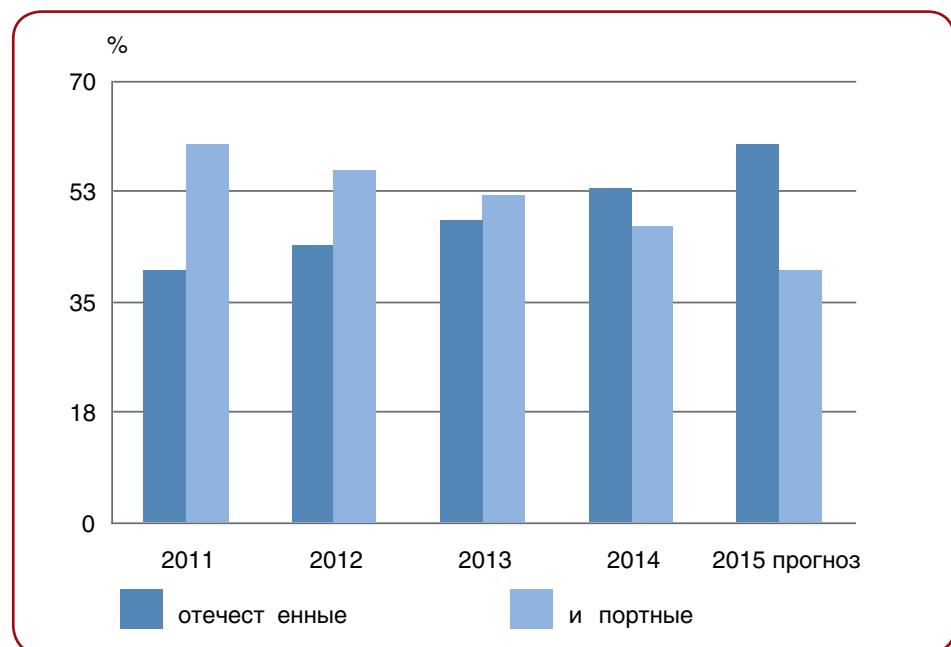


Рисунок. Динамика распределения промышленных котлов по локализации производства (оценка специалистов Bosch)

(Пфальц, Германия) был произведен первый паровой котел Loos. В 1952 г. компания Loos запатентовала горизонтальный трехходовой жаротрубно-дымогарный котел с внутренней огневой камерой дымовых газов с водяным охлаждением, в 1966 г. первой в мире применила машину для кислородной резки металла, в 1980 г. запустила в эксплуатацию оборудование для обработки листового металла с числовым программным управлением и электронный центр планирования производства, а в 2001 г. – первый сварочный робот для котлов с большим водяным объемом, выполняющий полностью автоматизированную наружную сварку корпуса котла.

С 2009 г. для компании начался новый этап развития: 7 апреля 2009 г. Bosch Thermotechnik GmbH подписала договор о приобретении 100 % акций Loos Deutschland GmbH.

В результате интеграции появилось подразделение Bosch, специализирующееся на разработке, производстве и реализации системных решений в области промышленного котлостроения – Bosch Industriekessel, объединившего накопленные традиции, инновации и технологии двух известнейших брендов: Loos и Buderus.

2. Технические особенности.

Bosch – это трехходовые жаротрубные котлы с возможностью дополнительного оборудования встроенным или отдельно



стоящим экономайзером, а также конденсационным теплообменником.

Особенностями котлов Bosch являются:

- небольшие габариты котлов (по сравнению с котлами других производителей): способствуют существенному сокращению капитальных затрат на строительство здания котельной;

- меньшее по сравнению с котлами других производителей водонаполнение, которое способствует более быстрому выходу на номинальный режим. При холодном пуске котлы Bosch быстрее выходят из конденсационного режима, что исключает коррозию в дымогарных трубах и повышает долговечность котлов;

- высокая степень модулируемости нагрузки на котел: допустимый минимальный уровень составляет 10 % номинальной мощности котла, минимальная температура обратного потока – 50 °C, максимально допустимая разница между температурой обратного и прямого потоков на входе и выходе котла – 50 °C;

- отсутствие турбулизаторов в дымогарных трубах: с одной стороны, наличие турбулизаторов способствует дополнительной передаче тепла дымовых газов теплоносителю, а с другой – существенно усложняет процесс регламентных технических работ и снижает срок службы оборудования: частички сажи оседают в местах соприкосновения турбулизатора и дымогарной трубы, что

со временем приводит к уменьшению ее диаметра, затрудняет проток теплоносителя и замедляет теплопередачу;

- сокращение выбросов вредных веществ за счет применения современных горелочных устройств и тщательного подбора сочетания котла и горелки;

- благодаря полностью открываемой дверце котла, имеется возможность выполнения полного технического обслуживания, чистки и ревизии;

- котлы дополнительно оснащены смотровыми люками, отверстиями контроля пламени, ответными фланцами, площадками обслуживания котла и взрывным клапаном.

3. Возможность поставки полностью укомплектованного модуля, включающего котел, горелочное устройство, шкафы управления, системы обеспечения безопасности, теплообменник отработанных газов.

Все компоненты проходят 100 %-ный заводской контроль и идеально согласованы. Для улучшения экологических показателей возможна поставка котлов конфигурации LN, характерной особенностю которых является предельно низкое значение выбросов оксидов азота вследствие увеличенных размеров топки котла.

4. Конкурентная цена.

С 2014 г. Bosch – российский производитель котлов: на заводе, находящемся в г. Энгельсе Саратовской области выпускаются водогрейные жаротрубные

котлы серии Unimat UT-L. Производство оснащено новейшим технологическим оборудованием сварки и средствами автоматизации: изготовление котла начинается с процесса подачи листового металла со склада на плазменную резку.

Данная операция выполняется с помощью магнитной траперсы, длина которой составляет 11 м. Плазменная резка имеет автоматизированную систему управления, которая по координатам определяет местоположение листа металла на столе. Раскрой выполняется автоматически с помощью специализированной программы. Детали после плазменной резки направляются на вальцовку, а затем – на автомат сварки под флюсом. Данное оборудование также имеет автоматизированную систему управления с видеоконтролем. Работы по сборке котлов выполняются с помощью различных кантовательных механизмов, позволяющих оптимально расположить изделие для выполнения сварки.

Квалификация сварщиков, прошедших стажировку на заводах Bosch в Германии, подтверждена сертификатами международного сертификационного концерна TÜV (немецкого объединения технического надзора) и аттестатами национального органа по контролю сварки (НАКС). Ежегодно сварщики проходят переаттестацию как в России, так и в Германии: образцы сварки каждого сотрудника персылаются из г. Энгельса в офис головного предприятия Bosch Industriekessel в Гунценхаузен (Германия), где проходят соответствующие испытания на качество выполнения сварного шва.

Все специалисты завода, в том числе сотрудники, отвечающие за проверку качества выпускаемой продукции, прошли многомесячную стажировку на заводах Bosch Industriekessel в Австрии и Германии.

Контроль качества на заводе организован в соответствии с едиными стандартами группы Bosch, а также нормами законодательства РФ на всех этапах производства: от входного контроля до 100 %-ного контроля качества готовой продукции.

Контроль качества сварных швов выполняется сначала визуально, а затем рентгеновским и ультразвуковым методами в соответствии с директивой DGRL (97/23EG), а также нормами российских ГОСТ, РД и ПБ.

Гидравлические испытания 100 % котлов осуществляются на заводе-изготовителе в соответствии с европейской директивой, касающейся установок под давлением DGRL (97/23EG), а также нормативными документами РФ. Стенд гидравлических испытаний работает в полностью автоматическом режиме. Результаты испытания вносятся в паспорт изделия и в электронный архив, туда же – данные о сотрудниках, выполнивших каждый шов.

Менеджмент качества завода построен на требованиях стандартов ISO 9001 и TÜV.

Выпускаемая продукция сертифицирована в соответствии с требованиями Технических регламентов Таможенного союза и поставляется в комплекте со всеми необходимыми сопроводительными документами. Гарантия на котлы российского производства – 3 года.

5. Собственный сервис промышленного котельного оборудования Bosch. Сервис включает авторский надзор, технические консультации при пусконаладке, настройке оборудования, гарантийное и послегарантийное обслуживание.

В заключение хотелось бы отметить, что теплоэнергетика является одной из самых значимых отраслей, обеспечивающей комфортную жизнь населения и прогрессивную экономическую работу промышленных предприятий. Ориентированность на инновационные энергосберегающие технологии способствует повышению эффективности теплоэнергетики в целом и использованию первичных ресурсов в частности.

Около 30 тыс. компаний, работающих в сфере теплоснабжения, обеспечивают ежегодные потребности в тепле и горячем водоснабжении. Большая часть основных фондов изношена, нуждается в реконструкции, модернизации или полной замене. Выбирая надежные технологии, мы делаем гарантированную инвестицию в будущее.



Современные газомазутные котлы и их особенности

М. Карайченцев, главный конструктор конструкторского отдела котельного оборудования ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ»

В 2014 г. в Белгороде широко отмечалось 75-летие создания котлостроительного завода, именуемого сейчас ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ», выпускающего широкую номенклатуру трубопроводного и котельного оборудования в основном для большой и промышленной энергетики.

Помимо широкой номенклатуры энергетических котлов и котлов-утилизаторов, традиционно производимых ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ» для различных отраслей промышленности, важным сегментом в котельном оборудовании предприятия являются газомазутные паровые и водогрейные котлы.

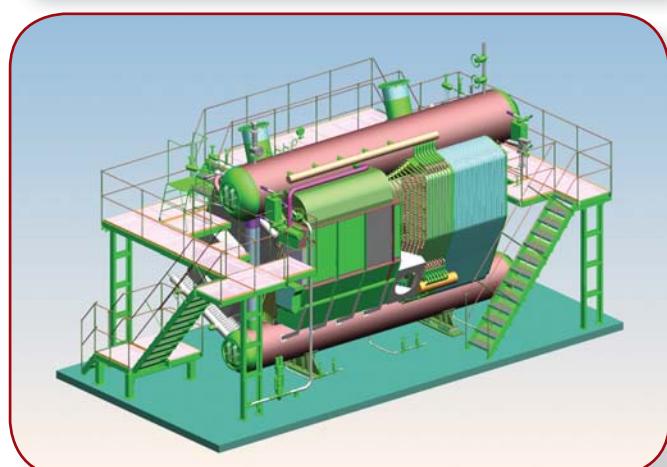
ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ» изготавливает широкую линейку водогрейных котлов производительностью от 10 до 210 МВт и паровых котлов среднего давления производительностью от 10 до 200 т/ч и выше. По техническому совершенству, оригинальности конструкции и технико-экономическим показателям газомазутные котлы, выпускаемые ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ», находятся на уровне лучших мировых аналогов. Котлы изготавливаются в газоплотном исполнении. Для обеспечения газоплотности их экранная система выполняется из мембранных панелей с помощью автоматической сварки. При проектировании и изготовлении конвективных поверхностей нагрева котлов широко применяются трубы со спирально-ленточным оребрением. Использование оребренных труб в конструкции котлов позволяет значительно снизить их металлоемкость, уменьшить габаритные размеры и улучшить технико-экономические показатели, в том числе КПД. Оребренные трубы изготавливаются с помощью приварки ленты к трубе током высокой частоты на установке японской фирмы «Кусакабе Кикай».

Конструкция топочной камеры котлов, установка современных низкоэмиссионных горелок, применение вторичного и третичного дутья, рециркуляции дымовых газов позволяет достичь котлам ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ» эколо-

гических показателей, значительно превосходящих значения, установленные действующей НТД.

Специфика развития промышленной энергетики России сегодня такова, что в последнее время заказчиком все меньше используется типовое котельное оборудование. Практически все котлы проектируются и изготавливаются под конкретные требования, как по параметрам, так и по габаритным размерам. Для максимального удовлетворения требований заказчиков конструкторским отделом котельного оборудования ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ» ведется постоянная работа по созданию новых типов котлов и модернизации существующих.

В 2010 г. ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ» для ОАО «Сатурн – Газовые турбины» был разработан и воплощен в жизнь уникальный проект котла производительностью 50 т/ч с давлением пара 4,0 МПа и температурой перегрева 440 °С для работы по «сбросной» схеме с газотурбинным агрегатом ГТА-6РМ. Котел может работать в трех режимах: автономном – как обычный энергетический котел, комбинированном – когда в качестве окислителя в горелки котла подаются уходящие газы газовой турби-



ны, и утилизационном – когда в качестве источника тепла используются только уходящие газы газовой турбины.

Также в последнее время остро стоит вопрос использования нестандартных видов топлив, таких как доменный, коксовый, попутные газы нефтеперерабатывающих производств и др. Одна из последних разработок в этом направлении – совместный проект ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ» и ОАО «ВТИ» – котел Е-135-3,2-420ДГ для Северной ТЭЦ, г. Кохтла-Ярве, Эстония. Котел предназначен для совместного сжига-

ния трех видов топлив – природного, высококалорийного «полукоксового» и низкокалорийного «генераторного» газов, образующихся в процессе термической переработки горючего сланца. Учитывая то что поставка котла осуществлялась в страну, входящую в Евросоюз, котел был спроектирован и изготовлен в полном соответствии с Европейскими нормами.

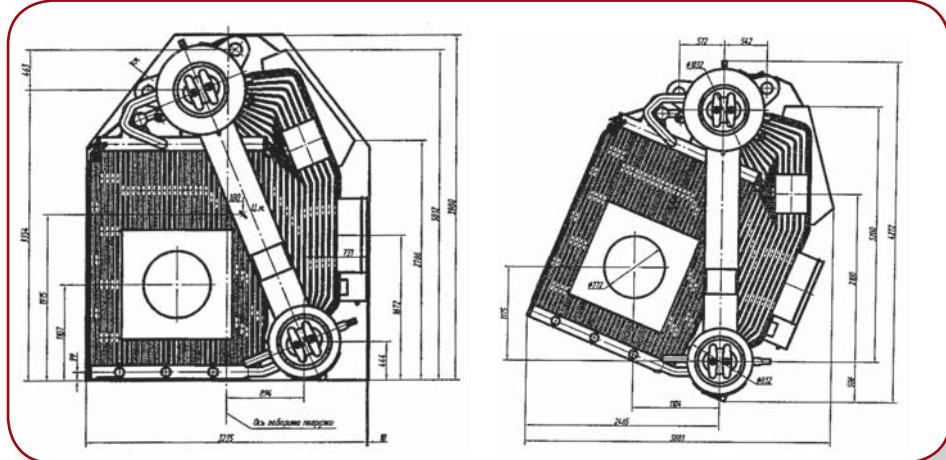
В качестве примера модернизации существующих газомазутных котлов можно привести перевод двух паровых котлов Е-50-1,4-250ГМ, установленных на Зауральской ТЭЦ в Республике Башкортостан, в водогрейный режим. При разработке проекта реконструкции были максимально сохранены элементы паровых котлов – дополнительно изготовлено всего лишь по 10 т оборудования на каждый котел. Это позволило заказчику минимизировать материальные и временные затраты на выполнение перевода котлов в водогрейный режим.

Отдельно необходимо отметить, что в номенклатуре паровых котлов производства ООО «Белэнергомаш-БЭМ» важное место занимает серия компактных транспортабельных газомазутных паровых котлов БЭМ, предназначенных для получения пара с давлением от 1,0 до 4,0 МПа, температурой насыщения до 450 °C и производительностью от 10 до 40 т/ч.

За последние годы на предприятии «Белэнергомаш-БЭМ» изготовлено почти 100 котлов данной серии. Поставки осуществлялись как по России, так и в страны ближнего и дальнего зарубежья.

При разработке котлов серии БЭМ был учтен опыт и тенденции развития всего котлостроения на данном этапе и достигнутые новые технологические возможности. У белгородских котлов по сравнению с аналогами, выпускаемыми другими изготовителями котельного оборудования, существенно улучшены технико-экономические и экологические показатели, например, снижен в 1,5–2 раза расход электроэнергии на собственные нужды при тех же наружных габаритах, на 25–30 % увеличены площади сечения топки и конвективного газохода, объем топки, КПД котла повышен на 2–3 %.

Во многом эти и другие преимущества обусловлены найденным оригинальным решением по способу размещения основного блока котла (ОБК) на транспортной платформе, при котором



максимально используется разрешенный габарит погрузки. В рабочем положении ОБК разворачивают на определенный угол так, чтобы оба барабана оказались в одной вертикальной плоскости (правый рисунок).

Результаты эксплуатации котлов БЭМ показали, что проектные показатели котлов были не только повсеместно достигнуты, но и зачастую превышены.

Важным достоинством котлов БЭМ являются повышенные прочностные характеристики ОБК, что позволяет применять эти котлы в сейсмоопасных зонах, а при необходимости – многократно перемещать с одного места использования на другое. Последнее свойство имеет особую ценность при освоении нефтеносных бассейнов с трудноизвлекаемой высоковязкой нефтью, где в настоящее время применяются в основном прямоточные импортные котлы с небольшим сроком службы. Еще одним преимуществом котлов БЭМ перед импортными является то, что они, в зависимости от потребности, могут производить влажный насыщенный, сухой насыщенный или перегретый пар, тогда как импортные котлы вырабатывают только влажный пар – 0,8 сухости, что создает сложности при его транспортировке, особенно в зимнее время в условиях Севера.

Котлы серии БЭМ постоянно совер-

шиваются конструкторами ООО «Белэнергомаш-БЭМ». Так, для тех заказчиков, которые предполагают эксплуатировать котлы только на газовом топливе, предлагается вариант котла со встроенным в ОБК водяным экономайзером. ОБК при этом остается полностью транспортабельным. При этом из поставки исключаются такие металлоемкие узлы, как соединительный газоход и портал для экономайзера, а сам экономайзер становится более компактным. Существенно сокращаются и транспортные, и монтажные расходы.

Кстати, монтажные расходы в структуре общих расходов, направленных на достижение установленной мощности, для заказчика играют заметную роль, так же как и время, затраченное на сам процесс монтажа.

Монтаж котлов П-образной конфигурации занимает 6–9 месяцев, а иногда и больше, а затраты на их монтаж составляют 30–40 % стоимости металлической части котла в состоянии поставки. Котлы серии БЭМ требуют всего два-три месяца на монтаж.

В настоящее время проводятся конструкторские работы по расширению диапазона применения данной серии котлов, для создания их больших типоразмеров. В перспективе речь может идти о создании котлов аналогичной конструкции с единичной производительностью, вплоть до 60 т/ч.



ЭНЕРГОМАШ

ООО «Белэнергомаш-БЭМ». 308017, г. Белгород, ул. Волчанская, 165. Тел. (4722) 35-43-44. Факс (4722) 35-42-24. info@energomash.ru www.energomash.ru

Адаптированные итальянские горелки для модернизации традиционных российских паровых котлов



Когда в 1995 г. итальянский завод CIB UNIGAS S.p.A появился на российском рынке, первой же задачей перед инженерами завода стала разработка горелочного устройства, адаптированного под работу на российских водотрубных паровых котлах типа ДКВр, ДЕ, ДСЕ, КЕ и др.



котлы с помощью специальных горелочных труб с лопatkами (рис. 1), которые позволяют закрутить воздушный поток таким образом, чтобы пламя приняло шарообразную форму небольшой длины (рис. 2). Испытания показали, что данная разработка действительно позволяет эксплуатировать котлы типа ДКВр, ДЕ, ДСЕ, КЕ с более высоким КПД.

Однако у данного решения были определенные ограничения: для того, чтобы пламя приняло шарообразную форму и получилось качественное смешение топливно-воздушной смеси, необходим относительно большой расход воздуха, при этом рабочая мощность котлов была ограничена диапазоном 50–100 %.

Такое решение подходило только для котельных, в которых оборудование эксплуатировалось исключительно в указанном диапазоне или на пиковых нагрузках. Однако в большинстве случаев требованием заказчиков была работа котлов в диапазоне 30–100 % мощности. Поэтому инженерами завода было найдено оригинальное решение, отвечающее всем требованиям рынка – вместо одной горелочной трубы на корпус горелочного устройства был установлен коллектор из 4 горелочных труб (рис. 3).

Данное решение позволило получить вместо одного факела четыре меньшей мощности (рис. 4).

После исследований в лаборатории

одним из принципиальных отличий традиционных российских паровых котлов от жаротрубных моделей европейских производителей является объемная топочная камера короткой длины. К тому же данные котлы негазоплотные и работают под разрежением, за счет применения дымососов. Таким образом для эффективного применения горелочного оборудования CIB UNIGAS необходимо было адаптировать форму пламени, уменьшив его длину без снижения качества сжигания топлива.

Стандартно большая часть данных моделей котлов комплектуются двумя горелочными устройствами каждый. Однако такое решение осложняло возможность автоматизации котельных, так как синхронизация работы двух и более горелочных устройств являлась в то время достаточно сложной задачей. В связи с этим было принято решение о разработке такой модели горелки, которую можно было бы установить на данных котлах в количестве одной единицы, что впоследствии и было реализовано.

Изначально предполагалось адаптировать пламя серийных горелочных устройств CIB UNIGAS под данные

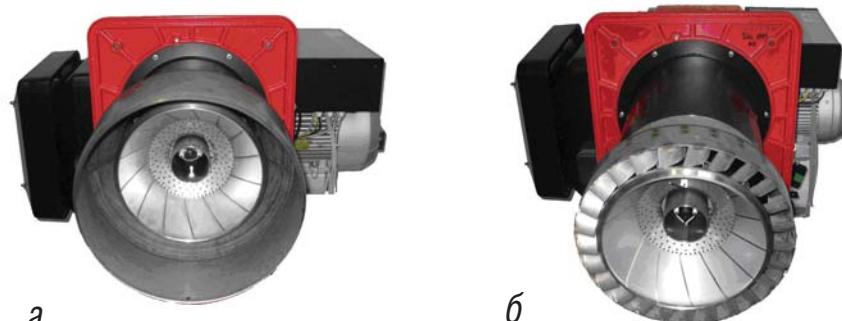


Рис. 1 а – стандартная горелочная труба, б – горелочная труба с лопatkами, обеспечивающими шарообразную форму факела небольшой длины.

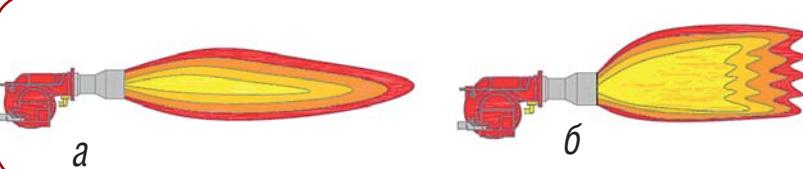


Рис. 2. Форма пламени горелки: а – со стандартной трубой, б – с горелочной трубой с лопatkами



Рис. 3 Короткофакельная горелка с четырьмя горелочными трубами

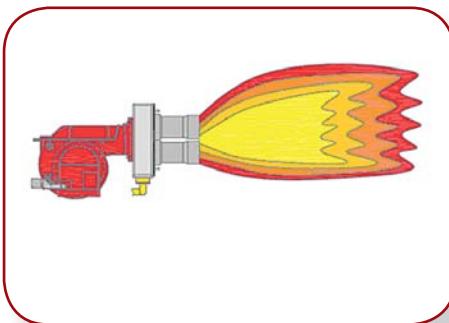


Рис. 4 Форма пламени короткофакельной горелки с четырьмя горелочными трубами



Рис. 5. Президент завода CIB UNIGAS S.p.A. производит наладку горелочного устройства на чугунном секционном котле Энергия-6.

завода CIB UNIGAS S.p.A., были достигнуты договоренности об испытаниях прототипов горелочных устройств Р60 VS в действующих котельных в России. В 2003 г. во время испытаний горелок Р60 VS, проведенных на котлах Е1-0,9 производства Бийского котельного завода и на чугунном секционном котле Энергия-6 (рис. 5) в г. Санкт Петербурге, факел полностью адаптирован под геометрию топок. Новые горелочные устройства позволили использовать котлы во всем диапазоне мощностей от 30 до 100 %. При этом содержание кислорода (O_2) в уходящих газах составило 2,7 – 3,1 %, благодаря этому КПД котла Е1-0,9 удалось повысить на 2,5 % (по сравнению с установленными ранее наддувными горелочными устройствами). А КПД чугунного секционного котла Энергия-6 повысился на 6,8 % (по сравнению с установленным ранее подовым щелевым горелочным устройством).

После окончания испытаний была разработана целая линейка горелочных устройств с четырьмя горелочными трубами под весь типоряд котлов с короткой топкой различных производителей: ДКВр 2,5, ДКВр 4, ДКВр 6,5, ДКВр 10; ДЕ 2,5, ДЕ 4, ДЕ 6,5, ДЕ 10, ДЕ 16, ДЕ 25; ДСЕ 2,5, ДСЕ 4 и других (рис. 6, 7). Таким образом, инженерам завода CIB UNIGAS удалось разработать горелочное устройство, которое можно было бы поставить на котел в количестве одной единицы.

Также большое внимание было уделено и обеспечению щадящего режима работы котла при его «холодном» пуске. Данный режим, при необходимости, активируется переключателем на панели управления горелкой и позволяет вывести котел на номинальную нагрузку за длительный промежуток времени, при этом происходит постепенный прогрев обмуровки котла, что продлевает срок его службы.

На данный момент на территории России и стран СНГ реализовано несколько десятков реконструкций различных моделей котлов данной серии различных производителей, работающих как в паровом, так и в водогрейном режимах, с применением горелочных устройств CIB UNIGAS, полученный опыт позволил сформировать список предварительных настроек под каждый тип котла. Поэтому наладчику остается только выполнить регулировку соотношения «топливо-воздух».

Основными преимуществами применения горелочных устройств CIB UNIGAS при реконструкции котлов типа ДКВр, ДЕ, ДСЕ и других являются:

1. Автоматизация процессов работы горелочного устройства, в том числе можно выбрать модификацию горелочного устройства в модулируемом исполнении, дополнительно к нему поставляется датчик давления (для котлов, работающих в паровом режиме), либо датчик температуры (для котлов, работающих в водогрейном режиме).

Оператору требуется только выбрать необходимое давление, либо температуру и горелочное устройство будет поддерживать данную уставку в автоматическом режиме.

2. Компактность, за счет применения одного, а не двух горелочных устройств.

3. Качественное сжигание топлива во всем диапазоне мощности от 30 до 100 %.

4. Экономия расхода топлива, за счет увеличения КПД котла во всем диапазоне мощности за счет снижения потерь с уходящими дымовыми газами.

5. Возможность оптимизации штата сотрудников, необходимого для работы с горелочным устройством, за счет автоматизации процессов работы оборудования.



Рис. 6. Котел ДКВР 10 со штатными горелочными устройствами (2 шт.)



Рис. 7. Котел ДКВР 10 с одним горелочным устройством CIB UNIGAS

Гелиоэнергетика – мировой тренд в области экологичной энергетики

Концерн KSB, мировой производитель насосного оборудования и трубопроводной арматуры для гражданского строительства, объектов ВКХ и промышленности, является одним из основных поставщиков оборудования как для объектов традиционной, так и альтернативной энергетики.



В современном мире энергетика – основа развития базовых отраслей промышленности. В то же время энергетика – один из источников неблагоприятного воздействия на окружающую среду и человека. Согласовать постоянное увеличение энергопотребления с ростом отрицательных последствий энергетики можно двумя способами: с одной стороны, снижением энергопотребления за счет применения энергоэффективных технологий, с другой – развитием альтернативных видов энергетики, особенно базирующихся на использовании возобновляемых источников. Одним из перспективных видов альтернативной энергетики является развитие солнечной энергетики. По данным исследований, мощность солнечной радиации, поглощенной атмосферой и земной поверхностью, составляет 10^5 ТВт (10^{17} Вт). Эта величина кажется огромной по сравнению с общим мировым энергопотреблением.

Широкому внедрению солнечной энергетики пока препятствует более высокая стоимость производства на солнечных электростанциях по сравнению с традиционными источниками

энергии. Особенности, которые затрудняют применение солнечной энергетики, связаны, прежде всего, с низкой плотностью потока энергии и ее непостоянством, так как интенсивность солнечного излучения зависит от времени года, суток и метеоусловий. Тем не менее в настоящее время наблюдается тенденция значительного роста как вводимых мощностей, так и инвестиций в данную отрасль по всему миру. За четыре прошедших года гелиоэнергетика увеличила производство энергии почти в 2,5 раза и составила порядка 3 % всей производимой в мире электроэнергии.

Сегодня российские власти все больше внимания уделяют развитию возобновляемых энергоисточников и, в частности, гелио проектам. И несмотря на то, что лидерами в этой области по-прежнему остаются страны Европы, Китай, США, Индия и Бразилия, солнечные электростанции возводятся во многих регионах РФ. Например, совсем недавно в Дагестане (г. Каспийск) была запущена гелиостанция проектной мощностью 5 МВт. При этом в республике продолжаются работы по возведению новых солнечных источников питания (в Хунзахском районе). Связано это не только с большим количеством солнечных дней в году (около 300), но и с особенностями рельефа местности, так как прокладка «классических» энергокоммуникаций в горных регионах очень сложна, а зачастую невозможна.

Прирост количества электроэнергии, полученной за счет гелиоэнергетики,

связан с работой четырех солнечных электростанций в Крыму, мощность которых в декабре 2014 г. достигала 135 МВт. Крупная по масштабам РФ солнечная станция мощностью 5 МВт была построена в Кош-Агаче на Алтае. Кроме того, активно реализуются проекты по установке гелиомодулей в Сибири и на Ставрополье. По прогнозам, к 2020 г. суммарная выработка солнечной энергии на перечисленных объектах должна составить до 2 ГВт.

Концерн KSB, мировой производитель насосного оборудования для энергетики и промышленности, также является одним из основных поставщиков оборудования для альтернативной энергетики, в том числе для солнечных электростанций.

Сегодня в мире используются четыре основных технологии преобразования солнечной энергии, в двух из которых широко применяются насосы KSB.

Энергию получают из солнечной энергии методом термодинамического преобразования практически так же, как и из других источников. Однако такие особенности солнечного излучения, как низкая мощность, суточная и сезонная изменчивость, зависимость от погодных условий, накладывают определенные ограничения на конструкцию термодинамических преобразователей. Электрическая мощность производится, когда концентрированный свет преобразуется в теплоту, которая приводит в действие тепловую двигатель (обычно паровую турбину).

В настоящее время идеи термодинамического преобразования реализуются в схемах двух типов: гелиостаты башенного типа и станции с распределенным



Горизонтальный центробежный многоступенчатый насос с наружным корпусом CHTR:

Q – до 1450 м³/ч; H – до 4000 м;
T – до + 450 °C; p – до 400 бар.

Область применения: на нефтеперерабатывающих заводах, в нефтехимической промышленности и при производстве пара, для закачивания морской воды при добыче нефти, на электростанциях.



Горизонтальный центробежный насос YNK с рабочим колесом двухстороннего входа:

Q – до 4500 м³/ч; H – до 370 м;
T – до + 210 °C; p – до 40 бар.

Область применения: для перекачивания питательной воды котла на электростанциях и в промышленных установках.



Консольный насос серии RPH:

DN – 25–400 мм;
Q – до 4150 м³/ч;
H – до 270 м;
T – от -70 до + 450 °C;
p – до 110 бар.

Область применения: на нефтеперерабатывающих заводах, в нефтехимической и химической промышленности, а также на электростанциях.

приемником энергии (параболоцилиндрического концентратора).

Принцип действия башенных гелиостанций основан на получении разогретого водяного пара с помощью солнечных лучей. В центре станции располагается башня высотой не менее 20 м, а на ее вершине размещается резервуар с водой, покрытый светопоглощающей краской. Внутри сооружения находится насосное оборудование, доставляющее пар на внешний турбогенератор. Вокруг башни по концентрическим окружностям устанавливаются зеркальные гелиостаты, направляющие лучи на резервуар. Такие солнечные электростанции обеспечивают КПД порядка 20 %, а их мощность достигает 121 МВт на каждый энергоблок.

На гелиостанции башенного типа энергия от каждого гелиостата передается оптическим способом. До 80 % стоимости станции составляет стоимость гелиостатов, поэтому такие установки не получили широкого распространения в мире. Они встречаются в основном в Мексике и США, например, солнечная электростанция «Айванпа» (США), представляющая собой 3 блока гелиоэнергетических установок башенного типа мощностью 392 МВт. На циклах водяно-

го пара установлены насосы KSB типа LUVA – вертикальные насосы с шаровым корпусом со встроенным электродвигателем мощностью 250 кВт; температура перекачиваемой среды – 363 °C и рабочее давление – 197 бар.

Станции с распределенными приемниками солнечной энергии оказались более перспективными. Параболоцилиндрический концентратор – одна из наиболее важных технологий для систем концентрированной энергии солнца. Жидкий теплоноситель температурой до 400 °C транспортируется по стеклянной трубе и нагревается под воздействием солнечного излучения. Каждый энергоблок производит от 20 до 50 МВт энергии. Для гелиоустановок данного типа концерн KSB поставляет широкий спектр оборудования: насосы для перекачивания теплоносителя YNKR (подача от 700 до 3800 м³/ч), RPH для более низких напоров и соответствия требованиям API или HPK-L для низких напоров и требований ISO, последние являются самым экономичным решением; питательные насосы котла типа HGC (ISO) или CHTR (API), мощности зависят от масштабности и удельной теплоемкости цикла солнечной активности (основной режим работы

с частотно-регулируемым приводом), а также конденсатные насосы типа WKTB с частотно-регулируемым приводом и полупогружные насосы для охлаждающей жидкости типа SEZ.

Россия обладает значительным потенциалом по использованию солнечной энергии. Показатели инсоляции (количества солнечной радиации) во многих регионах практически совпадают с севером Испании и югом Германии. В РФ высокая инсоляция наблюдается не только на южных территориях (Северный Кавказ, Краснодарский край), но и в центральных областях, а также на значительной части юга Сибири и Дальнего Востока. Это означает, что солнечная энергия в России является одним из самых перспективных возобновляемых источников. Учитывая перспективы и динамику развития данного направления, а также многолетний опыт поставок на объекты альтернативной энергетики в мире, компания KSB приглашает к сотрудничеству российские предприятия, реализующие проекты в области гелиоэнергетики.

Наши технологии. Ваш успех.



www.ksb.ru

Профессиональное проектирование дымоходных систем для промышленных объектов

При строительстве зданий и сооружений любого назначения с автономным отоплением необходимо проектирование системы отвода продуктов сгорания топлива. Расчет дымоходной системы для определения оптимальной тяги является обязательным условием эффективной и безопасной работы теплогенератора на газе, жидкое или твердом топливе.

Проектный расчет конструкции дымоходов и газоходов должен гарантировать отвод продуктов горения в атмосферу на определенную высоту под действием естественной тяги. При этом необходимо определить оптимальный диаметр, а также элементы дымоходной системы для обеспечения безопасной работы на весь расчетный срок эксплуатации.

К таким элементам можно отнести взрывные и вакуумные клапаны, регуляторы тяги, шумоглушители и шиберные заслонки.

В настоящее время все указанные элементы дымоходных систем производятся на заводах компании Schiedel, что обеспечивает их идеальную совместимость, реальные сроки поставки и, что немаловажно, доступные цены. При проектировании дымоходной системы необходимо учитывать большое количество параметров и условий ее эксплуатации. В первую очередь инженер-проектировщик должен знать характеристики теплогенерирующего или электрогенерирующего оборудования.

Мощность котла или двигателя определяет количество дымовых газов, образующихся при сгорании топлива. От КПД прибора зависит такой важный параметр, как температура отходящих газов. Правильный расчет диаметра дымохода должен обеспечить условия беспрепятственного удаления образующегося объема отработанных газов и не допустить образования конденсата на внутренних стенах трубы.

Высота дымохода может быть расчетной величиной, необходимой для создания оптимальной тяги, или высота дымовой трубы указывается в экологическом разделе проекта как параметр для дальнейшего расчета диаметра и других характеристик.

Экологически безопасная отметка высоты дымовой трубы всегда приоритетная величина над инженерным расчетом высоты дымохода. При ее определении учитывается ландшафт, близлежащие

здания и сооружения, «роза ветров» и многие другие факторы, влияющие на безопасные рассеивания продуктов сгорания в атмосфере.

Таким образом, экологические разделы в проектах энергетических объектов предписывают оптимальную высоту дымовых труб и являются одним из параметров для расчета диаметра, так как высота и диаметр дымовых труб взаимосвязаны.

Помимо указанных выше параметров, важными данными, влияющими на расчет дымоходной системы, являются климатические условия в месте эксплуатации оборудования и геометрические особенности горизонтальных подводящих участков системы. Сложная конфигурация газохода от патрубка котла до вертикального ствола может быть вызвана техническими особенностями объекта и необходимости расположения на этих участках дополнительных элементов, отвечающих за безопасность эксплуатации и стабильность тяги в дымоходе.

Компанией Schiedel накоплен бесценный опыт по реализации объектов промышленного и бытового назначения. Диапазон диаметров дымоходных систем, разработанных специалистами компании для инженерных компаний-партнеров, охватывает от 80 до 1200 мм. Наиболее сложные проекты сопровождаются специалистами Schiedel от стадии проектирования до сдачи готового объекта.

Одним из важных критериев успешной работы инженеров Schiedel является профессиональное владение специализированным программным обеспечением для аэродинамического расчета дымоходов. Специалисты компании могут произвести аэродинамический расчет дымохода для любого типа котельного оборудования, а также для дизельных или газопоршневых генерирующих установок с избыточным давлением дымовых газов.

Все вышеуказанные факторы (высота, дымохода, тип отопительного оборудо-



Трубный завод, МО, Сергиево-Посадский район, ICS



ЖК «ВТБ Арена парк», ICS 5000

дования, климатические условия и пр.), от которых зависит тип дымоходной системы и ее характеристики, учитываются в расчетной программе и позволяют рассчитывать оптимальные параметры.

Профессиональный подход к проектированию дымоходных систем позволяет заказчикам и партнерам Schiedel достичь решения основных задач при строительстве объектов энергетики: надежность работы оборудования, безопасность для населения и окружающей среды, и, что немаловажно, оптимизировать расходы на оборудование и монтажные работы.

www.schiedel.ru

Крышные котельные на базе конденсационных котлов

De Dietrich 

О. Козлов, ведущий инженер, «ДЕ ДИТРИШ ТЕРМИК»

Крышные котельные на базе конденсационных котлов С 330 и С 630 компании De Dietrich экономят место, снижают затраты, экономят газ.

Впоследние годы профессионалы сферы строительства замечают существенное увеличение количества крышных котельных в новостройках. Такой тип теплоснабжения и способ размещения источника тепла продиктован рядом факторов: экономией места для размещения котельной; частичным отходом от дорогого в плане капитальных затрат квартирного отопления; уменьшением лимитов на газ здания (максимального расхода газа).

Крышные котельные активно внедряются не только в мегаполисах, но и в городах с численностью жителей от 300 тыс. человек. В регионах это связано со сложностью или невозможностью присоединения к централизованным источникам тепла, а также с поиском решений по компактному размещению здания с его инфраструктурой, в частности, при точечной застройке.

В настоящее время большинство крышных котельных реализуется на базе конденсационных котлов. Так, котлы серий С 330 и С 630 известного французского производителя De Dietrich часто можно встретить там, где раньше в подобной котельной на крыше здания стояли бы стальные или чугунные котлы. Эффективность напольного конденсационного котла С 330 De Dietrich возрастает до 109 % (по низшей теплоте сгорания газа), но, как ни странно, в большинстве случаев не это является основной причиной выбора данного оборудования.

Долгое время сооружение крышных котельных затруднялось некоторыми техническими проблемами. Например, вес и размеры чугунных или стальных

котлов, производимая ими вибрация, а также повышенный уровень шума от работающей горелки накладывали обязательства по установке полноценного технического этажа под котельной (в случае с жилыми помещениями), усиленнию конструкций пола, защите от шума и вибрации. Данные проблемы отпадают при использовании конденсационных котлов De Dietrich серии С 330. Благодаря теплообменнику котла из легкого сплава Al-Si (алюминий с кремнием), вес котла С 330 в три раза меньше веса стального котла подобной мощности и в пять раз меньше веса чугунного котла при вдвое меньшей занимаемой площади.

Стоит отметить опыт монтажной компании ООО «АТН» в г. Петрозаводске, где данные особенности котлов позволили существенно упростить обустройство здания котельной, уменьшить ее размеры, высвободить полезные площади дома, отказавшись от технического этажа. Существенной особенностью в процессе монтажа котельной стала возможность подъема котла С 330 на строительном лифте, т. е. после демонтажа строительного крана. Также удалось снизить стоимость котельной за счет уменьшения дымовой трубы, исключения вибро- и шумозащиты – это стало возможным благодаря встроенным в котел С 330 шумоглушителям и антивibrationным вставкам на движущихся частях вентилятора и мощной встроенной горелке, которая не нуждается в тяге дымохода и способна работать с короткими дымоотводящими трубами малого диаметра.

На данном объекте также была исключена защита от низкотемпературного режима работы котлов. Напротив, котлы С 330 в этом режиме работают наиболее экономично, хотя максимальная рабочая температура составляет 90 °C (такая же, как у большинства аналогичных стандартных котлов). Модуляция мощности котла от 18 до 100 % позволяет ему идеально работать даже на объектах с большим колебанием нагрузки или,



например, с низкой нагрузкой в летнем режиме. В таких случаях повышается надежность оборудования из-за отсутствия его частого включения и выключения и достигается лучшая экономичность.

Для крышных котельных принципиальное значение имеет ремонтопригодность оборудования. Теплообменник котла С 330 имеет секционную конструкцию, поэтому его ремонт возможно производить с минимальными денежными и временными затратами даже в условиях труднодоступности помещения котельной.

Те застройщики, которые в дальнейшем сами эксплуатируют котельную или поставляют тепло потребителям, крайне заинтересованы в снижении эксплуатационных затрат главным образом за счет экономии газа. В г. Петрозаводске на упомянутом объекте эксплуатационная компания экономит на котельной мощностью 1080 кВт около 230 тыс. рублей в год по сравнению с котельной на стандартном котле.

Стоит также упомянуть, что при рациональном подборе оборудования стоимость котельной с современным конденсационным котлом не превышает стоимости стандартной отдельно стоящей котельной со стальным или чугунным котлом.



Московское представительство
«ДЕ ДИТРИШ ТЕРМИК»
Тел.: +7 (495) 221-31-51,
www.dedietrich.ru

Паровые жаротрубные котлы на российском рынке

Паровые жаротрубные котлы за счет своей высокой производительности и надежности успешно применяются в коммунальной энергетике и самых разных отраслях промышленности, от металлургии до пищевой индустрии. Котлы этого типа могут быть использованы как вспомогательное оборудование в целях создания пара для турбин, тепла для деаэратора или топливного бака. Высокая их энергоэффективность может быть достигнута за счет использования качественных систем сгорания и самодействующих систем контроля, а также управления самой котельной. Рассмотрим основные конструктивные различия и особенности паровых жаротрубных котлов зарубежного и отечественного производств.

Bosch (Германия)



Компания «Бош Термотехника» позиционирует себя на рынке в качестве комплексного производителя котлов, широкого набора вспомогательного оборудования и автоматики под брендом Bosch. Заказчикам предлагаются котельные установки в требуемых границах поставки, варьирующих в широких пределах. Это позволяет легко вписываться в проекты, отличающиеся повышенной сложностью на этапе строительства, а также в проекты с ограниченным поэтапным финансированием. Компания уделяет серьезное внимание особым требованиям клиентов, связанным со спецификой графика паропотребления в различных отраслях промышленности.

Самые большие котлы Bosch – это ZFR-(X) – паровые трехходовые жаротрубно-дымогарные котлы с двумя жаровыми трубами. Они предназначены для производства насыщенного и перегретого пара с максимальным давлением корпуса 30 бар и максимальной температурой перегрева 300 °C. Котлы могут работать на всех видах газового и жидкого топлива. Единичная паропроизводительность – от 1,25 до 28 т/ч. Благодаря боковому расположению жаровой трубы, этот котел может быть изготовлен в специальном исполнении с выделенным ходом продуктов сгорания, предназначенным, например, для утилизации тепла выхлопных газов газопоршневой установки. Паровая и утилизационная части котла могут работать автономно. Данное исполнение компанией Bosch названо 4-ходовым. Благодаря современным собственным

и жидкого топлива. Их единичная паропроизводительность варьируется в диапазоне от 18 до 55 т/ч. Газоходы данных котлов полностью разделены по продуктам сгорания от горелки до выхода из экономайзера котла. Котлы сертифицированы для неограниченной по времени работы с одной жаровой трубой. Пароперегреватель котла поставляется в регулируемом исполнении, причем в стандартной комплектации регулирование выполняется с помощью встроенного байпаса продуктов сгорания. Перегрев пара осуществляется только за счет собственного тепла продуктов сгорания топлива, с этим связаны ограничения по температуре перегрева пара.

Самый популярный тип промышленных котлов Bosch – это UL-S(X) – паровые трехходовые жаротрубно-дымогарные котлы с одной жаровой трубой. Они предназначены для производства насыщенного и перегретого пара с максимальным давлением корпуса 30 бар и максимальной температурой перегрева 300 °C. Котлы могут работать на всех видах газового и жидкого топлива. Единичная паропроизводительность – от 1,25 до 28 т/ч. Благодаря боковому расположению жаровой трубы, этот котел может быть изготовлен в специальном исполнении с выделенным ходом продуктов сгорания, предназначенным, например, для утилизации тепла выхлопных газов газопоршневой установки. Паровая и утилизационная части котла могут работать автономно. Данное исполнение компанией Bosch названо 4-ходовым. Благодаря современным собственным

средствам автоматизации, тепловой расчет такого котла занимает у инженеров компании «Бош Термотехника» не больше времени, чем расчет стандартного котла. Развитие направления ГПУ делает 4-ходовой котел UL-S популярным и востребованным.

Компания Bosch производит и двухходовые жаротрубно-дымогарные котлы U-HD паропроизводительностью до 3200 кг/ч и давлением корпуса до 16 бар, а также котлы U-ND – до 3200 кг/ч и до 1 бара, соответственно. Трехходовой котел U-MB – до 2 000 кг/ч. Котлы утилизаторы HRSB – до 23500 кг продуктов сгорания в час, до 18 бар.

В комплекте с промышленными котлами Bosch компания предлагает интегрированные и отдельностоящие экономайзеры с различными площадями поверхности теплопередачи, конденсационные экономайзеры, деаэрационные модули для установки на высотной отметке и на полу котельной, баки сбора конденсата высокого и низкого давлений, накопители пара, модули расширения и рекуперации тепла, охлаждения сливной воды, выносные водоотделители, дозаторы химикатов, охладители проб, станции редуцирования пара и многое другое. Компания производит вспомогательное котельное оборудование как в модульном, так и в компонентном исполнении. Интегрируясь в рыночный потенциал России, Bosch открыла завод по производству промышленных котлов в г. Энгельсе Саратовской области, который постоянно расширяет диапазон выпускаемой продукции.

Babcock Wanson (Франция – Италия)



Babcock Wanson – известный бренд на мировом рынке профессионального котельного оборудования для промышленных предприятий с 1898 г. Главные преимущества оборудования Babcock Wanson – высокая производительность котлов, низкий уровень загрязнения окружающей среды, оптимизация уровня потребления энергии в процессе эксплуатации.

Скоростные паровые котлы вертикального типа серии VAP являются самыми востребованными и представлены моделями для производства насыщенного пара производительностью от 200 до 5000 кг/ч. Большое преимущество заключается в использовании собственной патентованной горелки двублочного типа, в которой вентилятор подачи воздуха горения и горелка разделены. Модели котлов имеют трехходовую конструкцию с инвертированием пламени в камере сгорания. Парогенератор поставляется в комплекте с горелкой, питающим насосом и панелью управления. На котле установлены датчики давления и температуры и предохранительный клапан. Воздух для горения подогревается, проходя через зазор между внешним и теплоизоляционным кожухом и камерой сгорания, разделенным противорадиационным экраном. Так, увеличивается КПД и уменьшаются термические напряжения котла.

Следующей моделью является прямоточный высокоэффективный горизонтальный парогенератор серии Eurosteam. Котел ESM представляет собой горизонтальный монотрубный паровой котел с принудительной циркуляцией. Количество топлива, воздуха для горения и питательной воды пропорционально регулируются и соответствуют отбору

пара потребителями. Малое содержание воды обуславливает быструю реакцию: производительность можно увеличить с нулевой до полной менее чем за 5 мин. В серию Eurosteam входит 13 моделей паропроизводительностью от 1000 до 8000 т/ч пара с расчетным давлением 29 бар. Тепловой КПД составляет 91 % благодаря предварительному нагреву воздуха для горения и большой теплообменной поверхности. Полный комплект включает горелку Babcock Wanson, питательный насос и панель управления со всеми комплектующими, испытан в работе и полностью готов к подключению.

В некоторых случаях необходим пар высокого давления. Для этих целей разработана модель VAP-HP, позволяющая производить пар с давлением до 90 бар (максимальное рабочее давление 110 бар), она имеет замкнутый контур при естественной циркуляции. Такие котлы используются при производстве запорной и регулирующей арматуры высокого давления.

Исходя из потребностей производства пара, компания Babcock Wanson предлагает индивидуальные решения задач, которые обеспечат большую экономию, повышенную безопасность и надежность.

BBS GmbH (Германия)

Фирма BBS GmbH была создана в результате реорганизации фирмы Bay Wärmetechnik GmbH и ее слияния с фирмой Bay Engineering und Consulting в 2004 г. Сегодня BBS GmbH базируется на 60-летнем опыте в области промышленной теплотехники.

Фирма BBS GmbH не подбирает заказчику оборудование из своего каталога, а разрабатывает и предлагает техническое решение с учетом особенностей каждого проекта, позволяющее наилучшим образом сочетать тепловую установку с технологическим процессом, включая также соответствующую систему управления.

Паровые котлы высокого давления типа HDK паропроизводительностью от 300 до 16 000 кг/ч – это трехходовые по ходу газов паровые котлы с одной жаровой трубой, изготавливается как генераторы насыщенного пара. Возможно опциональное оснащение встроенным пароперегревателем для выработки перегретого пара.

Для повышения теплотехнического КПД котлы оснащаются высокоэффективными экономайзерами. Максимальное рабочее давление – до 30 бар.

Паровые котлы высокого давления типа HDK паропроизводительностью от 18 000 до 55 000 кг/ч – это трехходовые по ходу газов котлы с двумя жаровыми трубами. Применяются на коммунальных теплостанциях и предприятиях теплоснабжения, а также в техпроцессах промышленного производства тепла. В стандартном исполнении данные котлы служат для генерации насыщенного пара. Так же, как и котлы меньшей мощности, паровые котлы этого типоряда могут быть дополнительно оснащены пароперегревателями. Котлы имеют экономайзеры. Максимальное рабочее давление – до 20 бар.

Паровые котлы типа HDK отличаются долговечностью, надежностью, безопасностью, качеством, простотой и удобством обслуживания и при этом – высокой эффективностью.

Диаметр жаровой трубы, ее длина, а также соотношение этих параметров выбраны так, чтобы факел горелки мог свободно развиваться в топочном пространстве для достижения наиболее полного сгорания топлива. Благодаря низкой тепловой нагрузке на топочный объем (нагрузка на топку < 1,3 МВт/м³), достигается пониженная эмиссия окислов азота (NOx) в уходящих газах и обеспечивается экологически чистый рабочий режим. В зависимости от диаметра топки и рабочего давления котла могут применяться гладкие или волнистые жаровые трубы.

Расположение жаровых труб в нижней части котла положительно отражается на процессе теплообмена и улучшает естественную циркуляцию котловой воды. Второй и третий ходы котла изготовлены



из цельнотянутой стальной трубы (без продольных или спиральных сварных швов). Особенностью концептуального решения является то, что данные трубы сначала развализываются и лишь затем привариваются к торцевым крышкам котла.

Таким образом, осуществляется очень надежное соединение элементов. Кроме того, между стальной стенкой крышки котла и трубой исчезает зазор, который при работе котла заполнен водой, что практически исключает эрозию стали трубы и крышки котла.

BONO ENERGIA (Италия)



Bono Energia гордится своим 50-летним опытом производства котельного оборудования. Это один из лидеров в производстве промышленных котлов: компания выпускает паровые котлы, термомасляные котлы, котлы для перегретой воды, оборудование для центрального отопления. В производственную программу входят жаротрубные и водотрубные котлы. Bono Energia выпускает паровые жаротрубные двух- и трехходовые котлы.

SM – двухходовый неэкранированный котел производительностью от 1 до 6 т насыщенного пара в час. Эти котлы могут работать на природном газе, жидкое топливе и их комбинации. Расчетное давление – 12–30 бар, мощность до 5 МВт, энергоэффективность до 94 %.

SG – двух- или трехходовый экранированный котел (по требованию) производительностью насыщенного и перегретого пара от 6 до 25 т/ч. Расчетное давление – 12–30 бар, мощность до 19 МВт, энергоэффективность – до 94 %. Топливо: природный газ, жидкое топливо, нефтезаводской газ, технологический

газ, жидкое топливо + природный газ.

Высокая энергоэффективность котлов достигается за счет применения высококачественных систем сгорания и автоматических систем контроля и управления котельной (Bono Energia система Optispark). Сферой применения жаротрубных котлов являются рекуперация тепла и производство перегретой воды. Все котлы Bono Energia сертифицированы по международным нормам и по ГОСТ-Р, а также имеют разрешения на применение Ростехнадзора.

FERROLI (Италия)

Компания Ferroli S.p.A. производит широкий спектр промышленных котлов. На производстве в Италии задействовано 80 человек, функционирует организованная сеть продаж и специальный технический офис. В России за последние годы было принято в эксплуатацию большое количество промышленных котлов Ferroli в таких энергоемких отраслях как производство продуктов питания, обработка дерева, птицефабрики, отопление и ГВС промышленных площадей, офисных зданий, автосалонов, жилых зданий, медицинских учреждений. Производственная программа Ferroli включает 5 групп продуктов, в числе которых паровые котлы: стальной жаротрубный котел Vapoprex LVP с реверсивной топкой низкого давления (0,98 бар), стальной жаротрубный котел Vapoprex HVP с реверсивной топкой среднего давления (12–15 бар), Стальной жаротрубный котел с реверсивной топкой Vapoprex 3G (рабочее давление 12, 15, 25 бар).

Котлы серий LVP и HVP – это стальные парогенераторы с охлаждаемой реверсионной топкой, работающей под давлением. Котлы могут работать как на жидком, так и газообразном топливе. Парогенераторы этой модели имеют современную конструкцию и высокий КПД, соответствуют всем национальным и европейским стандартам. Котлы имеют плоские трубные доски с большой глубиной сварного шва на стыке доска/корпус. Осмотр поверхностей нагрева котла можно произвести через овальный лючок дренажа (диаметром DN 100) и овальный лючок в нижней части котла (для моделей котлов меньше чем LVP/HVP 1000, этот лючок выполняется по дополнительному заказу). Монтажный



фланец горелки крепится на опорной плите двери котла; внутри фланец изолирован слоем огнеупорного цемента. Задняя дымовая камера встроена в кожух котла; чистку жаровых труб можно производить через две передние двери, золу можно удалять через специальную дверь.

Минимальные потери тепла в окружающую среду через стенки котла обеспечиваются за счет применения высокоплотной минеральной ваты для изоляции корпуса котла.

VAPOPREX 3G – этот моноблочный парогенератор с трехходовым теплообменником для продуктов сгорания и топкой, предназначенный для сжигания газообразного или жидкого топлива, работающей под давлением.

Современный дизайн и использование самых развитых и надежных конструкционных решений, вместе с предельной внимательностью при сборке установки, делают котел: высокоэффективным и экономичным в работе и в то же время надежным, долговечным и простым в обслуживании; и гарантирует соответствие котла европейским нормам и правилам. Материал, используемый для теплообменных частей котла, отвечает действующим нормам контроля промышленных котлов.

Все модели серии 3G обеспечивают КПД как минимум 90%.

ICI Caldaie S.p.A. (Италия)

Паровые жаротрубные котлы производства ICI Caldaie S.p.A. представлены сериями FX, FX DUAL, BX, SIXEN, GSX, GX. Все они предназначены для работы с наддувными горелками на жидком или газообразном топливе.

Компактные двухходовые жаротрубные генераторы пара серий FX и

FX DUAL (сдвоенные котловые блоки вертикального исполнения) представлены моделями паропроизводительностью от 50 до 300 кг/ч и имеют расчетное давление 5 бар.

Двухходовые жаротрубные паровые котлы серии BX низкого давления имеют расчетное давление 0,7 бар и производительность от 100 до 3000 кг/ч (по запросу доступны модели с большей паропроизводительностью).

Паровые котлы серии SIXEN представляют собой двухходовые жаротрубные котлы с расчетным давлением 12 или 15 бар (по запросу доступны модели до 25 бар). Паропроизводительность паровых котлов этой серии – от 350 до 5000 кг/ч.

Трехходовые жаротрубные котлы серии GX представлены моделями, имеющими паропроизводительность от 1700 до 25000 кг/ч. Котлы данной серии имеют стандартное расчетное давление 12 или 15 бар, но по запросу доступны котлы с давлением до 25 бар.

Оригинальным решением является конструкция трехходового жаротрубного котла серии GSX, имеющего топку большого объема, что обеспечивает низкую концентрацию NOx в уходящих газах. Паропроизводительность котлов данной серии – от 350 до 5000 кг/ч. Расчетное давление – 12 или 15 бар, по запросу доступны котлы с давлением до 25 бар.

При необходимости получения перегретого пара (до 300 °C) паровые котлы оснащаются встроенными или надстроенными пароперегревателями. Все паровые котлы могут быть оснащены экономайзерами собственного производства, установка которых позволяет повысить КПД котлоагрегата до 96 %, а в ряде случаев и выше.

Промышленные паровые котлы ICI



Caldaie предназначены для работы на природном газе, биогазе, дизельном топливе, мазуте. Поставляются в комплекте с регулирующей и предохранительной арматурой для работы в автоматическом режиме и быстрого ввода в эксплуатацию.

IVAR (Италия)



Компания I.VAR. Industry — крупный итальянский производитель высококачественных котлов бытового и промышленного назначения. Паровые жаротрубные котлы представлены сериями BLP, BHP, SB/V. Это оборудование предназначено для производства насыщенного пара промышленного назначения. 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. Серия двухходовых котлов высокого давления (11,8; 14,7; 17,6 бара) BHP представлена 17-ю моделями 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 I.VAR. Industry предполагают установку надувных (вентиляторных) горелок, работающих на газе, легком и жидким 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 любым требованиям заказчиков. По техническому заданию заказчика I.VAR. Industry может индивидуально из-

готовить паровые котлы с пароперегревателем производительностью до 12 т/ч единичной мощности, с давлением до 22 бар и температурой перегретого пара до 350 °C.

TH (Чехия)

Чешская фирма TH специализируется на выпуске промышленного котельного оборудования. TH почти за 20 лет своего существования последовательно развивала производство и совершенствовала технологию котлостроения. Фирма изготавливает современные высокоэффективные и экологически чистые водогрейные и паровые котлы, имеющие жаротрубно-дымогарную конструкцию с тремя ходами дымовых газов.

Производственная программа таких котлов распространяется как на водогрейные котлы небольшой мощности, так и на большие паровые котлы для производства насыщенного или перегретого пара, имеющие номинальную мощность до 20 т/ч.

Трехходовые паровые котлы TH отличаются целым рядом преимуществ. Так, размеры и конструкция всех элементов котельной установки удовлетворяют требованиям расчета на механические и термические нагрузки; конструкции соответствуют требованиям пластичности при релаксации тепловых напряжений; обеспечена теплоизоляция охлаждением теплоизлучающих поверхностей, а также минимизация тепловых потерь; сжигание топлив с низким уровнем вредных атмосферных выбросов.



Применение интегрированного или внешнего экономайзера из нержавеющей стали, использующего тепло отходящих газов для подогрева питательной воды, позволяет на 4–6 % увеличить КПД.

Unical (Италия)



Привлекательность и популярность продукции компании Unical AG S.p.A. (Италия) объясняется хорошим сочетанием цены и качества.

Наиболее популярными сериями паровых котлов, представленных на российском рынке, являются BARH 12/15, BARH 12/15 HP, BARH 12/15 HPEC, TRYPASS 12/15, BARH UNO. Спросом заслуженно пользуются двухходовые паровые котлы высокого давления серий BARH 12/15 HP и BARH 12/15 HPEC с реверсивной топкой, представленные 14-ю моделями паропроизводительностью от 300 до 5000 кг/ч.

В конструкции котлов BARH 12/15 HP и BARH 12/15 HPEC используются дымогарные трубы типа ESALU (для газа) или ESA (для дизельного топлива), которые являются собственной запатентованной разработкой компании. Котлы серии BARH 12/15 HPEC комплектуются встроенным экономайзером и группой модуляции питательной воды (КПД до 96–98 %).

Высокопроизводительные трехходовые паровые котлы представлены 18-ю моделями серии TRYPASS 12/15 паропроизводительностью от 2000 до 17 250 кг/ч. Они предназначены для выработки насыщенного пара для технологических нужд, а также систем отопления, вентиляции и ГВС. Могут работать на природном газе, дизельном топливе, мазуте (до М100 включительно).

Паровые котлы низкого давления представлены 12-ю моделями серии BARH UNO паропроизводительностью от 140 до 3000 кг/ч. Они предназначены для выработки насыщенного пара для технологических нужд, водогрейных котлов и водонагревателей с температурой нагрева воды не выше 115 °C.

Viessmann (Германия)

Компания Viessmann производит широкую линейку паровых жаротрубных котлов и принадлежностей к ним, что позволяет создавать современные энергоэффективные производства насыщенного и перегретого пара требуемых параметров.

В начале 2016 г. компания Viessmann официально представила на рынке тепло-технического оборудования России новую линейку промышленного котельного оборудования серии Vitomax. В первую очередь речь идет о низко- и высокотемпературных водогрейных, а также паровых котлах высокого давления серии «B».

За основу разработки модели была принята концепция модульной конструкции, что в настоящее время является общемировым трендом развития промышленного производства (будь то машиностроение, станкостроение, проекты в строительстве, ЖКХ или энергетика).

В первую очередь данный продукт выгодно отличается от предыдущих моделей гибкостью подбора основного и вспомогательного оборудования котельной, что особенно важно в условиях изменяющегося рынка.

Таким образом, с завода заказчик (покупатель) получает не стандартное типовое оборудование, конфигурация которого часто является неоптимальной (избыточной или недостаточной), а оборудование для конкретного проекта с его уникальными особенностями технологического процесса.

В индивидуальном порядке под определенные цели и задачи без какой-либо дополнительной переплаты заказчик получает возможность «разработать» как тело котла, так и подобрать комплектующие всей котельной установки (запорно-регулирующая арматура, контрольно-измерительные приборы, насосные группы,



блок химической и термической водоподготовки, шкафы управления и пр.).

Предложенная модульная конструкция котла (котельной) позволяет заказчику при необходимости «раздеть» котел вплоть до котлового блока без установки теплоизоляции и тем самым сэкономить на ненужных ему принадлежностях; а может, наоборот, оснастить котел всем необходимым согласованным и увязанным между собой оборудованием от одного поставщика.

В процессе консультаций и взаимодействия между участниками проекта и инженерными подразделениями компании Viessmann появляется сбалансированное по всем параметрам и отвечающее конкретным (универсальным) требованиям технологического процесса комплексное решение. Весь объем оборудования поставляется в рамках единого договора на согласованных условиях с одним юридическим лицом, отвечающим за комплектность, сроки поставки, качество оборудования, за его сервис и гарантию.

Борисоглебский котельно-механический завод

Борисоглебский котельно-механический завод (АО «БКМЗ», г. Борисоглебск, Воронежская обл.) выпускает котлы, которые работают на газе, жидком и твердом топливе. Все промышленные котлы производства АО «БКМЗ», работающие на газе или жидком топливе, укомплектованы горелками и автоматикой управления и безопасности собственного производства, имеющей трехступенчатый (либо модулируемый) режим регулирования теплопроизводительности, что позволяет эксплуатировать их без постоянного присутствия дежурного обслуживающего персонала.

Паровой котел КПа-0,63 паропроизводительностью 1000 кг пара в час выпускается в полной готовности для эксплуатации, в том числе с системой магнитной обработки воды. Котел предназначен для теплоснабжения (с применением теплообменника) жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений, а также для производства пара для технологических процессов в промышленности и сельском хозяйстве. Он работает на газе или жидком топливе



и оснащен собственной системой водоподготовки.

В состав котлоагрегата входит подпитывающий насос. Котел полностью укомплектован контрольно-измерительными приборами, предназначенными для ведения технологического процесса в автоматическом режиме, что обеспечивает безопасную работу котла и горелки.

Котлы КПа-0,63Гн/ЛЖ просты в обслуживании и эксплуатации.

Малые размеры котлов позволяют устанавливать их в небольших помещениях. Время вхождения в рабочий режим – 15 мин. Котел КПа-0,63Гн/ЛЖ не подлежит обязательной регистрации в органах Гостехнадзора. Сервисная служба АО «БКМЗ» производит монтажные и пусконаладочные работы с последующим и гарантийным сервисным обслуживанием котельных основным и вспомогательным оборудованием и запчастями к котлоагрегатам.

Промышленная группа «Генерация»

Промышленная группа «Генерация» (г. Березовский, Свердловская обл.) – крупнейший в России и странах СНГ производитель и поставщик широкого ассортимента энергетического оборудования.

Специалисты ПГ «Генерация» разработали серию паровых жаротрубных котлов паропроизводительностью от 1 до 2,5 т/ч. Типоразмерные ряды котлов – 1,0; 1,6; 2,5 т пара в час.

Котлы паровые жаротрубные серии Ем «Генерация» предназначены для выработки насыщенного пара низкого давления для технологических нужд в машиностроении, нефтяной и газовой

промышленности, химическом производстве, сельском хозяйстве, пищевой и других отраслях промышленности. Конструктивно котел выполнен по трехходовой схеме: жаровая труба и два пучка дымогарных труб (второй и третий ходы) расположены в водяном объеме и создают максимальную поверхность теплообмена.

Газоплотная схема котла позволяет эксплуатировать его как под разрежением, так и под наддувом. Корпус покрыт высококачественной теплоизоляцией, исключающей потерю тепла.

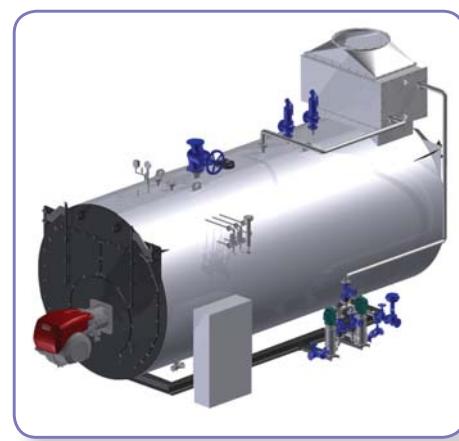
Котлы компонуются различными типами горелок – автоматизированными однотопливными, двухтопливными. Для нефтегазовых отраслей котлы компонуются горелками на сырой нефти.

Преимущества: высокая эффективность паропроизводства при КПД 91 %, простота, технологичность, максимальная готовность к эксплуатации ремонтопригодность конструкции (эксплуатационный срок службы котла – более 15 лет).

Изготовление трубных пучков из бесшовных труб с использованием современных технологий электросварки повышает надежность эксплуатации котлов. Возможность работы котла как под разрежением, так и под наддувом с автоматизированными горелками существенно расширяет зону эксплуатации данных котлов, включая зоны с жесткими экологическими ограничениями.

АО «Завод котельного оборудования»

АО «Завод котельного оборудования» (Белгородская область, Алексеевский район, г. Алексеевка) – современное



предприятие энергомашиностроения, выпускает высокоэффективное котельное и трубопроводное оборудование.

В начале 2015 г. завод заключил лицензионное соглашение с итальянской компанией Avogadro Energy на производство и поставку трехходовых жаротрубных котлов. В соответствии с лицензией заводу предоставлено право на изготовление и поставку паровых и водогрейных жаротрубных котлов и их комплектующих. Выпуск современного оборудования предоставляет предприятию реальную возможность занять определенную нишу на конкурентном рынке жаротрубных котлов России, стран СНГ и осуществлять импортозамещение.

Паровые трехходовые жаротрубные дымогарные выпускаются производительностью от 2 до 25 т/ч, с максимальным давлением до 25 бар.

Для производства котлов и запасных частей на заводе установлено современное технологическое оборудование фирм ESAB (Швеция), Polisud (Франция) и др.

ЗАО «ЗИОСАБ»

Российский завод котельного оборудования ЗАО «ЗИОСАБ» (г. Подольск, Московская обл.) специализируется на производстве отопительных котлов и занимает устойчивую позицию среди фирм, работающих на рынке котельного оборудования. В числе своей продукции завод выпускает паровые жаротрубные дымогарные котлы FR-25 (8–12 и 8–16).

Паровые котлы FR-25 предназначены для получения пара с рабочим давлением 1,0 (10,0) МПа (кгс/см²), 1,4 (14,0) МПа (кгс/см²) и температурой 184 и 198 °C (204 °C). Влажность пара – не более 3 %.

Пар используется в технологических целях, в том числе для привода паровых турбин для выработки электроэнергии для собственных нужд тепловых станций.

Котлы паропроизводительностью от 1,0 до 20,0 тонн пара в час спроектированы в двенадцати типоразмерах, выполнены в газополотном исполнении, имеют горизонтальную компоновку, могут эксплуатироваться на газообразном (попутном нефтяном), дизельном топливе, сырой нефти и мазуте. Допускается эксплуатация котлов на пониженных параметрах. Выбор материалов для изготовления деталей обоснован расчетом



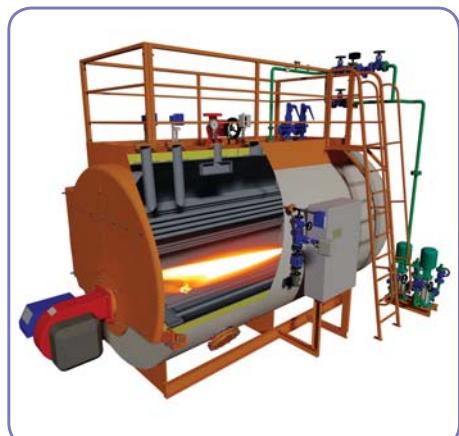
на прочность элементов котла, работающих под давлением.

Расчет выполнен по нормам расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды РД 10-249-98. Паровые котлы серии FR-25 допускается эксплуатировать во всех климатических зонах России, в районах с сейсмичностью до 8 баллов по шкале MSK-64.

Омский завод инновационных технологий

ЗАО «Омский завод инновационных технологий» выпускает котлы паровые стальные жаротрубные марки LAVART SV.

Паровой котел серии SV – газоплотный отопительный стальной котел с эксцентричным расположением цилиндрической жаровой трубы и симметричным расположением конвективного пучка. Используется принцип трехходового прохождения продуктов сгорания. Котел работает под наддувом. Абсолютное давление пара на выходе из котла при температуре 225 °С – 25 кг/см². Температура пита-



тельной воды – 70-95 °С. Максимальная температура пара на выходе из котла – не более 225 °С. Расчетный срок службы котла – не менее 15 лет.

КПД котлов LAVART серии SV при работе на природном газе – не менее 93 %, на жидкое топливо – не менее 89,7 % (КПД предусматривает приставку экономайзера, при отсутствии экономайзера КПД будет ниже значений на 4–5 %).

При изготовлении котла используются материалы, имеющие сертификаты и прошедшие входной контроль ОТК. На всех этапах изготовления котла производится пооперационный контроль качества. Вся готовая продукция проходит приемо-сдаточные испытания.

АО «ПОЛИКРАФТ ЭНЕРГОМАШ»

Российский завод энергетического машиностроения, входящий в состав компании POLYKRAFT, производит котельное оборудование различных типов и моделей с широким диапазоном мощностей под торговой маркой POLYKRAFT.

POLYKRAFT – это международный энергетический промышленный холдинг, объединяющий заводы-производители котельного оборудования, проектно-конструкторские и инженерные центры в России и Германии, монтажно-сервисные центры и сеть филиалов и представительств. Это современные, энергоэффективные и гибкие решения, высокое качество и надежность продукции.

Международный энергетический промышленный холдинг POLYKRAFT разрабатывает, производит и поставляет установки до 200 МВт тепловой мощности, до 160 т пара/ч и котлы на термическом масле от 136 кВт до 15 МВт по техническому заданию заказчика на различных видах топлива (разные виды газов, жидкое топливо, включая сырую нефть, твердое топливо, биотопливо, мусор) а также установки утилизации тепла. При комплектации оборудования используются горелочные устройства, блоки автоматики и управления как европейского, так и российского производства.

Паровые жаротрубные котлы паропроизводительностью от 500 до 30 000 кг/ч представлены сериями: двухходовые

до 1,2 МПа (12 бар) Vapotherm 500 – 3 000 кг/ч; двухходовые до 1,5 МПа (15 бар) Vapotherm 500 – 5 000 кг/ч; трехходовые до 1,5 МПа (15 бар) VTF 5 000 – 25 000 кг/ч; трехходовые до 3,0 МПа (30 бар) FRK-3Z 5 000 – 30 000 кг/ч.

Паровые котлы предназначены для получения пара с требуемыми параметрами, используемого в технологических целях и в качестве промежуточного теплоносителя в системах отопления и горячего водоснабжения, имеют горизонтальную компоновку, могут эксплуатироваться на газообразном и дизельном топливе.



Паровые трехходовые жаротрубные котлы серии FRK-3Z с боковым расположением жаровой трубы относительно пучка дымогарных труб отличаются высокой надежностью, имеют высокую степень автоматизации.

Котлы данной серии имеют высокую эффективность, большой водяной объем обеспечивает устойчивость к воздействиям изменений нагрузки, большой паровой объем позволяет получить требуемое качество пара.

Для выработки перегретого пара устанавливается пароперегреватель с возможностью регулирования температуры перегрева. Котлы паропроизводительностью от 20 т/ч с давлением пара до 30 бар конструктивно выполнены с двумя жаровыми трубами.

У котлов с двумя жаровыми трубами камера для разворота газов водотрубная, выполнена из мембранных панелей, имеет разделение по дымовым газам. Полностью разделенные пути движения дымовых газов облегчают настройку горелочных устройств и повышают надежность работы двух жаровых труб. Строгое разделение путей движения ды-

мовых газов позволяет эксплуатировать двухжаротрубный котел только на одной жаровой трубе.

Для нагрева питательной воды, идущей в котел, и снижения температуры дымовых газов до предельно допустимых температур, устанавливается экономайзер. Экономайзер изготавливается с применением оребренной трубы, что позволяет выполнить его в достаточно компактных размерах. Котлы полностью готовы к установке, просты в обслуживании, сертифицированы по системе ГОСТ Р, гарантия – два года.

Шебекинский машиностроительный завод



Одним из направлений деятельности Шебекинского машиностроительного завода (г. Шебекино, Белгородская обл.) является производство современного теплотехнического оборудования.

Паровые горизонтальные жаротрубные котлы серий КП производительностью от 1 до 4 тонн пара в час предназначены для получения насыщенного пара избыточным давлением 0,6 и 0,8 МПа для использования его в качестве промежуточного теплоносителя в системах отопления и ГВС, а также для технологических нужд. Это котлы с реверсивной топкой и периферийным пучком дымогарных труб.

Основные преимущества: спиральная конструкция турбулизаторов, футеровка фронтальной крышки котла оgneупорным теплоизоляционным бетоном, оригинальная конструкция фронтальной крышки котла обеспечивает удобство обслуживания котла.

Паровые котлы серии КПа предназначены для получения насыщенного пара с номинальным давлением до 0,05 МПа, используемого в технологических целях и в качестве промежуточного теплоносителя в системах отопления. Паровые котлы серии КПа экономичны и эффективны в эксплуатации благодаря оптимальным техническим характеристикам.

Поверхности нагрева выполнены из гладкостенных труб для снижения возможности их загрязнений.

Прочная сварная конструкция безопасна в работе и проста при замене труб. Геометрические параметры топочной камеры соответствуют горелкам ведущих иностранных и отечественных производителей. Автоматика безопасности обеспечивает надежную и стабильную работу котла, контроль насосов и уровня воды в кotle.

Паровые котлы серий КП и КПа отличаются высокой надежностью, экономичностью, степенью автоматизации. Эти котлы просты и удобны в эксплуатации, что в сочетании с минимальными затратами на пусконаладочные работы дает значительный экономический эффект от их использования.

«ЭНТРОРОС»

«Энтророс» – компания с 10-летним опытом работы на рынке. У компании 10 филиалов в России, диапазон мощности выпускаемых котлов – от 210 до 20 000 кВт.

«Термотехник» ТТ200 – это стальные трехходовые жаротрубные паровые котлы производительностью от 1000 до 25 000 кг/ч. Котлы вырабатывают насыщенный пар с рабочим давлением от 0,8 до 1,2 МПа, или 1,6 МПа. Для работы используется как жидкое, так и газообразное углеводородное топливо. Котлы изготавливаются в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением». Водяной и паровой объемы достаточны для того, чтобы обеспечивать уверенную работу котла в широком диапазоне динамических нагрузок паропотребления.

Паровые промышленные котлы малой и большой мощности имеют трехходовую конструкцию и большую жаровую топку, что гарантирует соблюдение всех

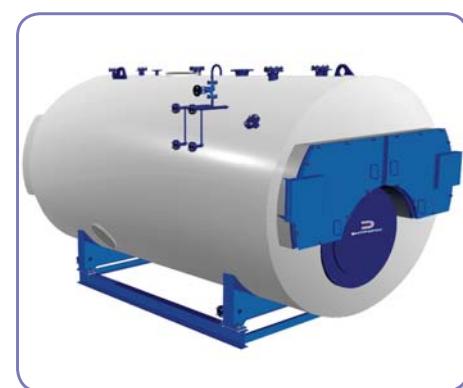
экологических требований. Проработанная схема парового котла обеспечивает долговечность, безопасность, экономичность и высокий коэффициент полезного действия.

Если включить в комплект экономайзер, то это позволит увеличить производительность на 5 %.

Котлы ТТ200 в основном применяются в следующих областях: лаборатории, малое и среднее производство, сфера обслуживания. Если купить газовые котлы или паровые для использования в производственных целях, можно решить все проблемы, связанные с необходимостью получения насыщенного пара, необходимого для технологических процессов и отопления. Оборудование «Энтророс» отличается высоким качеством, подтвержденным сертификатами.

Паровой промышленный котел «Термотехник» ТТ200 – это трехходовой котел газотрубного типа. Камера сгорания представляет собой жаровую трубу и корпус в виде цилиндра. Конвективные поверхности образуются дымогарными трубами 2-го и 3-го хода. Они располагаются симметрично оси вокруг камеры сгорания.

Все типы и марки паровых котлов «Энтророс» обеспечивают высокую интенсивность теплообмена. Полнотью омыываемые поворотные камеры выполняются из обечайки и плоских отбортированных днищ. Фронтальные дверцы котлов обеспечивают свободный доступ к дымогарным трубам. Для чистки и осмотра камеры сгорания предусмотрен специальный люк-лаз, расположенный в нижней части заднего днища котла. В конструкции предусмотрен смотровой люк для визуального контроля водяной камеры.



Эффективность собственной генерации электроэнергии и пара на промышленных предприятиях

Е. Бондаренко

Промышленная эксплуатация в течение ряда десятилетий в странах Западной Европы и опыт эксплуатации мини-ТЭЦ в России и Республике Беларусь подтвердили, что когенерационные установки на базе газовых двигателей являются наиболее эффективными комбинированными источниками тепловой и электрической энергии.

Интensивное развитие предприятий России связано с все более остро встающим вопросом дефицитности энергообеспечения вновь вводимых нагрузок. Фактически ряд производств оказывается недостаточно обеспеченным тепловой и электрической энергией. С другой стороны, не менее острыми являются вопросы эффективного использования энергетических ресурсов.

Учитывая мировые тенденции, для повышения конкурентоспособности и устойчивости на рынке предприятия постоянно совершенствуются, модернизируется производство, вводятся новые

мощности для увеличения объема и расширения ассортимента продукции.

Наряду с проведением технической реконструкции, внедрением стандартов контроля качества, разработкой новых видов продуктов, предприятия ищут дополнительные источники для снижения себестоимости выпускаемой продукции предприятия. Одним из них является снижение энергетической составляющей себестоимости.

Для многих предприятий характерно, что электрическая и тепловая энергия потребляются одновременно. При этом электроэнергию получают от сетей энергоснабжающих компаний, а тепло-

вая энергия производится собственными котельными. В отличие от других стран, монополизм и отсутствующая в настоящее время конкуренция среди генерирующих и энергораспределительных компаний в России приводит к отсутствию мотивации в сокращении издержек при производстве, транспортировке и поставке электроэнергии предприятиям, вызывает постоянный рост цен на энергоносители для конечных потребителей и негативно сказывается на себестоимости продукции.

Для существенного снижения энергоемкости и, со-

ответственно, себестоимости продукции необходима альтернативная, более эффективная технология энергоснабжения. Когенерационные установки на базе газопоршневых двигателей имеют наивысшую на сегодняшний день эффективность преобразования энергии топлива в электричество. Например, для современных установок производства GE Jenbacher электрический КПД составляет до 48,7 %, а с учетом тепла общий КПД достигает 90 %. Это позволяет иметь минимальную топливную составляющую в себестоимости производимой электроэнергии.

Еще больший эффект от применения когенерационной технологии достигается при преобразовании избыточной тепловой энергии в холода для использования в технологических производственных процессах. Технология тригенерации с применением абсорбционных холодильных машин (АБХМ) как нельзя лучше подходит для предприятий мясной отрасли, где холода используется в технологических процессах для производства и хранения продукции. Технические особенности абсорбционных чиллеров позволяют получать захоложенную воду температурой 5–10 °C. При необходимости достижения более низкой температуры воды АБХМ может работать в цепочке с компрессионными холодильными машинами (КХМ), обеспечивая предварительное охлаждение воды и тем самым снижение потребления электроэнергии КХМ.



Тепло на предприятиях используется в паре и горячей воде, при этом пар является более востребованным теплоносителем в технологических процессах, поэтому предпочтительнее применять паровую утилизацию тепла уходящих дымовых газов. Горячая вода может дополнительно использоваться в технологии сушки для подогрева воздуха перед подачей в газовый теплогенератор, а также для предварительного нагрева воды перед водоочисткой и деаэрацией.

Применение для предприятий тригенерационных комплексов в составе собственных мини-ТЭЦ позволяет привести электро-, тепло- и холодоснабжение к современному техническому уровню, снизить затраты на энергоресурсы и обеспечить независимость производства от внешних сетей энергосистем.

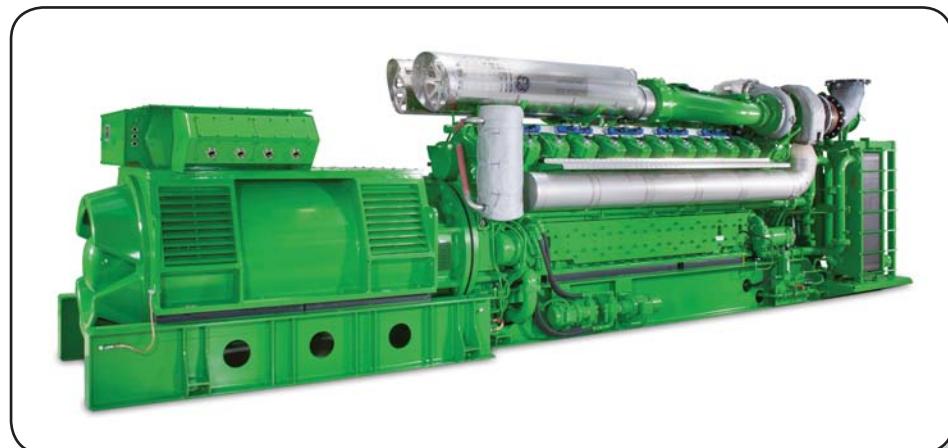
Основные и особенно важные преимущества собственного тригенерационного комплекса:

- получение дешевой электроэнергии для нужд предприятия;
- эффективное использование топлива (газа) – общий коэффициент использования топлива в установках достигает 90 %;
- получение необходимого количества дешевого теплоносителя для технологии тригенерации;
- снижение уровня выбросов вредных веществ и парниковых газов.

Анализ, проведенный компанией, показал: при существующих режимах работы себестоимость электроэнергии, генерируемой собственным энергоисточником, составляет 1–1,5 руб./кВт·ч при существующем тарифе в энергосистеме 3,5–4,5 руб./кВт·ч.

Среди проектов мини-ТЭЦ для предприятий пищевой промышленности можно выделить проект создания электростанции для СП «Санта Бремор», выполненный подразделением группы компаний VAPOR-FILTER в Белоруссии.

Станция размещена в отдельно стоящем здании, построенном на площадке в производственной зоне СП «Санта Бремор». Цель строительства – обеспечение потребителей завода собственной дешевой электроэнергией, технологическим паром и ГВС, получаемыми в когенерационном режиме, позволяющем



наиболее эффективно использовать природный газ.

Энергокомплекс включает три газопоршневых агрегата производства GE Jenbacher и один трехсекционный котел-утилизатор VAPOR. Мощность комплекса – 4,2 МВт, что необходимо для удовлетворения потребности предприятия в электрической энергии и отопления производственных и административных помещений. Параметры выдаваемой электроэнергии: напряжение – 10 кВ, частота тока – 50 Гц. Электрический КПД каждого модуля составляет 42,1 %. Каждый процент КПД дает значительную экономию топлива, особенно при больших установленных мощностях, а также при работе в режиме с неполной утилизацией. Значение электрического КПД увеличивается с ростом стоимости природного газа, поскольку топливная составляющая в полной себестоимости производимой энергии возрастает вместе со стоимостью газа.

Получение горячей воды на отопление и ГВС температурой 70–90 °C реализуется двумя способами. Во-первых, часть теплоносителя нагревается теплом, отбираемым от двигателя (система охлаждения топливной смеси, масла, рубашки двигателя). Во-вторых, происходит частичный нагрев воды в экономайзерах сетевой воды за счет охлаждения дымовых газов двигателя со 192 до 120 °C.

По технологии производства на предприятии требуется 1,5 т/ч пара. Паровой трехсекционный котел предназначен для генерации насыщенного пара давлением 6 бар за счет утилизации тепла выхлопных

газов 3 ГПУ (выхлопные газы ГПУ проходят по трубному пространству парового котла-утилизатора, нагревая питательную воду с последующим парообразованием). За счет утилизации тепла дымовых газов двигателей, поступающих с температурой 399 °C в котел-утилизатор, образуется 2280 кг/ч пара.

Общий объем инвестиций по данному проекту превысил 2 млн евро. По расчетам специалистов предприятия, все затраты окупились за три года: выработка собственной электрической и тепловой энергии позволила предприятию сэкономить до 30 % в этой статье затрат.

В перспективе потребление пара на предприятии увеличится до 3,5 т/ч в связи с введением дополнительной производственной линии. Поэтому было принято решение о строительстве второй очереди энергоСентра с установкой еще одного газопоршневого агрегата с котлом-утилизатором и горелкой.

Кроме экономической составляющей, важнейшим преимуществом внедрения когенерации является повышение надежности энергоснабжения. Внезапное его отключение приведет к убыткам и недополучению прибыли, а возможно, и снижению деловой репутации. Аварийные отключения могут стать причинами выхода из строя дорогостоящего оборудования, потери сырья и порчи продукции. В случае наличия собственной ТЭЦ потребитель застрахован от перебоев в централизованном энергоснабжении, время от времени возникающих вследствие либо износа основных фондов энергосистемы, либо других непредвиденных случаев.

Инвестиции в собственную генерацию: нюансы, о которых стоит знать

И. Скородумов, эксперт по управлению рисками в проектах малой энергетики, Департамент экспертизы проектов и оценки рисков ООО «ГПБ – Энергоэффект»

От чего зависит эффективность инвестирования в объекты собственной генерации и как ее можно управлять? Стоит ли участвовать в строительстве своего энергоцентра или все же выгоднее покупать электроэнергию у гарантированных поставщиков? Эти вопросы волнуют специалистов многих промышленных предприятий.

Плюсы и минусы собственной/распределенной генерации в сравнении с оптовой генерацией детально рассматривались в исследовании энергетического центра «Сколково» – «Развитие распределенной генерации», которое вышло в свет в августе 2012 г. В нем на основании методик, принятых для оптовой генерации, делается попытка оценить эффективность розничной. Данная работа является во многом пионерской и имеет ряд серьезных недостатков.

Так, ее авторы не учитывают, что затраты на топливо, составляющие до 80 % операционной себестоимости генерирующего оборудования, целиком зависят от его КПД. К примеру, в качестве среднего фактического показателя расхода топлива на ГТУ они указывают 360 м³ газа на МВт·ч. Исходя из того, что по ГОСТ стандартной калорийностью газа принято значение 7900 ккал/1000 м³, вычисляется КПД выбранной ГТУ 30 %. На самом же деле разброс КПД, исходя из потенциала современных технологий в простом цикле, составляет от 20 до 48 %. То есть потенциал снижения затрат на топливо составляет 48/30 = 1,6 раза. Учитывая, что расходы на топливо составляют до 80 % операционной себестоимости оборудования, получаем общее снижение себестоимости производства на 28 %!

В качестве среднего срока капитального строительства объектов генерации

авторы работы указывают четыре года. Однако такой срок корректен лишь для объектов оптовой генерации, в то время как для объектов распределенной генерации мощностью менее 25 МВт он может составлять менее одного года. Это связано с малой мощностью объектов и наличием большого количества типовых решений «под ключ» или контейнерных решений производителей оборудования.

Согласно собственным расчетам, внутренняя норма доходности IRR по реальным проектам с использованием генерации на природном газе составляет 27–35 % (простой срок окупаемости – 5–7 лет), а у проектов с использованием генерации электроэнергии из отходов производства (попутных, доменных, коксовых газов и т.п.) этот показатель достигает 42 % при простом сроке окупаемости до пяти лет. Ряд проектов сейчас находится на операционной стадии, и генерируемая ими отчетность соответствует расчетной с точностью до ± 5 %.

Также исследование энергетического центра «Сколково» не дает ответ на вопрос о влиянии проектов собственной генерации на финансовую отчетность компании-инициатора.

Взглянем с этой точки зрения на предельно допустимый срок окупаемости проектов вспомогательных производств (именно к ним и относится собственная генерация). Для большинства российских компаний он составляет не более

3–4 лет при IRR не менее 50 %. В связи с этим реализация проекта собственной генерации на балансе компании-инициатора приводит к ухудшению показателя долг/EBITDA и формально является в чистом виде неэффективной инвестицией.

В результате мы можем иметь высокоэффективный проект по сравнению с другими проектами в отрасли генерации электроэнергии, но крайне неэффективный для самого предприятия.

Как избежать данного противоречия? Если проанализировать аналогичные проекты в Европе и США, то они реализуются тремя способами.

Способ №1. Получение дополнительного дохода за счет поставки электроэнергии в энергосистему для покрытия пиковых нагрузок на сеть

Это вариант повышения эффективности инвестиций за счет продажи электроэнергии в период пиковых нагрузок на энергосистему и получения доходов от оператора. В таких случаях он на балансирующем рынке выставляет на продажу срочную потребность в дополнительной мощности. Так, в США подобные торги могут проводиться за 10 мин до самого факта генерации. При этом стоимость такой пиковой электроэнергии может доходить до 2000 долл. США/МВт·ч. В результате при правильном выборе обо-

рудования этот подход позволяет окупить проект только за счет продажи электроэнергии.

В энергосистеме РФ возможно получение дополнительного дохода в случае продажи электроэнергии в пиковые часы гарантирующему поставщику. Согласно сложившейся практике, оплата электроэнергии, производимой объектом малой генерации, осуществляется по двухставочному тарифу:

- оплата мощности из расчета руб./МВт/месяц. В цене электроэнергии она составляет до 35 %. Объем выданной мощности рассчитывается по пиковым часам рабочих дней. В день пиковый только один час;

- оплата электроэнергии из расчета руб./МВт·ч. Расчитывается по часам по результатам торгов. Колебания между дневной и ночной ценами доходят до 100 % (ночной цены). Периодически бывает нулевая ночная цена.

Соответственно, если продавать электроэнергию гарантирующему поставщику только в пиковые часы в рабочие дни (т.е. 20 ч в месяц), владелец объекта генерации получает 40 % всех денег, которые он может заработать за счет поставок электроэнергии в сеть.

Способ №2. Модель performance contact с расчетом платежей по формуле без обязательной части

В рамках данной модели энергосервисная компания заключает контракт на создание электростанции для нужд клиента, а оплату по возврату инвестиций привязывает к объему выработанной электроэнергии и произведенного тепла. При этом в контракте не выделяется обязательная часть платежа, именно: не указывается, что платеж не может быть меньше определенной суммы. Разумеется, в договоре фиксируется стоимость контракта, но не указывается его длительность. При соблюдении еще ряда условий задолженность по данному контракту не фиксируется как долгосрочный долг и не ухудшает долговую позицию компании.

Способ №3. Создание проектной компании с компанией-инвестором

В рамках этого подхода создается дочернее общество между инвестором и заказчиком. При этом заказчику принадлежит менее 20 % в совместном предприятии. На балансе данного общества строится объект генерации. Созданный объект генерации должен продавать продукцию как заказчику, так и другим потребителям. При этом объем продаж в адрес заказчика должен быть не более 25 % общего объема продаж. Также данная компания должна сохранять прибыльность в случае отказа компании-заказчика от ее продукции/услуг. Заказчик может зафиксировать свое желание после окупаемости затрат инвестора приобрести данную компанию, для чего заключается соглашение о намерениях.



Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

testo 340: эффективный анализатор дымовых газов для промышленного применения

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

Особенности проектирования систем вентиляции в производственной зоне здания мини-ТЭЦ

Н. Куликов, Московский государственный строительный университет

Схема организации общеобменной вентиляции и расчет требуемого воздухообмена на мини-ТЭЦ очень важны. Для бесперебойной и высокопроизводительной работы требует ся достаточный воздухообмен.

На мини-ТЭЦ используется принцип комбинированной генерации (когенерации). В процессе выработки тепловой и электрической энергии агрегат мини-ТЭЦ и вспомогательное оборудование выделяют теплоту, которая ассилируется системами вентиляции и кондиционирования воздуха.

По нормативным требованиям допустимая температура в производственной зоне здания мини-ТЭЦ изменяется в диапазоне от 10 до 40 °C. Резкие колебания основных параметров воздуха (температуры и давления) нежелательны, так как определенный микроклимат в этой зоне обеспечивает бесперебойную работу оборудования мини-ТЭЦ. Недостаточный воздухообмен является причиной перебоев в работе и уменьшения производительности агрегатов мини-ТЭЦ.

Следует обратить внимание на направление струи приточного воздуха. Она должна направляться равномерно от генератора к двигателю. Для предотвращения скачков давления из-за вентиляторов, работающих в заданном режиме, не следует допускать прямого задувания в воздушный фильтр. В его зоне должна поддерживаться постоянная температура. Температура приточного воздуха на выходе из воздухораспределителя должна быть больше 0 °C, а максимальная скорость струи при входе его в рабочую зону не должна превышать 0,25 м/с.

Система вентиляции должна подавать необходимое количество воздуха, чтобы его хватило и на ассилиацию теплоизбыток, и на удовлетворение

потребности в воздухе для сгорания топлива (даные можно найти в технических паспортах установок мини-ТЭЦ). На отвод теплоизбыток количество воздуха берется из специальных расчетов. То есть при определении расхода приточного воздуха должно соблюдаться равенство:

$$G_{\text{пр}} = G_0 + G_{\text{уд}}, \text{ кг/ч.}$$

Составляя балансовое уравнение расхода приточного воздуха, получаем:

$$ct_{\text{пр}} G_{\text{пр}} = ct_0 G_0 + ct_{\text{уд}} G_{\text{уд}} + Q_{\text{об}},$$

отсюда

$$G_{\text{пр}} = (ct_{\text{р.з.}} G_0 + ct_{\text{уд}} G_{\text{уд}} + Q_{\text{об}}) / ct_{\text{пр}}, \text{ кг/ч,}$$

где $G_{\text{пр}}$ – расход приточного воздуха, кг/ч; c – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг·К; $t_{\text{р.з.}}$, $t_{\text{уд}}$, $t_{\text{пр}}$ – соответственно, температуры рабочей зоны, удаляемого и приточного воздуха, °C; G_0 – расход воздуха, необходимый для горения топлива, кг/ч; $G_{\text{уд}}$ – расход удаляемого воздуха, кг/ч; $Q_{\text{об}}$ – тепловыделения от оборудования, Вт.

В помещениях мини-ТЭЦ система вентиляции может быть как с естественным, так и с механическим побуждением тяги. И в том, и в другом случае подача воздуха в помещение может осуществляться по схеме «сверху вниз» (рис. 1) или «снизу вверх» (рис. 2).

При схеме подачи воздуха «сверху вниз» в рабочую зону он поступает теплым за счет нагревания тепловой энергией Q , выделяемой оборудованием, тем самым уменьшая риск заболевания обслуживающего персонала. Ассилиация теплоизбыток проходит менее интенсивно, чем при схеме «снизу вверх».

Если использовать эту схему, то интенсивность ассилиации возрастет за

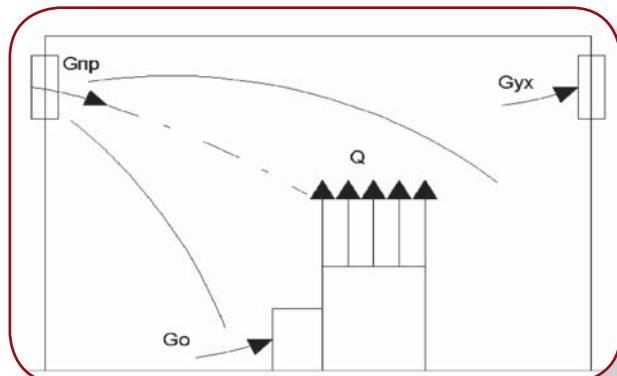


Рис. 1

счет направления потока снизу вверх, но вместе с ней увеличивается и риск заболевания персонала из-за отсутствия подогрева приточного воздуха.

В помещениях мини-ТЭЦ может быть выполнена вентиляция, обеспечивающая избыточное или пониженное давление. Во всех представленных случаях есть свои преимущества и недостатки.

Подача чистого приточного воздуха в помещение должна обеспечивать избыточное давление, что не дает возможность попадать загрязненному наружному воздуху вовнутрь.

При этом максимальное избыточное давление в помещении не должно превышать 0,5 мбар (при повышении давления больше этой величины возникают трудности с открытием дверей). Избыточное давление в производственной зоне мини-ТЭЦ способствует уменьшению опасности выхлопов отработавших газов; снижению вероятности (опасности) коррозии (остаток газа при остановке двигателя прогоняется вентиляцией из коллектора для отходящих газов); уменьшению загрязнения помещения производственной зоны мини-ТЭЦ.

Отрицательное (пониженное) давление

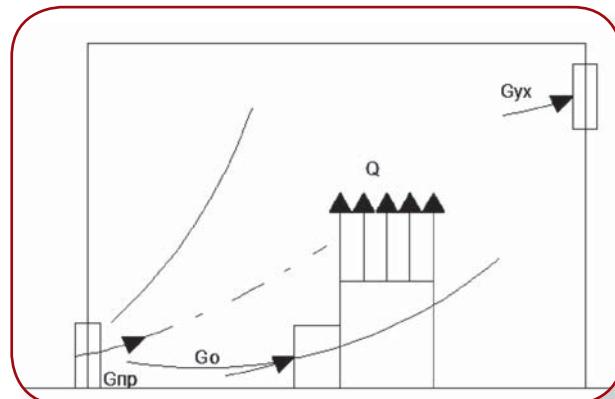


Рис. 2

в производственной зоне способствует возможности утечки газа из помещения мини-ТЭЦ на улицу (газ не перетекает в другие части здания); улучшению рас-

пределения температуры и закрытия дверей.

При проектировании мини-ТЭЦ надо учесть обеспечение агрегата и дополнительного к нему оборудования огнеупорной изоляцией, чтобы уменьшить теплопоступление в помещение производственной зоны мини-ТЭЦ.

Для того чтобы в холодный период года температура в помещении мини-ТЭЦ, а соответственно, и в

воздушном фильтре была не слишком низкой, на воздухозаборных проемах необходимо устанавливать систему регулирования температуры воздуха.

При этом следует организовать процесс управления оборотами вентилятора, что обеспечивает регулирование температуры в помещении.

При проектировании систем вентиляции необходимо учесть доминирующее направление розы ветров для местности. Отработанный воздух не должен удаляться в направлении ветра, так как сильный ветер может вывести из строя вентиляционную систему.

Приточную решетку воздухозаборной шахты нежелательно располагать с южной стороны в связи с ее сильным нагреванием в летние месяцы.

Шумоглушители устанавливаются в каналах в соответствии с расходом воздуха и характеристиками глушения шума.

jeremias®

ДЫМОХОДНЫЕ СИСТЕМЫ



На предках рекламы

НЕМЕЦКИЕ ДЫМОХОДЫ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ JEREMIAS - КАЧЕСТВО, СЕРВИС И ИННОВАЦИИ

Применение: для частных домов, квартир и промышленных зданий. Диаметр: 80 мм - 3500 мм.

- Завод в городе Королеве (Московская область) • Тел.: +7 (495) 664 23 78 • info@jeremias.ru • www.jeremias.ru







Новая мини-ТЭЦ мощностью 21,5 МВт на территории Среднеуральского медеплавильного завода (г. Ревда, Свердловская область, предприятие металлургического комплекса УГМК) не только снабжает электроэнергией основных потребителей на заводе, но и обогревает его.

Мини-ТЭЦ на СУМЗ – первый в России энергосервисный проект в распределенной генерации

Н. Козырин, начальник мини-ТЭЦ СУМЗ

Основная цель мини-ТЭЦ – обеспечение надежности энергоснабжения предприятия, а также снижение затрат на приобретение энергоресурсов и теплоснабжение самого завода.

Решение о необходимости собственной генерации на предприятии было принято в связи с рядом аварий, самая крупная из которых случилась 19 ноября 2009 г. Тогда произошли полное отключение электроустановок ОАО «СУМЗ» от центра питания Первоуральского энергоподстанции 220/110 «Первоуральск» и полный останов оборудования предприятия в течение 40 мин, в том числе водооборота охлаждения печей Ванюкова №1 и 2, цеха серной кислоты, кислородно-компрессорного цеха и других объектов системы жизнеобеспечения. По результатам отключения был составлен акт рас-

следования инцидента и принят ряд мер по повышению надежности электроснабжения ОАО «СУМЗ». Проведены совещания специалистов ОАО «СУМЗ» с руководством ООО «УГМК-Холдинг».

Оптимальным вариантом повышения надежности электроснабжения систем жизнеобеспечения и промышленной безопасности ОАО «СУМЗ» было признано строительство мини-ТЭЦ мощностью 21,5 МВт на базе газопоршневых установок.

Инвестором данного проекта выступила компания ЗАО «Штарк Энерджи Екатеринбург», заказчиком – ОАО «СУМЗ».

Строительство здания мини-ТЭЦ началось в конце 2012 г. на земельном участке общей площадью 8291 м². На СУМЗ была выполнена реконструкция сетей. В том числе в отдельно стоящем здании



построена подстанция 6 кВ «НОВ ЦСК» (без постоянного обслуживающего персонала) для электроснабжения четырех синхронных электродвигателей насосов обратной воды. Мощность одного электродвигателя – 1250 кВт. Также построены кабельные линии 6 кВ, общая протяженность сетей – 10 км.

Реконструкция сетей СУМЗ выполнялась в условиях действующего производ-



ства медеплавильного цеха, цеха серной кислоты и обогатительной фабрики с обеспечением полной безопасности выполнения работ. Новая мини-ТЭЦ была введена в строй в июле 2014 г.

Мини-ТЭЦ предназначена для энергоснабжения потребителей системы жизнеобеспечения ОАО «СУМЗ» и является самостоятельным подразделением ЗАО «Штарк Энерджи Екатеринбург». Установленная электрическая и тепловая мощность рассчитана на основании технических характеристик оборудования при условиях ISO, она составляет: электрическая — 21,5 МВт, тепловая — 17,9 Гкал/ч. В качестве основного топлива для мини-ТЭЦ используется природный газ. Годовая потребность мини-ТЭЦ в топливе (природный газ) — 41 млн м³.

Сегодня мини-ТЭЦ, как это и планировалось, обеспечивает электроэнергией треть потребления завода: часть химико-металлургического комплекса и всю обогатительную фабрику. Около 20 МВт вырабатывает мини-ТЭЦ, а 40 МВт поступает из внешней сети. В период планового летнего останова котельной мини-ТЭЦ своими мощностями обеспечивает завод тепловой энергией.

На мини-ТЭЦ СУМЗ установлены пять газопоршневых агрегатов немецкой фирмы Motoren Werke Manheim с генераторами переменного тока итальянской фирмы Marelli по 4,3 МВт каждый. Они имеют достаточно высокий КПД — около 87 % в режиме когенерации, который позволяет достичь высокой эффективности, что невозможно при работе только в электрификационном режиме. Отсутствуют значительные транспортные потери в сетях, поскольку объект максимально приближен непосредственно к потребителю.

Система управления газопоршневыми агрегатами уникальна. Благодаря автоматизации, она осуществляет контроль и мониторинг всех функций и параметров агрегатов, что обеспечивает

эффективную загрузку, эксплуатационную надежность, простоту и удобство в работе. ТЭЦ функционирует в режиме параллельно с сетью, но при этом может работать и автономно. Если по каким-то причинам прекращается подача электроэнергии на предприятие из внешней сети, станция может быть запущена в автономном режиме, который позволит заводу поддерживать в рабочем состоянии жизненно важные объекты и плавно, без аварии, остановить основное производство.

Общая стоимость реализации проекта составила около 1 млрд рублей. Проект по строительству собственной генерации на СУМЗ реализован по схеме BOT-contract (build-operate-transfer), которая предполагает строительство мини-ТЭЦ на средства инвестора с последующей передачей объекта в аренду предприятию на срок, равный сроку окупаемости для инвестора. Для данной мини-ТЭЦ он должен составить 9 лет, за это время инвестор вернет затраты и получит прибыль. Затем объект генерации передается в собственность предприятия для дальнейшей эксплуатации.

Такая схема реализации энергетического проекта уникальна не только для Уральской горно-металлургической компании, но и для России. Это первый в нашей стране энергосервисный проект в распределенной генерации, он передовой не только с технической стороны, но и по форме сотрудничества. На практике проект реализован компанией, предложившей юридическую схему, современные технические решения и осуществившей финансирование.

Очевидна выгода для предприятия: не вкладывая собственных средств в непрофильное для себя дело, не имея рисков, оно повышает свою энергоэффективность и энергобезопасность.

Главным достижением стало формирование профессионального коллектива единомышленников, нацеленных на осознанное решение задач. На мини-ТЭЦ работают 26 человек, часть трудится по сменному графику, часть — по 8 ч 5 дней в неделю. Отсутствует текучесть кадров.

В здании мини-ТЭЦ сотрудников практически не видно. Они следят за процессом за мониторами компьютеров, так как оборудование работает в автоматическом режиме.

Что касается работы оборудования станции, прошедший со дня пуска период подтвердил, что решения были приня-

ты правильно, сама идея была реализована квалифицированно и грамотно. Особых вопросов нет ни по оборудованию, ни по внешним коммуникациям, ни по учету, ни по потреблению, ни по удельным нормам — везде все в порядке. Следовательно, был выбран правильный подход на стадиях проектирования, реализации строительно-монтажных, организации пусконаладочных работ.

В 2016 г. АО «Уралэлектромедь» приступило к проектированию мини-ТЭЦ мощностью 2,4 МВт на филиале «Производство сплавов цветных металлов» (пос. Верх-Нейвинский, Свердловская область). Общий объем инвестиций в энергопроект в этом году составит 180 млн рублей. В текущем году запланировано и проектирование мини-ТЭЦ мощностью 25 МВт на основной промышленной площадке в Верхней Пышме.



Газопоршневой агрегат



Помещение газоводяных теплообменников

Согласно стратегии УГМК по обеспечению собственной энергобезопасности, подобные объекты появятся и на других предприятиях УГМК. При проектировании подобных энергообъектов компания может предложить комплекс дополнительных мероприятий по утилизации вторичных энергоресурсов. Суммарная планируемая мощность электростанций составит порядка 200 МВт, что позволит значительно повысить надежность энергоснабжения предприятий холдинга.

Водоподготовка стационарных паровых котлов с естественной циркуляцией давлением до 3,9 МПа

М. Иванов

Если в паровой котел поступает вода ненадлежащего качества, то на поверхностях оборудования будет развиваться коррозия, что может привести к преждевременному выходу его из строя, снижению КПД котла и повышению производственных издержек. Во избежание этих негативных процессов воду, используемую в котлах, подвергают водоподготовке.

Водоподготовка для паровых котлов включает примерно одни и те же стадии. Некоторые отличия в технологической схеме в большинстве случаев вызваны различиями в составе примесей исходной воды, конструкций котла и их технологических параметров. Показатели качества исходной воды для питания паровых котлов следует выбирать на основании анализов, которые должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйствственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» (актуализирован 06.04.2015 и 12.02.2016), РТМ 24.030.24-72 «Котлы паровые низкого и среднего давления. Организация и методы химического контроля за водно-химическим режимом» (актуализирован 12.02.2016) и РД 10-179-98 «Методические указания по разработке инструкций и режимных карт по эксплуатации установок докотловой обработки воды и по ведению водно-химического режима паровых и водогрейных котлов» (актуализированы 12.02.2016).

Воду для питания котлов можно брать из системы централизованного водоснабжения. Такая вода проходит предварительную водоочистку, поэтому будет иметь относительно мало примесей. В этом случае водоподготовка обычно проводится по упрощенной схеме. Вода для питания котлов может использоваться

непосредственно из природного источника или из систем оборотного или централизованного водоснабжения. Во всех случаях системы водоподготовки будут организовывать в зависимости от качества исходной воды. Питательная вода для паровых котлов должна соответствовать требуемым параметрам качества, которые регламентированы ГОСТ 20995-75 «Котлы паровые стационарные давлением до 3,9 МПа. Показатели качества питательной воды и пара» (с дополнениями и изменениями от 12.02.2016). Показатели качества питательной воды водотрубных котлов на входе в котел перед экономайзером не должны превышать указанных в таблице.

Значение общей жесткости, содержание примесей железа и концентрация растворенного кислорода, указанные в числителе, соответствуют котлам, работающим на жидком топливе. Для котлов, работающих на других видах топлива, эти характеристики качества воды указаны в знаменателе.

Диапазон изменения уровня pH питательной воды может быть существенно расширен. Так, при значении карбонатной жесткости исходной воды более 3,5 мг-экв/л допускается повышение верхнего предельного значения pH до 10,5. Если же при обработке воды применялись вакуумные деаэраторы, то нижний предел уровня pH может быть изменен до значения 7,0.

Если же используются паровые котлы зарубежных фирм, то для питательной воды производители обычно руководствуются критериями Европейского стандарта EN 12953-10. Согласно этому документу, параметры качества воды разделяются на две группы: паровые котлы с давлением от 0,5 до 20 бар и агрегаты с давлением более 20 бар. В EN 12953-10 указано, что проба котловой воды должна удовлетворять требованиям, которые помимо давления зависят от величины электрической проводимости питательной воды. Требования к качеству питательной воды котлов зарубежной поставки приведены в паспортах и других документах фирм-изготовителей.

Для того чтобы питательная и котловая воды удовлетворяли существующим требованиям, необходима водоподготовка. Если исходная вода из поверхностного водоисточника, то, как правило, применяют технологию «предочистки», т.е. отстойники или осветлители с реагентами (известь, сода кальцинированная) с коагулированием и флокулированием, с последующим осветлением в осветительных фильтрах.

При небольшой загрязненности исходной воды (взвешенные примеси – до 100 мг/л) можно ограничиться осветительными фильтрами с фильтрующей и/или сорбционной загрузкой. Далее следуют стадии умягчения (иногда обес-

Таблица. Характеристики качества питательной воды на входе в котлы с различными рабочими давлениями

Показатели качества котловой воды паровых котлов с различными рабочими давлениями	До 1,4 МПа включительно	2, 4 МПа	3, 9 МПа
Прозрачность по шрифту, см	>40	>40	>40
Общая жесткость, мкмоль/л	15 / 20	10 / 15	5 / 10
Концентрация всех видов примесей железа (в пересчете на Fe), мкг/л	300	100 /200	50 / 100
Содержание соединений меди, мкг/л	Не нормируется	Не нормируется	10
Содержание растворимого кислорода, мкг/л	30 / 50	20 / 50	20 / 30
pH при 25 °C	8,5–9,5	8,5–9,5	8,5–9,5
Содержание нефтепродуктов, мг / л	3, 0	3, 0	0, 5

соливание ионированием или мембранные), дегазация, ввод химических реагентов в котловую воду.

Обычно водоподготовка начинается с очистки воды от механических примесей. Традиционно для этого используют насыпной фильтр механической очистки или же гравийный фильтр с различной степенью дробления. Данный этап позволяет устранить из воды любые твердые примеси. После исчерпания своего ресурса такой фильтр регенерируют водой методом обратной промывки.

Начиная с 90-х гг. прошлого столетия, для очистки воды в котельных стала применяться ультрафильтрация. В настоящее время этот метод считается наиболее эффективным при удалении механических примесей. Наиболее прогрессивными с точки зрения эксплуатации считаются мембранные, позволяющие применять водо-воздушную промывку для удаления грязи.

Среди материалов для таких мембран отдается предпочтение гидрофильтрующим материалам, изготовленным из механически и химически стойких полимеров, например, гидрофилизированного поливинилиденфторида (обозначается как ПВДФ, а в англоязычных странах используются символы CH-PVDF). Мембранны из ПВДФ с размерами пор от 0,2 до 0,8 мкм обладают высокой пропускной способностью.

Следующим этапом водоподготовки чаще всего является умягчение.

Самый простой и распространенный способ – использование ионообменных смол, в частности натрий-катионирование. В ряде случаев качество исходной воды или воды после «предочистки» вынуждает применять водород-натрий-катионирование, натрий-хлор-анионирование, аммоний-натрий-катионирование – условия применения этих методов (как и натрий-катионирования) приведены в СНиП II-35-76 (актуализированы в виде СП 89.13330.2012).

В процессе ионообменной фильтрации на катионообменной смоле задерживаются Ca^{2+} и Mg^{2+} , а в воду поступают Na^+ . В результате этого в очищаемой воде вместо плохо растворимых солей жесткости образуются хорошо растворимые соли натрия. После выработки своего ресурса ионообменная смола отправляется на регенерацию, в результате чего образуются стоки с высокой концентрацией солей. Возникают сложности с их утилизацией.

Кроме этого, в последнее время в системах паровых котлов стала использоваться так называемая безреагентная обработка воды. Применяют также обработку воды комплексообразователями (комплексонами). Эта технология может использоваться как самостоятельно, так и совместно с другими, указанными

выше, технологиями. Применяют и ультразвуковую обработку воды.

В большинстве случаев безреагентная обработка включает воздействие на воду электрических, магнитных, электромагнитных и кавитационных полей. Оно способствует формированию из солей жесткости легких подвижных осадков, которые затем просто удаляются фильтрованием. Самым простым среди них является обработка потока воды магнитными аппаратами, создающими сильное поле. В результате такого воздействия соли меняют свою структуру и выпадают в осадок в виде мелких иголок.

Недостатками применения магнитных аппаратов являются определенные требования по температуре воды и постоянство скорости ее течения через аппарат. Чтобы избежать этих недостатков, на поток воды дополнительно воздействуют электрическим, постоянным или переменным полями. В результате такого комбинированного воздействия были созданы электромагнитные установки для безреагентного умягчения воды, которые менее чувствительны к изменению температуры и скорости потока.

После этого воду часто отправляют на установки обессоливания. Для этой цели используются следующие методы очистки: ионообменная фильтрация, мембранные фильтрация на установках обратного осмоса, электродиализ и выпарка. Среди специалистов нет единого мнения о техническом и экономическом превосходстве каждого из перечисленных методов. До конца 80-х гг. прошлого столетия считалось, что при концентрациях общего солесодержания более 2 г/л лучше использовать выпарку, а при меньшем содержании солей – ионный обмен.

Проведение обессоливания по методу ионообменной фильтрации заключается в совместном осуществлении сначала Н-катионирования, когда катионы металлов обмениваются H^+ , а затем анионирования с обменом анионов на OH^- . Этот метод надежен и способен эффективно работать при переменных параметрах воды. Для этого метода также характерны небольшие капитальные затраты и расходы энергии. Среди недо-

ВОДОПОДГОТОВКА

статков ионообменного обессоливания можно отметить следующее. С ростом солесодержания возрастают объемы ионитов, увеличиваются объемы реагентов, требуется довольно громоздкое оборудование. В дополнение к этому при регенерации ионообменных смол образуются значительные объемы отходов, которые требуется нейтрализовать перед сбросом.

Такой метод обессоливания, как выпарка позволяет утилизировать избыточную теплоту теплоэнергетических объектов. В этом случае одновременно с обессоливанием происходит удаление из воды растворенных газов. Количество отходов небольшое, но для осуществления этого способа необходимо дорогостоящее оборудование.

Стремительный прорыв в области совершенствования мембранных методов очистки, произошедший в конце XX столетия, позволил постоянно снижать стоимость установок обратного осмоса и повышать качество обессоливания воды. Поэтому такие установки стали применяться в теплоэнергетике для водоподготовки. Основу установок обратного осмоса составляют очень тонкие мембранны, которые пропускают преимущественно воду и задерживают основную долю солей. Эти мембранны очень чувствительны к присутствующим в воде примесям, поэтому воду на такую очистку подают только после предварительной обработки. Преимуществами этого метода является малый объем невредных отходов и низкие эксплуатационные затраты. Однако для мембранный фильтрации на установках обратного осмоса необходимы значительные затраты на оборудование, расходные материалы, а также требуется тщательная предподготовка и большой объем стоков.

И, наконец, последний метод – электродиализ. Он основан на использовании двух видов ионообменных мембран: одни при пропускании через воду постоянного электрического тока задерживают преимущественно катионы, а другие – анионы. В результате вода освобождается от растворенных солей. К сожалению, этот метод пока не приобрел широкого распространения, вероятно,

из-за малой степени обессоливания и относительно высокой вероятности проката ионов через мембранны. Помимо этого, для осуществления электродиализа требуются большие энергозатраты и значительный расход воды.

После умягчения и обессоливания, если это требуется, воду направляют на дегазацию. На котельных установках наиболее экономически выгодно проводить термическую дегазацию за счет использования местного тепла. При термической дегазации воду нагревают до температуры, когда растворимые газы испаряются. Часто для паровых котлов малой мощности и установок с возвратным конденсатором применяют системы с так называемой частичной дегазацией. Такие аппараты обычно работают в диапазоне температур 85–90 °С. В этих условиях большинство растворимых газов испаряются с поверхности нагретой воды и удаляются вместе с выпаром. В случае, если котельная установка имеет достаточно высокую энергетическую мощность или на ней получают невозвратный конденсат, часто применяют деаэрацию атмосферного или вакуумного типа, при которой газы удаляются за счет нагрева путем диффузии из дисперсных частиц воды.

Последним завершающим этапом водоподготовки обычно является обработка котловой воды химическими реагентами, которые поглощают остатки растворенных газов, связывают оставшиеся соли жесткости, регулируют значение щелочности воды, ингибируют коррозию металлов, а также способствуют удалению шлама и разрушению минеральных отложений.

Для связывания растворенного кислорода в систему дозируют различные поглотители кислорода. В качестве одного из таких соединений используется сульфит натрия. Также в качестве возможного поглотителя кислорода используется гидразин-сульфат, лишенный «ядовитости» гидразин-гидрата и иногда (редко) применяющийся в котельных среднего давления.

Еще одним химическим соединением, используемым для поглощения кислорода, является карбогидроизид. Однако при взаимодействии карбогидроизид с

кислородом образуется CO₂, при растворении которого в конденсате получается H₂CO₃, вызывающая коррозию в возвратных линиях трубопроводов.

Также применяется в качестве поглотителя кислород метилэтилкетоксим, обозначаемый как МЕКО. Это вещество также обладает пассивирующим действием на поверхность металлов.

Однако лучшим поглотителем кислорода, по мнению специалистов, считается диэтилгидроксиламин, который обозначается DEHA. Он обладает высокой активностью, большой летучестью, безопасен в применении и пассивирует весь пароконденсатный тракт. DEHA является наиболее полезным реагентом для паровых котлов с высоким давлением.

Для обеспечения максимальной защиты оборудования все поглотители кислорода следует дозировать непосредственно в горячую часть конденсационного бака. Это позволяет достичь не только полного смешения реагента с водой, но и достичь завершения химической реакции до момента поступления обработанной воды в паровой котел.

Для связывания солей жесткости и соединений железа применяют реагенты, содержащие триполифосфат натрия и некоторые другие реагенты. В результате химической реакции оставшиеся в воде соли кальция, магния и железа вместе с указанными препаратами преобразуются в мелкодисперсный шлам, который легко удаляют с помощью фильтрования.

Помимо перечисленных, в ряде случаев применяют реагент с торговым названием Hydro-X. Он содержит крахмал, вытяжки из морских водорослей, дубильные вещества, гидроксид натрия, тринатрий фосфат, гликоль и добавку очень малых количеств каталитических веществ, составляющих «ноу-хау» фирмы-разработчика.

При повышенных температурах вода и водяной пар являются достаточно агрессивными веществами по отношению ко многим металлам и сплавам. Поэтому в такую среду следует добавлять ингибиторы коррозии. Поскольку коррозия в этих условиях вызвана присутствием CO₂, то для его связывания

добавляют нейтрализующие амины. В зависимости от их типа, эти реагенты могут быть добавлены в воду, подаваемую в паровой котел, или непосредственно в коллектор пара. Механизм действия нейтрализующих аминов заключается в том, что, испаряясь вместе с водой в газовой фазе, они взаимодействуют с углекислым газом. В результате при конденсации водяного пара свободной углекислоты уже не существует. Обычно в этих препаратах присутствует целый набор аминов с различными температурами конденсации. В итоге некоторые амины конденсируются быстрее и производят защиту в самом начале конденсатных линий. Другие же амины из этих препаратов конденсируются позже и осуществляют защиту на последующих участках линии.

Для коррекции уровня pH котловой воды чаще всего используют препараты на основе гидроксида натрия. Их дозируют в системы с низкими значениями pH воды для повышения уровня щелочности, при котором скорость коррозии минимальна. Такие реагенты также обладают способностью разрыхлять ранее образованные минеральные отложения.

Для снижения скорости их образования часто используют соединения полимерной природы, которые осаждаются на металлической поверхности оборудования, образуя тонкую защитную пленку. Ранее для такой обработки применяли полифорсфорные кислоты, которые, к сожалению, не обеспечивали длительной защиты. Поэтому, по мнению специалистов, более перспективным является использование пленкообразующих аминов, механизм действия которых подобен.

В процессе эксплуатации паровых котлов осуществляется продувка. При этой процедуре из котла производят спуск небольшого количества котловой воды. Вместе с ней уносятся капли, содержащие шлам, взвешенные вещества и твердые осадки. Концентрация этих примесей в котловой воде с течением времени работы котла постоянно повышается. Поэтому, когда ее значение достигнет определенной величины, в котловой воде возрастает поверхност-



ное натяжение, приводящее к вскипанию. Из-за этого пузыри пара не смогут свободно уходить из кипящей воды. Это приводит к уносу части котловой воды с твердыми загрязнениями в паровую систему. Кроме того, вскипание влияет на изменение уровня котловой воды, что вызывает резкий перепад давления водяного пара и возникновение гидроударов. Все это приводит к вынужденной остановке котла.

Продувку паровых котлов осуществляют в соответствии со СНиП II-35-76. Согласно этому документу, величина непрерывной продувки нормируется: для паровых котлов с давлением менее 0,14 МПа продувка не должна превышать 10 % объема котловой воды, а для котлов с рабочим давлением до 0,4 МПа – 5 %. Потери котловой воды восполняются очищенной водой, что позволяет поддерживать концентрацию твердых примесей на требуемом уровне.

Объем (расход) продувки можно уменьшить путем установки (или реконструкцией уже существующих) внутри и вне барабанных паросепарационных устройств. Хорошие результаты достигаются и при вводе в котловую воду пеногасителей. Например, пеногаситель дистероилгексаметилендиамид (диамид) $C_{42}H_{86}N_2O_2$ – этот реагент допустимо применять в котлах давлением до 3 МПа.

После завершения всех этапов обработки воды процедура водоподготовки не считается законченной, пока не проведен аналитический контроль качества полученной воды. Чаще всего среди таких параметров качества фигурируют значения электропроводности, уровня pH, показатели жесткости и щелочности, а также концентрации растворимого в воде кислорода. Несколько часто требуется проводить замер всех этих параметров, обычно сообщают производители котельного оборудования, а также контролирующие органы.

Однако одной из главных задач аналитического контроля качества котловой воды является недопущение передозировки химических реагентов. В большинстве случаев она происходит из-за того, что дозы реагентов назначаются эмпирически или рассчитывается «на глазок».

Передозировка химических реагентов опасна тем, что ухудшается качество обрабатываемой воды. Так, превышение содержание реагента для удаления накипи приводит к повышению электропроводности воды, и, как следствие этого, происходит выпадение новых порций осадка и образование шлама. Еще одним негативным последствием передозировки химических препаратов является вскипание воды в котле.

Эксплуатационные характеристики ветростанций мира

П. Безруких, д. т. н.

П. Безруких (мл.), инженер

В настоящее время нормированная себестоимость электроэнергии на ВЭС меньше, чем на угольных и газотурбинных электростанциях, и в краткосрочной перспективе она будет снижаться. В этой связи в мире возрастает интерес к ветростанциям.



В статье рассмотрена динамика установленной мощности и ее ввода ветростанций до 2014 г. в мире и отдельных странах; приведены результаты расчета коэффициента использования установленной мощности в 24-х странах мира по данным статистики Международного энергетического агентства (IEA) о производстве электроэнергии на ВЭС и Мирового ветроэнергетического совета (GWEC) об установленной мощности ВЭС; приведены оценки доли ветроэнергетики в мировом потреблении электроэнергии и в некоторых странах (по данным BP); определены возможные темпы роста установленной мощности ВЭС в России; показано, что в настоящее время нормированная себестоимость электроэнергии на ВЭС ниже, чем на угольных и газотурбинных электростанциях, и будет снижаться в краткосрочной перспективе.

Краткая характеристики состояния ветроэнергетики

По данным на конец 2014 г., установленная мощность всех электростанций на базе ВИЭ без ГЭС составила 657 ГВт, в том числе ветростанций 370 ГВт, т.е. 56,3 % общей установленной мощности. При этом за период с 2004 по 2013 гг. мощность ВЭС возросла с 48 до 319 ГВт, обеспечив среднегодовой рост мощности по отношению к предыдущему году 26 %. В последние годы этот темп снизился до 16 %, однако есть все основания ожидать в дальнейшем стабильного

роста установленной мощности на этом уровне или небольшого его повышения. Как отмечено выше, в 2014 г. общая установленная мощность составила 370 ГВт, т.е. 16 % к предыдущему году.

Чтобы ощутить масштаб развития ветроэнергетики в мире, укажем, что мощность всех электростанций России в 2014 г. составила 259 ГВт. Знаменательным является тот факт, что в 24-х странах мира установленная мощность ВЭС в 2014 г. превысила 2 ГВт, в 9-ти – 9 ГВт и в 5-ти – 22 ГВт.

Среди этих стран есть не только

Таблица 1. Доля производителей ветроустановок на рынке («топ-10»)

Фирма	Страна	Доля производителей, %		
		2012 г.	2013 г.	2014 г.
Vestas	Дания	14,0	13,1	12,3
Goldwind	Китай	6,0	11,0	9,0
Enercon	Германия	8,2	9,8	7,8
Siemens Wind Power	Германия	9,5	7,4	9,9
GE Wind	США	15,5	6,6	9,1
Gamesa	Испания	6,1	5,5	4,7
Surlon Group	Индия	7,4	5,3	5,8
United Power	Китай	4,7	4,0	5,1
Mingyang	Китай	2,7	3,5	4,4
Nordex	Германия	–	3,3	–
Sinovel (Envision)	Китай	3,2	–	(3,8)
Прочие	–	22,6	30,5	28,2
Объем продаж, ГВт	–	–	37,5	–

Источник: REN 21, 2014. Renewables 2014. Global Status Report.

импортеры, но и экспортёры нефти и газа. В России следовало бы должным образом оценить этот факт и принять меры к действенному стимулированию развития ветроэнергетики. Итак, страны по установленной мощности ВЭС в 2014 г. «выстроились» в следующем порядке (ГВт): Китай – 114,763; США – 65,879; Германия – 39,165; Испания – 22,987; Индия – 22,465; Великобритания – 12,440; Канада – 9,694; Франция – 9,285; Италия – 8,663; Бразилия – 5,939; Швеция – 5,425; Португалия – 4,914; Дания – 4,845; Польша – 3,834; Австралия – 3,806; Турция – 3,763; Румыния – 2,954; Нидерланды – 2,805; Япония – 2,789; Мексика – 2,381; Ирландия – 2,272; Австрия – 2,095; Греция – 1,980; Бельгия – 1,959 (источник: Global Wind Statistics. 2014. Global Wind Energy Council).

Этот процесс сопровождается соответствующим ростом производственных мощностей и завоеванием основных рынков производства и сбыта оборудования несколькими транснациональными фирмами.

При этом наблюдается любопытная картина. За три последних года общая доля первых пяти фирм, присутствующих на рынках многих стран мира, составляет 49–51 %, а доля отдельных фирм колеблется существенно. Остальные фирмы сориентированы в основном на рынок своих стран (табл. 1), но колебания производства для них тоже существенны.

К основным эксплуатационным показателям ветроэнергетики относятся: доля ветра в общем производстве электроэнергии; коэффициент использования установленной мощности; себестоимость производства электроэнергии. Рассмотрим их более подробно.

О доле ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии

В табл. 2, 3 приведены показатели, соответственно, динамики доли ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии в мире и в странах Европейского союза. По предварительным данным, доля ветроэнергетики в мире в 2014 г. превысила 3,1 %, а в Европейском союзе составила в среднем 10 %.

Как видим из табл. 3, лидерами по этому показателю в 2013 г. являются

Таблица 2. Динамика доли ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии в мире

Год	Производство электроэнергии в мире, ГВт	В том числе ветро-станциями, ГВт	Доля ветроэнергетики, %
1990	11 873 184	3 880	0,0327
1995	13 309 852	7 949	0,06
2000	15 505 742	31 369	0,2
2005	18 367 116	103 874	0,56
2010	21 559 212	341 347	1,58
2011	22 252 180	435 250	1,95
2012	22 752 217	520 543	2,29
2013	23 127 000	620 000	2,7 (2,9)*
2014	–	–	–

Источник: IEA Statistics.

* – в скобках по данным REN 21, 2014.

Таблица 3. Доля ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии стран Евросоюза в 2013 г.

Страна	Производство электроэнергии на ВЭС, ГВт	Общее производство электроэнергии, ГВт	Доля ветроэнергетики, %	
			2013	2012
Испания	54 301	285 300	19,0	16,0
Германия	53 400	633 600	8,4	11,0
Великобритания	25 626	356 600	7,2	6,0
Франция	15 900	568 300	2,8	3,0
Италия	14 886	288 400	5,2	5,0
Португалия	11 939	52 700	22,6	17,0
Дания	11 105	34 600	32,1	27,0
Швеция	9 900	160 400	6,2	5,0
Польша	6 600	162 400	4,1	3,0
Нидерланды	5 574	95 100	5,9	4,0
Ирландия	5 000	25 300	19,8	13,0
Бельгия	4 474	85 100	5,3	4,0
Румыния	4 047	59 400	6,8	7,0
Греция	3 500	58 300	6,0	6,0
Австрия	2 882	67 700	4,3	4,0

Источник: BP Statistical Review of World Energy, June 2014; Wind Power in the European Union, 2014.

Дания (32,1 %), Португалия (22,6 %), Ирландия (19,8 %), Испания (19 %) и Германия (8,4 %).

Данные табл. 2 и 3 свидетельствуют, что в странах Евросоюза ветроэнергетика стала значимой отраслью электроэнергетики, темпы роста которой опережают темпы роста традиционных электростанций всех видов.

О коэффициенте использования установленной мощности

Основными эксплуатационными характеристиками электростанции являются коэффициент готовности КГ и коэффициент использования установленной мощности КИУМ. Коэффициент готовности у ВЭС и ТЭС определяет-

Таблица 4. Оценка нормированной себестоимости электроэнергии электростанций в 2010 г. и прогноз на 2018 г.

Тип станции электроэнергии (LEC), \$/МВт·ч	Нормированная себестоимость					
	Минимальная		Средняя		Максимальная	
	2010 г.	2018 г.	2010 г.	2018 г.	2010 г.	2018 г.
Обычные угольные	90,1	89,5	99,6	100,1	116,3	118,3
Усовершенствованные угольные	103,9	112,6	112,2	123,0	126,1	137,9
Усовершенствованные угольные с CCS (системы улавливания и поглощения)	129,6	123,9	140,7	135,5	162,4	152,7
На природном газе (тип): обычные комбинированного цикла	61,8	62,5	68,6	67,1	88,1	78,2
Усовершенствованные комбинированного цикла	58,9	60,0	65,5	65,6	76,1	76,1
Усовершенствованные СС (комбинированный цикл) с CCS	82,8	87,4	92,8	93,4	107,5	107,5
Обычные газотурбинные	94,6	104,0	132,0	130,3	149,8	149,8
Усовершенствованные газотурбинные	80,4	90,3	105,3	104,6	119,0	119,0
Усовершенствованные ядерные	108,4	104,4	112,7	108,4	120,1	115,3
Геотермальные	85,0	81,4	99,6	89,6	113,9	100,3
Биомасса	101,5	98,0	120,2	111,0	142,8	130,8
ВЭС	78,2	73,5	96,8	86,6	114,1	99,8
ВЭС – «Оффшорные»	307,3	183,0	330,6	221,5	350,4	294,7
Солнечные фотоэлектрические	122,2	112,5	156,9	144,3	245,6	224,4
Солнечные тепловые	182,7	190,2	251,0	261,5	400,7	417,6
Гидростанции	58,6	54,4	89,9	90,3	149,7	149,2

Источник: *Levelized Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2011, Report of the US Energy Information Administration (EIA) of the US Department of Energy (DOE). January 23, 2012 и 2013, <http://eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html>.*

ся надежностью оборудования и качеством обслуживания, и в этом смысле ВЭС принципиально не отличается от ТЭС. Коэффициент использования установленной мощности ТЭС определяется, помимо КГ, в основном графиком нагрузки, задаваемом диспетчером энергосистемы. У ВЭС КИУМ определяется поступлением ветровой энергии, т.е. зависит от того, насколько точно измерена среднегодовая скорость ветра на предпроектной стадии и насколько правильно выбраны площадки для ветроустановок.

Вопрос о коэффициенте использования установленной мощности ВЭС КИУМ является ключевым как на этапе проектирования, так и на этапе эксплуатации. Естественно, что не только проектировщики ветростанции, но и изготовители оборудования стремятся заявить на этапе обоснования инвестиций наивысший коэффициент КИУМ и тем самым максимальное годовое производство

электроэнергии. Но на практике это осуществляется редко. По крайней мере, за последние 10 лет авторам не встречались данные статистики по этому вопросу. Пришлось поступить следующим образом: производство электроэнергии ЭГ на ВЭС по странам мира взять из данных статистики Международного энергетического агентства (IEA Statistics), а данные об установленной мощности на конец года НГ и годовом вводе мощности ΔN_G – из статистики Мирового ветроэнергетического совета (GWEC) тоже на конец года.

При расчете КИУМ необходимо знать, сколько времени проработала в течение текущего года каждая ветроустановка. При отсутствии этих данных предложено определить два значения КИУМ – минимальное и максимальное.

Конечно, по странам и годам это условие не соблюдается, но полученные данные представляют практический интерес, особенно на этапе проекти-

рования. Расчеты показывают, что при относительно небольшом вводе мощности минимальные и максимальные значения КИУМ, как и следовало ожидать, близки.

Авторами проведены расчеты КИУМ для ветростанций 24-х стран мира, в которых общая установленная мощность ВЭС превышает 2 ГВт. Так называемые «Топ-24» расчеты выполнены по данным за период 2000–2012 гг. Они могут служить прекрасным ориентиром для планирования темпов развития ветроэнергетики России.

Результаты суммировать можно следующим образом. В период 2012–2013 гг. значение больше 0,4 получила Канада, больше 0,3 получили США, Испания, Великобритания, Австралия, Турция; больше 0,2 – Индия, Франция, Италия, Бразилия, Швеция, Португалия, Дания, Польша, Румыния, Нидерланды, Япония, Ирландия, Австрия, Греция, Бельгия. У остальных стран меньше 0,2.

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
Выставка по теплоэнергетике

ufi
Approved Event



котлы и горелки

BOILERS AND BURNERS

4-7 октября 2016
Санкт-Петербург

VI Международный Конгресс



Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития

Реклама

ОРГАНИЗАТОР: Farexpo

FE®
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER

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

Приведенные данные позволяют дать рекомендацию – принимать в предварительных расчетах КИУМ = 0,25.

О себестоимости производства электроэнергии на ВЭС

К сожалению, до сих пор в России встречаются бездоказательные утверждения, что себестоимость производства электроэнергии на ВЭС в разы больше, чем на других электростанциях. Иначе, зачем нужны субсидии.

Во-первых, отметим бесспорный факт, что в России получает субсидии традиционная энергетика.

В России в 2011 г. субсидии в электроэнергетику составили 18,28 млрд долл. США, а в газовую промышленность – 21,87 млрд долл. США.

Во-вторых, на стадии развития практически все отрасли промышленности в России и за рубежом в значительной степени субсидировались государством.

В-третьих, цены на электричество, выработанное из альтернативных источников энергии, постоянно снижаются. Пока фотоэлектричество – самый дорогой вид энергии. Но в США, по данным REN 21, за последние пять лет тонкопленочные модули ФЭС подешевели в три раза, кристаллические – в 2,4 раза.

Все прогнозы говорят о том, что к 2015–2018 гг. цены снизятся еще больше.

Наиболее объективной экономической оценкой различного вида электростанций служит так называемая нормированная (выровненная) себестоимость производства электроэнергии (Levelised Cost of Energy (LCOE), Levelised Cost of Electricity (LCOE), Levelised Energy Cost (LEC)). При ее расчете учитываются доходы и расходы за весь срок службы электростанции: первоначальные инвестиции, расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание, стоимость топлива, капитала, себестоимость электроэнергии.

Группа ученых по заказу Министерства энергетики США провела расчеты нормированной себестоимости электроэнергии США, Европейского союза и Китая по состоянию на конец 2010 г. и прогнозу на 2018 г. Результаты

расчетов приведены в табл. 4. Выделены минимальная и максимальная оценки, а также определена средняя величина нормированной себестоимости для 17-ти видов электростанций, в том числе атомных, на органическом топливе и ВИЭ.

Как можно видеть, средняя удельная себестоимость на наземных ВЭС составила 96,8 долл./МВт·ч в 2010 г. и составит 86,6 долл./МВт·ч в 2018 г., а на обычных угольных электростанциях – 99,6 долл./МВт·ч в 2010 г. и 100,1 долл./МВт·ч в 2018 г. Таким образом, в Европе, США и Китае ветростанции эффективнее обычных угольных, не говоря уже об усовершенствованных

угольных (112,2 и 112,6 долл./МВт·ч) и угольных электростанциях с улавливанием и поглощением дымовых газов (140,7 и 135,5 долл./МВт·ч). Наземные ветростанции по экономичности уступают только электростанциям на газе и превосходят газотурбинные усовершенствованные и атомные электростанции. Самые экономичные из электростанций на базе ВИЭ, конечно, гидростанции.

Нет сомнений, что в ближайшие три–пять лет нормированная стоимость электроэнергии на электростанциях на базе ВИЭ приблизится к стоимости электроэнергии на традиционных электростанциях и будет существенно ниже, чем на угольных.

Выводы

1. В ветроэнергетике в 2014 г. установлен абсолютный рекорд по вводу мощности на ВЭС, введено 51,477 ГВт. По данным Международного совета по ветроэнергетике, предварительный ввод мощности на ВЭС в 2015 г. составил 63 ГВт. Преодолен спад по вводу, имевший место в 2013 г.

2. Доля ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии в мире продолжает увеличиваться и в 2014 г. составила 3,1 %, а к 2020 г., по прогнозам, достигнет 5–7 %, в странах Европейского союза в 2014 г. доля ветроэнергетики составила 10,2 %, по прогнозам, в 2020 г. – достигнет порядка 13–14 %.

3. Доля ветроэнергетики в годовом производстве ряда стран превысила 10 %, в том числе в Испании составила 19 % и на ее оптовом рынке ветростанции стали вытеснять угольные станции. Эта тенденция будет распространяться на другие страны Евросоюза.

4. Коэффициент использования установленной мощности ВЭС к 2012–2013 гг. существенно увеличился по сравнению с 2005 г. и для большинства стран, в которых общая установленная мощность ВЭС превышает 2 ГВт («Топ»-24), составляет 0,25 и выше.

5. Опыт развития ветроэнергетики различных стран свидетельствует, что на начальном этапе для перехода от суммарной установленной мощности ВЭС порядка 100 МВт к 1 ГВт требуется пять лет. Переход от 1 к 5–6 ГВт за последующие 5 лет совершили только Великобритания (7 ГВт), Канада (5,8 ГВт), Франция (6,3 ГВт), Италия (6 ГВт). Темпы развития ветроэнергетики Китая, США, Германии, Испании, Индии выше, но и база у них иная. Чтобы нашей стране ввести ВЭС мощностью 5–6 ГВт, имея в настоящее время мощность 10 МВт, нужно по крайней мере 5 лет. И достижение государственных целей по установленной мощности необходимо подкрепить конкретными организационными и стимулирующими мероприятиями.

6. В настоящее время нормированная себестоимость электроэнергии от ВЭС без субсидий ниже, чем от угольных, газотурбинных и ядерных электростанций.

Universal ZFR

Паровые котлы



- ▶ Для большой нагрузки: диапазон мощностей от 18 до 55 т пара в час.
- ▶ Давление корпуса до 30 бар, максимальная температура перегрева 300 °C.

- ▶ Трехходовой котел с двумя жаровыми трубами. Полностью разделенные по продуктам сгорания газоходы от горелочного устройства до выхода из экономайзера
- ▶ Широкий диапазон регулирования мощности благодаря возможности эксплуатации котла в режиме с одной жаровой трубой
- ▶ Эффективная теплоизоляция, высокий КПД
- ▶ Устойчивое поддержание выходных параметров в условиях значительного перепада нагрузки
- ▶ Интуитивно понятное сенсорное управление котлом, возможность дистанционного мониторинга и параметризации
- ▶ Устройство автоматического пуска, приведения в готовность и отключения SUC
- ▶ Совместимость с горелочными устройствами ведущих мировых производителей
- ▶ Подходит для легкого жидкого топлива и сжиженного газа
- ▶ Стабильность, надежность и долговечность

Технические характеристики паровых котлов серии Bosch Universal

	U-ND	U-HD	UI-S	ZFR
Теплоноситель	Насыщенный пар низкого давления		Насыщенный пар высокого давления	
Конструкция	Двухходовая жаротрубно-дымогарная		Трехходовая жаротрубно-дымогарная	Трехходовая двухжаротрубно-дымогарная
Производительность, кг/ч	175 – 3200	175 – 1250	1250 – 28000	18000 – 55000
Давление корпуса, бар	до 0,5	до 16	до 30	до 30
Максимальная температура	110 °C	204 °C	235 °C (300 °C при использовании пароперегревателя)	
Тип топлива		Легкое жидкое топливо, газ		



Bosch – локомотив паровой индустрии!

Насыщенный пар высокого давления
для всех отраслей промышленности.



- эффективная трехходовая конструкция
- стабильность давления и качества пара
- интуитивное управление котлом
- устройство автоматического пуска и отключения



BOSCH

Разработано для жизни