

КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



Котельные

Малогабаритные
энергонапряженные
паровые котлы СКБК
23

Когенерация

Гидравлические
схемы
мини-ТЭЦ
46

Обзор рынка

Газопоршневые
мини-ТЭЦ
на российском рынке
54



Проектно-строительная компания

«МегаваттСтрой»

Проектирование, строительство,
монтаж и эксплуатация объектов
тепловой энергетики,
инженерных систем и коммуникаций





- ✓ КОТЕЛЬНЫЕ
- ✓ МИНИ-ТЭС
- ✓ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ
- ✓ ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

125130, г. Москва, ул. Клары Цеткин, д.33, к.35
(495) 602-00-64
info@megawatt-stroy.ru
www.megawatt-stroy.ru



Содержание

НОВОСТИ

4-7

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ

**8 Арматура KSB в России –
коротко об актуальном**

КОТЕЛЬНЫЕ

12 Современные тенденции
производства котлов малой и
средней мощности и перспективы
импортозамещения

**14 Промышленные горелки
Oilon для энергетических
установок и технологических
процессов**

16 Комплексная система обеспечения
безопасности автоматизированных
процессов в теплоэнергетике.
Продукты для обеспечения безопасности
процессов

**19 Новая система управления
горелкой
от Honeywell**

20 Прямоточный
или жаротрубный?

23 Малогабаритные энергонапряженные
паровые котлы СКБК

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

26 Проектирование систем тригенерации
с применением газопоршневых
электростанций Bosch

28 Современные системы отопления:
слаженная производительность

32 Концептуальные преимущества котлов с
двумя жаровыми трубами модели Vitomax D
производства концерна Viessmann Group

34 Русское тепло ОАО «ДКМ»

36 Однотрубная система отопления
с естественной или комбинированной
циркуляцией

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

40 Каскадные котельные на базе
конденсационных котлов Navien

42 Инвестиции на реконструкцию –
вопросы и решения

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

44 Газопоршневые мини-ТЭЦ

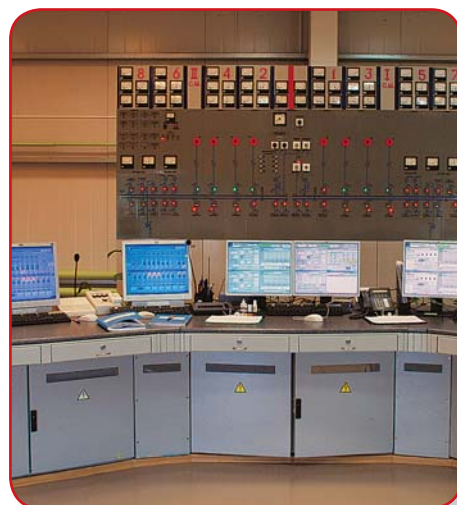
46 Гидравлические схемы мини-ТЭЦ

50 Мини-ТЭЦ на пропан-бутане

53 Новости когенерации

ОБЗОР РЫНКА

**54 Газопоршневые мини-ТЭЦ
на российском рынке**



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

Главный редактор
Алексей Прудников
alprudn@aquatherm.ru

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

Людмила Павлова
sales@aquatherm.ru
Служба подписки
Инна Свешникова
podpiska@aquatherm.ru
market@aquatherm.ru

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

В.Р. Котлер, к. т. н.,
заслуженный энергетик РФ,
ведущий научный
сотрудник ВТИ
В.В. Чернышев, зам.начальника
Управления государственного
строительного надзора
Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
Я.Е. Резник,
научный консультант

Учредитель журнала
ООО «Издательский Центр
«Аква-Терм»
Издание зарегистрировано
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
13 августа 2010 г.
Рег. № ПИ № ФС77-41685

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

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

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

Уважаемые читатели, коллеги, друзья!

Мы искренне приветствуем читателей журнала и благодарим его издателя, Президента клуба «Флогистон», Руслана Яковлевича Ширяева за возможность обратиться к широкой аудитории коллег-профессионалов в области теплоэнергетики.

Отечественная промышленность сегодня находится в непростых экономических условиях, в нашей жизни происходят важные перемены, пишется история нашей страны.

В такие моменты особенно хочется подчеркнуть, что кризисные явления, внешнее давление на экономику – это уникальный шанс для российских производителей. Это шанс увеличить объемы производства, шанс дополнительно переосмыслить направления развития наших предприятий, шанс совместно мобилизоваться и предложить нашим потребителям новую и интересную продукцию.

Учитывая эти обстоятельства и используя опыт и знания, накопленные за 23 года с момента основания компании, сегодня Группа Компаний «РЭМЭКС» активно продолжает свое поступательное развитие. Котельное оборудование «РЭМЭКС» успешно работает во всех климатических зонах нашей огромной страны от Калининграда до Сахалина, обеспечивая нашим Заказчикам высокие значения КПД и отличные экологические показатели. За вот уже почти 20 лет производства ни один из наших котлов не вышел из эксплуатации по вине завода-изготовителя.

Мы разработали и начали выпуск новой линейки котлов «ТУРБОТЕРМ-ОПТИМА», которая будет анонсирована на XIII Международной выставке «Котлы и горелки 2015». Эта модель удачно вписалась в производимую нами линейку достойных котлов с хорошим качеством. Наша компания приобрела значительный опыт в новом и чрезвычайно перспективном направлении – изготовлении пунктов подогрева нефти для работы в суровых арктических условиях. Мы успешно участвуем в знаковых и очень важных для нашей страны проектах, в том числе являемся основным поставщиком блочно-модульных котельных для космодрома «Восточный», ведем проектирование и монтажи энергоцентров, осуществляющих совместную выработку тепла и электроэнергии. Мы начали строительство новых производственных площадей в наукограде Черноголовка, что позволит значительно увеличить выпуск нашей продукции.

Хочется отметить, что все наши проекты, будь то производство и поставка оборудования для наших уважаемых Заказчиков или внутренние проекты развития компании связывает одно очень, как нам представляется, важное обстоятельство – искреннее уважение к нашим потребителям и желание максимально удовлетворить их требования.

Мы искренне верим в то, что испытания сделают нас всех сильнее, а активно проходящие в нашей стране процессы импортозамещения послужат катализатором обновления рынка котельного оборудования. Коллеги-производители, давайте объединим наши усилия и предложим нашим потребителям продукцию хорошего качества и по доступным ценам!



Серов Николай Борисович,
президент ГК «РЭМЭКС»

Снижение цен на водогрейные котлы Buderus Logano SK655/755



«Бош Термотехника» объявляет о выгодном изменении цен на котлы Buderus Logano SK655/755 с 1 сентября 2015 г. Снижение цен коснулось всего модельного ряда, в особенности котлов мощностью до 820 кВт. Благодаря этому предложению, высококачественное оборудование Buderus станет доступно не только для крупных предприятий, но и для небольших организаций. Теперь компании, занимающиеся производством блочно-модульных котельных на основе дутьевых котлов малых и средних мощностей, смогут приобрести котлы и необходимые для них аксессуары по очень выгодным условиям на складах ООО «Бош Термотехника».

Buderus Logano SK655/SK 755 – это стальные водогрейные котлы, теплопроизводительность которых составляет 120–1850 кВт. Сезонная эффективность таких котлов достигает 93 %. Максимальная температура теплоносителя данного оборудования – 110 °С, а максимальное рабочее давление – 6 бар. Котлы отличаются легкостью монтажа, чистки и технического обслуживания. Модели поставляются с полной изоляцией и кожухом.

Более подробную информацию о специальном предложении, ценах и наличии товара можно узнать в региональных офисах ООО «Бош Термотехника».

На Уфимской ТЭЦ-2 провели модернизацию



Уфимская ТЭЦ-2 в энергосистеме Республики Башкортостан была одной из первых, где стали использовать парогазовую технологию. С 2011 г. здесь функционирует парогазовая установка (ПГУ) мощностью 60 МВт, в составе которой котел-утилизатор двух давлений от «ЭМАльянс» и газотурбинная установка (ГТУ) SGT-800 SIT (Siemens Industrial Turbomachinery). Оборудование сопряжено с высокоэффективным энергоблоком и интегрировано в энергосистему ТЭЦ-2.

ПГУ-60 работает на природном газе. Газовая компрессорная установка (КУ) EGSi-S-370/1800WA осуществляет промышленную обработку и подготовку топливного газа, а также его подачу под рабочим давлением в турбину ГТУ. Все работы по вводу

в эксплуатацию КУ, производительность которой 17 тыс. м³/ч, были проведены специалистами компании «ЭНЕРГАЗ».

Оборудование компрессорной установки максимально интегрировано на единой раме, а также обеспечено вентиляцией, обогревом, освещением, системами пожаробезопасности и пожаротушения. Расположен энергоблок в отдельном укрытии, оснащенный всепогодной защитой. Управление и контроль работы КУ автоматизирован. Функционирует двухуровневая система регулирования производительности.

Энергетики Башкортостана внимательно следят за своевременным техобслуживанием и модернизацией оборудования. В сентябре текущего года в рамках усовершенствования КУ был заменен газодожимной компрессор, что значительно снизило энергопотребление установки и повысило ее надежность. В это же время на винтовой компрессор были установлены приборы контроля температуры подшипников и осевого движения валов. Внесены изменения в систему управления компрессорной установки с учетом отображения показаний на дисплее и передачи данных. Специалисты «ЭНЕРГАЗ» провели все работы на высоком качественном уровне.

В октябре 2015 г. исполнится 75 лет со дня открытия Уфимской ТЭЦ. На сегодняшний день это самая мощная ТЭЦ в Республике Башкортостан. Она также является второй по мощности после Кармановской ГРЭС. Тепловая мощность Уфимской ТЭЦ составляет 1547 Гкал/ч, электрическая – 521 МВт. Станция отапливает более 50 % жилого фонда города Уфы, близлежащие объекты социального назначения и промышленные предприятия.

В Тоскане заработала электростанция, подогревающая геотермальный пар энергией биомассы

Первая в мире электростанция такого рода запущена Enel Green Power. Энергообъект расположен на базе геотермальной электростанции «Cornia 2», в городе Кастельнуово Валь ди Чечина региона Тоскана.

К ранее существовавшей геотермальной электростанции добавилась установка, использующая биомассу прилегающего лесного массива. Она будет нагревать поступающий на станцию пар до 370–380 °C вместо обычных 150–160 °C.

Данная установка мощностью 5 МВт позволит повысить производительность всей станции более чем на 30 ГВтч в год, избегая при этом выброса в атмосферу более 13 тыс. т углекислого газа, сообщает пресс-служба Enel. Ожидается также значительное положительное влияние на занятость населения с предоставлением дополнительных 35–40 рабочих мест.

«Интеграция различных технологий – это еще один шаг вперед навстречу будущему возобновляемой энергетики, – отметил

генеральный директор Enel Green Power Франческо Вентурини. – Это станция, так же как и станция Stillwater в США, которая сочетает в себе непрерывную генерацию среднего теплосодержания, двоичный цикл геотермальной технологии с термодинамической солнечной, и солнечная станция Fontes в Бразилии, которая объединяет энергию солнечных панелей с ветровыми электростанциями, одновременно используя и автономную солнечную установку, направлена на оптимизацию производственных результатов и представляет собой новейшую модель энергетического, экономического развития, а также предоставляет новые возможности территориальной занятости населения».

Инвестиции в тосканский проект составили более 15 млн евро. Новая электростанция практически не воздействует на окружающую среду и поддерживает возобновляемость как ресурса, так и цикла, два возобновляемых ресурса одновременно.



Компактные жаротрубные парогенераторы

Компания ICI Caldaie представляет компактные жаротрубные парогенераторы серии FX и FX DUAL. Парогенератор представляет собой моноблочную конструкцию, включающую один (для серии FX) или два (для серии FX DUAL) двухходовых жаротрубных котла с омываемой топкой.

Парогенераторы имеют компактные габаритные размеры и при этом обеспечивают быстрый выход на расчетный режим для выработки пара высокого качества (степень сухости 0,98). Применение матрасов высокоплотной минеральной ваты и внешней обшивки из нержавеющей стали позволяет обеспечить КПД, равный 91 %.

Парогенераторы оснащены всей необходимой арматурой, а также шкафом управления для работы в автоматизированном режиме. При необходимости парогенератор комплектуется системой водоподготовки, а также сенсорной панелью управления. В состав дополнительного оборудования могут быть включены коллектор пара и резервный насос. Все необходимые соединения уже выполнены, и парогенератор может быть установлен и запущен в работу в самые короткие сроки.

Парогенераторы спроектированы и изготовлены в соответствии с действующими европейскими нормативами и имеют сертификаты TP TC. Расчетное давление – 5 бар. Номинальная паропроизводительность составляет 50, 100 и 150 кг/ч (для серии FX), 200 и 300 кг/ч (для серии FX DUAL). Парогенераторы предназначены для работы на газообразном и жидком топливе. Компактные размеры и возможность работы в



автоматическом режиме делают данные парогенераторы привлекательными для установки в небольших помещениях. Областью применения парогенераторов являются предприятия малого и среднего бизнеса: пищевое производство, переработка сельхозпродукции, производство хлебобулочных изделий, прохладительных напитков, прачечные хозяйства и др.

Тендер по монтажу котельной

На ЗАО «Ярославская бумага» проводится тендер по монтажу котельной. Первый этап строительства предусматривает постройку здания котельной и установку котла производительностью 16 т/ч. Котельная создается на базе котла BOSCH Universall UL-S 16000. Все оборудование, необходимое для этого котла, а так же газовые горелки фирмы WEISHAUPТ и система управления этим оборудованием вошли в комплект поставки.

Тендер проводился с 7 по 15 сентября 2015 г. Результаты были оглашены 16 сентября 2015 г.

Японский город перешел на солнечную энергетику

В токийском пригороде Фуджисава все дома используют солнечную энергию, а вместо общественного транспорта жители пользуются электромобилями и велосипедами.

Город, построенный корпорацией Panasonic, рассчитан на три тысячи жителей и тысячу домовладений, сообщает портал <http://recyclemag.ru>. Все запланированные работы закончатся в городе в 2018 г., но сейчас в нем уже появились первые жители.

Более 30 % Фуджисава будет получать энергию из альтернативных возобновляемых источников, в первую очередь за счет солнечных батарей, что на 70 % сокращает углеродный след. Потребление воды также сокращено на 30 %.



В случае стихийных бедствий город способен полностью обеспечить своих жителей электричеством, связью и даже горячей водой в течение трех суток. Все применяемое в городе оборудование используется с обязательным условием экономной траты энергии.

Бензиновые автозаправки в городе заменены заправочными станциями для электрокаров. Для жителей без личного транспорта доступна аренда электромобилей, электроскутеров и велосипедов.

Система безопасности жителей обеспечивается видеонаблюдением и системой датчиков и сенсоров, которые позволяют, например, включать уличное освещение только тогда, когда по улице идут люди, что дает возможность эффективнее использовать электроэнергию.

Уникальная технология для печати солнечных батарей

На отраслевом треке Power&Energy федерального акселератора технологических проектов GenerationS краснодарские инноваторы представили солнечные батареи собственной разработки.

— Мы разработали солнечные батареи на основе нового полупроводникового материала перовскита, которые можно печатать на принтере. При этом не требуются большие затраты энергии, — пояснили Дмитрий Лопатин и Кемал Козбаев, продемонстрировав собравшимся разработку. — Все слои наносятся из растворов и суспензий в ультразвуке и электрическом поле, что позволяет создавать капли. Метаматериал в прозрачном покрытии концентрирует свет, эффективность не зависит от угла солнца в пределах 50 градусов, что позволяет увеличить выработку энергии в ясный день на 20–30 %, а в облачный на 45 %, и интегрировать панели в здания, не применяя солнечных трекеров.

Эта разработка была представлена на проект GenerationS в числе более чем 200 заявок и попала в число 17 лучших. Итоги трека подведут в ноябре, но уже сегодня очевидно, что на волне интереса к возобновляемым источникам энергии проект краснодарских инноваторов заслуживает внимания и, вероятно, не останется без внимания потенциальных инвесторов.

Новые фитинги HENCO для газа

Компания HENCO Industries в 2015 г. расширила линейку продуктов для транспортировки газа. Теперь к металлопластиковым (МП) трубам Henco Standard GAS (диаметры 16–40 мм) и ПВДФ-пресс фитингам для газа добавились латунные пресс фитинги. Всего 17 новых позиций, артикулы которых имеют дополнительную букву «G», например, 6PG-2004.

Компания Henco имеет разрешительную документацию и сертификаты на продукцию для транспортировки газа. Согласно СП 62.13330.2011, до-



пускается применение металлополимерных труб для внутренних газопроводов зданий с давлением IV категории.

Также возможно применение продукции Henco в многоквартирных жилых домах. Системы Henco являются альтернативой стальным трубам и сильфонным подводкам. Преимущества продукции HENCO перед стальными трубами в скорости и безопасности монтажа, полной коррозионной стойкости. Для МП труб не требуется заземление.

Новое поколение солнечных батарей начнут производить в России

В 2016 г. в России планируется начать производство солнечных батарей на полупроводниковых гетероструктурах – материалах, свойства которых Жорес Алферов исследовал в 60-х гг., а в 2000 г. получил за это Нобелевскую премию по физике.

Об этом сообщил корреспонденту ТАСС Евгений Теруков, заведующий лабораторией физико-химических свойств полупроводников Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе (ФТИ РАН), заместитель генерального директора Научно-технического центра тонкопленочных технологий в энергетике, созданного при Физтехе.

«Изобретение Жореса Ивановича станет основой второго поколения научно-исследовательских опытно-конструкторских работ (НИОКР) для массового производства российских солнечных батарей. Это стало возможно благодаря тому, что Китай обвалил рынок кремния – важнейшего компонента полупроводниковых гетероструктур. Он подешевел с 200 до 20 долл. США, сравнявшись со стоимостью стекла, – сказал Теруков, уточнив, что технологии с применением идеологии гетероструктур поступят на производство в Новочебоксарске в середине 2016 г. Используемые сейчас тонкопленочные технологии предполагают нанесение кремниевого слоя 2–3 микрона на стеклянную основу. Один элемент размером 1,1 на 1,4 м² дает 140 Вт при стоимости 8000 руб., КПД 10–12 %, окупаемость за 10–12 лет и имеет 20-летнюю гарантию. Стекло из конструкции убирают, заменяя его кристаллическим кремнием с применением полупроводниковых гетероструктур Алферова. В результате стоимость модуля снизится вдвое, а КПД возрастет вдвое, до 20 %, т.е. при тех же габаритах модуль будет работать в 4 раза эффективнее.

Усовершенствованные солнечные батареи предполагается использовать для создания автономных систем энергоснабжения мощностью от 100 кВт в местах, удаленных от электросетей, – в Сибири, на Алтае, на Дальнем Востоке, а также для создания солнечных электростанций мощностью от 10 МВт в тех же регионах, а также на Кавказе и в Крыму. Перспективность размещения солнечных батарей связана с количеством солнечных дней в году».

Ранее Нобелевский лауреат Жорес Алферов сообщил, что возвращается в экспериментальную физику и займется усовершенствованием солнечных батарей. «Практическая цель наших исследований – повышение эффективности солнечных батарей и новые принципы реализации интегральных схем», – рассказал Алферов корреспонденту ТАСС.

По мнению ученого, к середине XXI в. получать, «упаковывать» и использовать энергию Солнца человеку станет выгоднее, чем получать энергию в результате горения нефтепродуктов и расщепления атомного ядра.

КПД солнечных батарей растет, уже через 10–15 лет фотоэлектротехника станет очень экономически выгодной, а к середине XXI в. может вытеснить энергию от горения углеводородов и атомную энергетику.



на правах рекламы

Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

testo 340: эффективный анализатор дымовых газов для промышленного применения

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

Арматура KSB в России – коротко об актуальном

Импортозамещение – один из ключевых аспектов нового курса экономической политики России. Это не может не оказывать влияния на развитие бизнеса крупных зарубежных промышленных компаний, реализующих свою продукцию на российском рынке. О том, какие стратегические шаги для достижения успеха в новой экономической ситуации предпринимает один из крупнейших мировых производителей насосов и арматуры – концерн KSB, корреспонденту нашего журнала (ПКМ) рассказал в интервью начальник отдела продаж оборудования по Центральному региону России ООО «КСБ» Игорь Березин (И.Б.).



ПКМ: Здравствуйте, Игорь Викторович. Наши читатели часто задают вопросы, как повлияла новая российская реальность на работу таких промышленных гигантов, как KSB, в нашей стране, видят ли они себя в дальнейшем на российском рынке и каковы их планы и стратегия на ближайшее будущее?

И.Б.: Залогом успешной работы предприятия на российском рынке является его способность соответствовать современным требованиям и тенденциям, а также умение своевременно корректировать свою маркетинговую стратегию и деятельность в зависимости от изменяющихся экономических условий. На сегодняшний день одним из

перспективных направлений для международных компаний, таких как концерн KSB, является локализация производства в России. Сборка и агрегирование самых продаваемых моделей насосов и установок KSB осуществляется с использованием европейских и российских комплектующих на базе производственно-монтажного комплекса ООО «КСБ» в Московской области. С конца 2013 г. локализовано производство установок повышения давления, в 2014 г. работа в данном направлении продолжалась, номенклатура установок российской сборки расширялась. С мая 2014 г. российские установки допущены к применению в системах пожаротушения, получен добровольный сертификат соответствия пожарной безопасности. В 2015 г. в России локализована сборка консольных насосов Etanorm, налаживается производство одноступенчатых насосов серий Etaline, Etabloc, Omega и т. п. Номенклатура производимых в стране центробежных насосов постоянно расширяется.

ПКМ: Как вы думаете, готов ли российский потребитель к импортозамещению?

И.Б.: С одной стороны, импортозамещение – одно из приоритетных направлений, важность которого определена на государственном уровне, с другой

стороны, отказаться в одночасье от европейского опыта и технологий не только не возможно, но и в некоторых областях чревато всевозможными рисками. Компания KSB поставляет насосное оборудование и трубопроводную арматуру для таких сложных областей, как, например, энергетика и нефтехимическая промышленность. Первый процессный насос был поставлен в Советский Союз в 1930 г. На заводах ОАО АНК «Башнефть» по сей день работают нефтяные насосы типа HGUR, поставленные еще в 70-е гг. прошлого века; на Нововоронежской АЭС уже более 30-ти лет эксплуатируется арматура KSB. И думаю, предприятиям этих отраслей трудно будет в ближайшем будущем решиться перейти на другое, неиспытанное временем оборудование. Могу с уверенностью сказать, что насосы и арматура KSB по-прежнему востребованы на российском рынке, а в некоторых случаях они уникальны.

ПКМ: На наш взгляд, насосное оборудование KSB более известно российским заказчикам. Давайте подробнее поговорим именно о трубопроводной арматуре. Как достигается высокое качество арматуры KSB?

И.Б.: Вообще качество – не совсем подходящий термин, если мы говорим об арматуре. Здесь важно, отвечает оборо-



дование требованиям заказчика или не отвечает. Если нет, значит, произошла ошибка в подборе материалов, типа арматуры. KSB производит арматуру с 1872 г. Наши инновационные разработки и многолетний опыт в области испытания материалов, химического анализа (металлографические и механические методы оценки), анализа дефектов, создания сплавов, техник литья, антикоррозионной и поверхностной обработки позволяют нам с максимальной точностью подобрать материал для конкретного применения. Литые изделия для напорных и гидравлических деталей насосов и клапанов должны выдерживать большие нагрузки и отвечать целому ряду требований. Именно поэтому большая часть цельнолитых деталей насосного оборудования и арматуры производится и тестируется на собственных литейных производствах KSB. Интеграция процессов конструирования, изготовления и контроля качества позволяют находить оптимальные решения для каждого применения. Проверка химического состава (ковшовая проба) проводится с самого

начала процесса плавки. Мы индивидуально разрабатываем инновационные материалы, превосходящие другие металлические сплавы своей износостойкостью, для решения узкоспециализированных задач. Соблюдение строгих стандартов качества контролируется собственными высокотехнологичными лабораториями материаловедения KSB. Мы накапливаем опыт и совершенствуем свою работу. И, конечно, полный цикл производства – залог качественного продукта.

ПКМ: Планируется ли локализовать ее производство в России?

И.Б.: В связи с тем что ассортимент продукции KSB включает насосное оборудование, мешалки, трубопроводную арматуру, приводные системы и приборы автоматического управления и контроля для очень широкого спектра применений, а основные научно-исследовательские и опытно-конструкторские отделы и центр разработки сплавов и технологий литья концерна KSB находятся на территории

Германии, в России локализуется производство не всей линейки оборудования. Самое сложное высокотехнологичное оборудование, а также оборудование, изготавливаемое по специальным заказам и согласно индивидуальным требованиям (например, сложные химически агрессивные среды, особые условия эксплуатации и т.п.), компания будет по-прежнему производить и испытывать на своих заводах, непосредственно специализирующихся на таком производстве. Возможность локализации производства трубопроводной арматуры KSB в России в настоящее время не рассматривается. ООО «КСБ», как представитель немецкого концерна в России, в полном объеме и в установленные сроки выполняет взятые на себя обязательства. При необходимости и по желанию заказчика возможна поставка насосов и арматуры, произведенных не только на европейских заводах, но и на заводах KSB в Бразилии, Индии, Китае. Вся продукция KSB выпускается в строгом соответствии с едиными стандартами качества концерна KSB.



ПКМ: Что вы можете предложить потребителю сегодня?

И.Б.: В первую очередь мы можем предложить инженерный подход к выбору арматуры, который начинается с внимательного изучения технического задания. У нас большой спектр предлагаемых материалов с высокими потребительскими свойствами, высокой надежностью эксплуатации. Прежде всего, мы сильны в поставках арматуры для таких сфер применения, как энергетика и промышленное производство, где речь идет о работе со средами критических температур, высокого давления или агрессивными и токсичными по своему химическому составу. Наша арматура также востребована в области промышленно-гражданского строительства. Так, например, недавно построенный многофункциональный комплекс «Кунцево Плаза» в Москве стал воплощением разнообразия ассортимента оборудования KSB для гражданского строительства. Все инженерные системы объекта, такие как отопление, кондиционирование, водоснабжение, пожаротушение, водоотведение и канализация, оснащены насосами и арматурой KSB. В комплект поставки вошло более 300 еди-

ниц насосного оборудования и 720 единиц арматуры!

ПКМ: Насколько я понимаю, арматура KSB в ценовом отношении относится к премиум-классу. Поэтому, очевидно, не вся линейка может быть востребована. Какие позиции, на ваш взгляд, самые продаваемые в России?

И.Б.: В первую очередь это поворотные затворы BOAX, имеющие приемлемую цену и потребительские свойства. Они собираются на собственном предприятии под европейским контролем качества. Второй тип популярной арматуры – задвижки типа STAAL для сферы высокой температуры и давления, которые используют энергетики.

ПКМ: Многие производители подняли цены на свою продукцию ввиду экономической ситуации. Произошло ли это у вас?

И.Б.: На протяжении последних порядка пяти лет ООО «КСБ» сохраняло рублевые цены на свое оборудование, однако в декабре 2014 г. было решено

зафиксировать цены в евро. Они были пересчитаны, но используемый переводной курс был значительно ниже курса Центробанка России. Таким образом, цены на продукцию KSB текущего 2015 г. фактически сравнялись с ценами двухлетней давности, а на некоторые типы ряды даже снизились на 3–5 %.

ПКМ: Повлияла ли экономическая ситуация в целом на количество заказов у вас?

И.Б.: Разумеется, все мы зависим от общего экономического положения в стране. Однако заказчик понимает, что получает качественную продукцию, которая его не разочарует, и готов заплатить дороже сегодня, чем потом тратить на ремонт или замену некачественной дешевой арматуры. А в сложных областях, таких как промышленность и энергетика, арматура должна быть рассчитана на очень длительный срок эксплуатации, и рисковать в этом случае ради ежесекундной инвестиционной выгоды никто не решится. В атомной энергетике, например, закладывается срок службы не менее 30-ти лет, а на строящиеся в настоящее время объекты – до 60-ти лет.

ПКМ: И все-таки мы живем в эпоху нестабильности и экономического кризиса, который, очевидно, вынуждает предприятия корректировать свои планы и маркетинговую стратегию, усиливать внимание к тем аспектам, которые позволят компаниям не только удерживать свои позиции на российском рынке, но и расширять область своего присутствия. Каковы, на ваш взгляд, основные акценты в работе ООО «КСБ» в 2015 г.?

И.Б.: Во-первых, это масштабная локализация производства, о которой мы уже упоминали. Во-вторых, особое внимание уделяется развитию службы сервиса. Заказчику важно не только купить товар по выгодной цене и в оптимальные для него сроки, но и быть уверенным, что на любом этапе срока службы оборудования он сможет получить своевременную техническую под-

держку, консультацию или сервисное обслуживание.

В настоящее время мы направляем усилия не только на укрепление собственной службы сервиса, но и на всестороннюю поддержку и масштабное географическое расширение сети сервисного партнерства. В-третьих, это обучающие мероприятия для различных целевых аудиторий: проектировщики, дилеры, заказчики, представители служб эксплуатации и сервиса. Ведь профессиональный подбор и грамотная эксплуатация оборудования – гарантия его бесперебойной и длительной работы. В текущем году мы регулярно проводим обучения и семинары по нашим насосам, арматуре, системам автоматизации. С сентября мы начинаем проведение цикла обучающих вебинаров, так называемое интернет-обучение в режиме реального времени. Учебный план охватывает широкий диапазон тем, связанных с подбором, спецификой работы и обслуживанием оборудования. Любой желающий технический специалист сможет выбрать интересующую его тему, зарегистрироваться и совершенно бесплатно принять участие в вебинаре.

ПКМ: Расскажите о вашей дилерской политике.

И.В.: Мы очень строги и внимательны при выборе партнеров и предоставлении им статуса дилера. Компании должны не только проявить интерес и желание работать с оборудованием KSB, но только быть готовыми активно продвигать его на российском рынке, но и стремиться постоянно учиться и углублять свои знания по насосному оборудованию и трубопроводной арматуре. Причем дилер фактически становится техническим консультантом для своих клиентов, который сможет не только перечислить характеристики оборудования, написанные на шильде, но и объяснить, почему именно эта модель, каковы ее преимущества перед другими, дать обоснования подбора материального исполнения, средств автоматизации и ответить на все возникающие во время работы над проектом вопросы. Все эти знания наши дилеры получают в про-



цессе прохождения полного цикла многоуровневого обучения как при учебных центрах ООО «КСБ», так и при заводах KSB во всем мире. Каждая компания-претендент на звание дилера проходит испытательный срок, во время которого необходимо досконально изучить оборудование, наладить работу с заказчиками и показать необходимый оборот продаж.

ПКМ: То есть просто так к вам в дилеры не попасть?

И.Б.: Безусловно, стать нашим дилером сложно, но профессионализму компаний, получивших этот статус, можно

доверять, с ними можно работать даже по очень сложным проектам. Мы в свою очередь тесно сотрудничаем со своими дилерами, оказываем им всестороннюю поддержку в решении как сложных технических вопросов, так и вопросов предоставления льготных условий и скидок. Одним словом, компания KSB делает все возможное, чтобы с нами было удобно, приятно и выгодно работать. Мы стараемся быть всегда рядом, всегда полезными, всегда на высшем уровне.

Наши технологии. Ваш успех.

www.ksb.ru



Современные тенденции производства котлов малой и средней мощности и перспективы импортозамещения

Н. Серов, Е. Сибирко

Наша страна и ее экономика переживают сейчас непростые времена. С одной стороны, кризисные явления мировой экономики и непростая внешнеполитическая ситуация, с другой – грандиозные инфраструктурные и энергетические проекты, новые задачи по развитию отдаленных регионов. Мы отвечаем на вызовы нашего времени.

Значение теплоэнергетики и производства котельного оборудования для нашей страны трудно переоценить. Большая часть регионов, в развитие которых сегодня вкладываются значительные средства, расположена в зонах с весьма низкими зимними температурами. И до тех пор, пока не будут разработаны новые невиданные доселе технологии получения тепловой энергии, основой теплоснабжения в таких регионах остаются котлы, производящие тепловую энергию путем сжигания органического топлива.

Несмотря на кажущуюся простоту, рациональный выбор оборудования для источников теплоснабжения малой и средней мощности (обычно под этим понимают установки теплопроизводительностью до 100 МВт) является весьма непростой задачей. Во времена СССР все было намного проще: номенклатура ограничена, критерии выбора прописаны, планы на многие годы разработаны. В постсоветский период достаточно быстро все изменилось.

Стала доступна большая номенклатура импортного оборудования. Четкие критерии выбора заменили маркетинговые слоганы, рекламные утверждения и продвижение продукции «любыми»

средствами. Планы стали короткими, а часто просто отсутствуют. Последние несколько лет ситуация снова претерпевает изменения. Сегодня на повестке дня – импортозамещение. И при этом с развитием рыночной экономики выбор котельного оборудования все более и более становится задачей не специалистов-теплоэнергетиков, а людей, имеющих весьма скромные или поверхностные познания в данной области. Не удивительно, что в таких условиях при выборе котельного оборудования можно услышать суждения и критерии, которые приводят к ошибочным и нерациональным решениям, которые могут иметь весьма негативные последствия.

Так, например, приходится сталкиваться с таким суждением: «... этот котел легче, при равной тепловой мощности, значит он лучше». В основе такого суждения лежит неоспоримый факт, что снижение металлоемкости котла на единицу производимой им тепловой энергии является одной из главных задач при разработке конструкции котла. Уменьшение металлоемкости ведет к снижению веса и габаритов котла. При этом снижаются издержки при производстве, уменьшаются затраты при

транспортировке и монтаже, стоимость такого котла может быть ниже. Казалось бы, одни плюсы. Но на деле получается иное. Конструкторы некоторых зарубежных и практикующих аналогичные подходы отечественных котлостроительных фирм, снижая металлоемкость своих изделий, «приносят в жертву» эксплуатационный «запас»: снижают толщину стенок топки, корпуса, труб конвективной части котлов. Нередко «страдают», сокращаясь, размеры топки и корпуса котла, а параметры, характеризующие теплонапряжения объема топки и поверхностей нагрева, растут.

Для особо «облегченных» котлов конструкторам приходится ограничивать максимальное рабочее давление теплоносителя. И что имеем в конечном итоге? Имеем «легкий» котел, призванный победить всех конкурентов! Но при этом вне поля зрения остается другой неоспоримый факт: абсолютно невозможно такой «легкий» котел будет иметь сокращенный срок службы и гораздо более серьезные ограничения при использовании в реальных условиях. При этом исключительно маркетинговые соображения заставляют производителей писать в каталогах о сроке службы котла «до 20-ти лет».

И очень часто никого не смущает, что данный, только что разработанный котел установлен на считанных объектах или вообще еще нигде не устанавливался. Расчет прост – котел существует 5–7 лет, затем «сгорит». Всегда найдутся нарушения условий его применения, поэтому – «милости просим за новым котлом». Все отлично! Для бизнеса производителя котлов, но не для потребителя.

Безусловно, всегда можно найти области применения и потребителей, для которых подобные решения приемлемы. Иногда этому способствует принятая «модель» бизнеса, например, бывает, что не нужно оборудование с большим ресурсом в принципе. А иногда этому способствуют природные или инфраструктурные условия. Ведь зимы в некоторых регионах нашей страны напоминают «европейские», транспортные пути и наличие вблизи складов поставщиков позволяют относительно быстро произвести ремонт и замену оборудования без риска катастрофических аварий с «разморозкой» систем отопления. Но если рассмотреть применение подобных котлов для объектов, расположенных в отдаленных развивающихся регионах, куда доставка оборудования сильно затруднена и по цене сопоставима со стоимостью самого оборудования, а иногда и просто невозможна до следующего сезона, то следует признать, что критерии выбора должны быть существенно иными. На первое место выходят надежность и долговечность, совмещенные с высокими теплотехническими показателями эффективности и, скажем так, с «приемлемой» ценой.

Как показывает общемировая практика, для обеспечения надежности и долговечности снижение «металлоемкости» и связанное с ним повышение теплонапряжения поверхностей нагрева имеют вполне обоснованные ограничения. Так, например, многие американские производители котельного оборудования для котлов, предназначенных для использования на внутреннем рынке, ориентируются на значение теплообменной поверхности котла, приходящейся на единицу

его тепловой мощности (это величина, обратная к теплонапряжению поверхности нагрева), которая должна составлять 5,0 sq.ft./B.H.P. (0,0474 м²/кВт), что, как они утверждают, гарантированно обеспечивает «long boiler life» – долгую жизнь котла.

Если пересчитать допустимые значения теплонапряжения поверхностей нагрева в теплонапряжение топочно-го объема, а также учесть требования подобных отечественных нормативов, то можно определить, что нормативную долговечность для жаротрубных котлов малой и средней мощности обеспечивают топки с величиной объемной тепловой нагрузки, находящейся в пределах 1,0–1,2 МВт/м³. «Легкие» котлы имеют гораздо более высокие значения данной характеристики, поэтому сомнения в том, что их реальная долговечность существенно ниже заявленной, вполне обоснованы. Котлы, рассчитанные в полном соответствии с требованиями норм расчета на прочность (РД 10-249-96), при применении одинаковых, рекомендованных нормами сталей, одинаковой технологии изготовления и одинаковом качестве изготовления гарантированно обеспечивают надежную работу в течение всего расчетного ресурса. «Облегченные» конструкции котлов, как правило, таких гарантий дать не могут, и к их применению на ответственных и удаленных объектах необходимо относиться с крайней осторожностью.

Сравнивая тепловую эффективность котлов, обычно используют значение коэффициента полезного действия (КПД) котла, определенного по низшей теплоте сгорания топлива. Часто приходится слышать: «... КПД у этого котла достигает 93–94 %, что лучше, чем указанные у вас 92 %». Да, но при этом совершенно игнорируется тот факт, что КПД котла зависит и от величины тепловой нагрузки, и от средней температуры теплоносителя в нем. «Мудрые» маркетологи очень часто указывают в проспектах и каталогах величину КПД для режимов, которые никогда не используются в России как основные режимы эксплуатации. В каталогах солидных

компаний, напротив, обычно приведены параметры, для которых указано КПД, и не составляет труда увидеть, что в подавляющем большинстве случаев для одинаковых режимов эти значения сопоставимы у всех подобных котлов.

Мы рассмотрели только два характерных примера, но существует и ряд других параметров и критериев, «играя» которыми можно выдать за «лучшую и идеальную» котельную продукцию, которая таковой совсем не является. Мы за честную и открытую борьбу, без передергивания фактов и подмены понятий. Выработка единого стандартного набора объективных критериев и условий выбора котельного оборудования позволила бы «сравнивать сравнимое». Это важно как для организации закупок госпредприятиями, так и для частных компаний, заказывающих котельное оборудование. Это принесло бы большую общую пользу.

Группа компаний «РЭМЭКС» производит водогрейные жаротрубные котлы уже более 20-ти лет. Мы устанавливали свои котлы, а также производимые нами блочно-модульные котельные на их основе в различных регионах и условиях, накопив при этом уникальный опыт.

Мы разработали и производим несколько линеек котлов, многие из которых отработали дольше заявленного в паспорте ресурса. Мы знаем реальные возможности нашей продукции, и мы знаем все «подводные камни». Вот почему котельное оборудование нашего производства сегодня активно применяется в крупнейших инфраструктурных проектах нашей страны, в том числе в удаленных районах, на Севере и за Полярным Кругом, на самых ответственных участках.

Мы готовы к сотрудничеству по созданию свода рекомендаций по выбору котельного оборудования малой и средней мощности с любыми компетентными организациями, экспертами и фирмами, имеющими большой опыт в данной сфере. Мы за «fair play» – честную игру.

**Промышленная Группа
«РЭМЭКС»**

Промышленные горелки Oilon для энергетических установок и технологических процессов

Компания Oilon Energy Oy (Финляндия) производит горелки для энергетических установок и технологических процессов для различных промышленных предприятий. Большой опыт конструкторских разработок, а также знание принципов работы вентильных распределителей, насосных станций и автоматики горелки позволяет поставлять высоконадежные комплексные системы для процесса горения.

Компания Oilon была основана в 1961 г. и имеет многолетний опыт разработки технологий горелок. Основной акцент в исследованиях и разработках новой продукции делается на повышение КПД и надежности и экологичности работы горелочных устройств. Идеальный и безопасный процесс горения обеспечивается правильно спроектированной автоматикой, в основу которой положен длительный опыт работы Oilon.

Разработки Oilon используются на различных энергетических установках (промышленные паровые и водогрейные котлы, теплоэлектрогенерирующие станции, генераторы горячего воздуха и др.) и для различных технологических процессов, например, в металлургической, нефтеперерабатывающей и

целлюлозно-бумажной промышленности теплоэлектроцентрали. Oilon имеет опыт работы не только с традиционным жидким и газообразным топливом, но и со многими другими видами топлива. Например, это может быть биотопливо, технологические газы и разнообразные отходы. Горелки всех типов оборудования можно настроить для работы на нескольких видах топлива, что даст возможность комбинированного использования твердого, жидкого и газообразного горючего. Ассортимент промышленных горелок Oilon включает серии Ultrax (со сверхнизким уровнем выбросов), S (для различного применения), K (для технологических процессов), а также горелки с фурмой, предназначенные для котлов с кипящим слоем.

Горелки Ultrax спроектированы для котлов энергетических установок и соответствуют жестким требованиям по выбросу вредных веществ в атмосферу. Это достижение в технологии горения основано на принципе фазового сжигания. Топливо подается в разные зоны факела. Воздух горения распределяется в разных частях воздушного короба и направляется на факел фазировано в несколько этапов. Таким образом, достигается регулируемое смешивание топлива и воздуха, низкая температура горения и минимальные выбросы. В случае, если требования по выбросам особенно жесткие, то можно также осуществить циркуляцию дымовых газов и использовать другие способы снижения показателей выбросов. Горелочные устройства Oilon Ultrax выпускаются в модифика-

циях, предназначенных для сжигания различных видов топлива: газа (версия GT-...U), легкого дизельного топлива (версия KT-...U), мазута (версия RT-...U). Также выпускаются комбинированные горелки для сжигания газа/дизельного топлива (версия GKT-...U) и газа/мазута (версия GRT-...U). Линейка горелок Ultrax включает 4 модели номинальной мощностью 25, 35, 50 и 70 МВт.

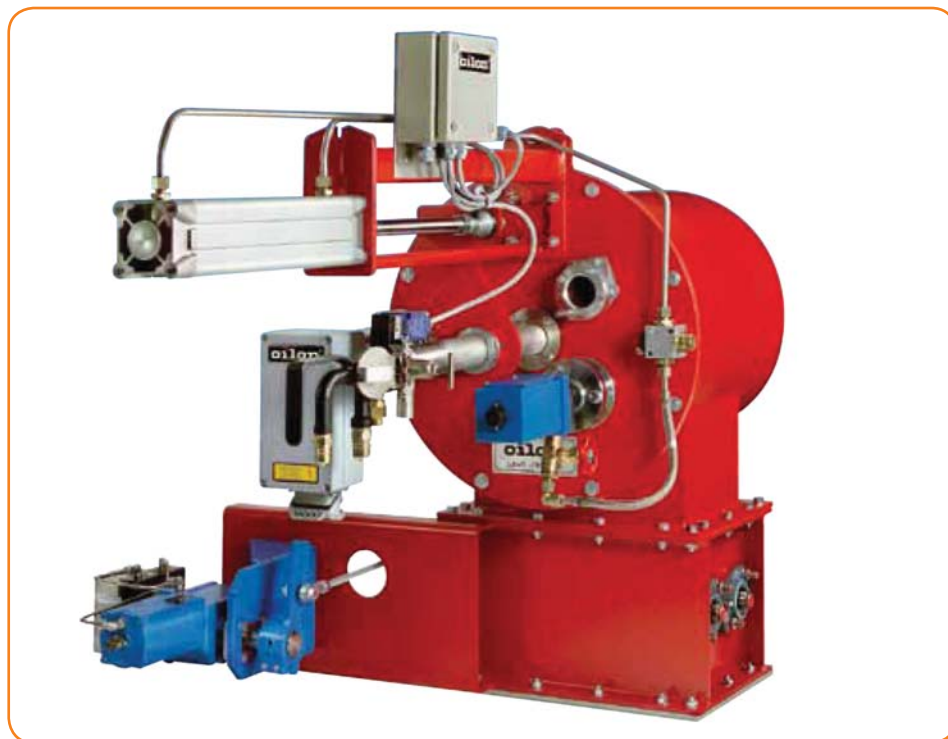
Горелки типа S обычно используются для водогрейных и паровых котлов, но они подходят и для других объектов. Количество и соотношение первичного и вторичного воздуха горения необходимо регулировать. Силу вихревого потока вторичного воздуха можно контролировать с помощью регулируемых лопастей, в результате чего факел получается правильной формы, и его размер соответствует размерам топки. С помощью регулировки можно добиться желаемого уровня выбросов для топок разной формы и размера. При необходимости в комплект оборудования для горелки типа S можно включить фурму, газовую фурму и газовое кольцо. Так же, как и горелочные устройства Ultrax, горелки серии S могут сжигать газ, мазут, дизельное топливо и работать в комбинированном режиме газ/мазут, газ/дизель (модификации GT-...S, RT-...S, KT-...S, GRT-...S и GKT-...S, соответственно). Линейка S включает 8 моделей (5... 70S) максимальной мощностью от 4,5 до 63 МВт.

Горелочные устройства типа K – это оптимальный выбор для различных производственных процессов, например, для



генераторов горячего воздуха и предприятий для сжигания ядовитых и бытовых отходов. Воздух горения по касательной поступает в воздушный короб, благодаря чему вихревой поток воздуха горения усиливается, а факел стабилизируется. Конструкция горелки допускает применение при самых сложных условиях работы. Так же, как и горелочные устройства вышеназванных серий, горелки типа К выпускаются в модификациях для сжигания газа, мазута, дизельного топлива и комбинированной работы в режиме газ/мазут и газ/дизельное топливо (модификации GT-...K, RT-...K, KT-...K, GRT-...K и GKT-...K, соответственно). Типоряд включает 7 моделей (3... 35 K) максимальной производительностью от 2,7 до 31 МВт. Горелка типа К может быть оборудована несколькими фурмами в зависимости от видов используемого топлива.

Горелка с фурмой используется на энергетических установках, где к оборудованию предъявляются очень жесткие требования, например, ее применяют в качестве стартовой, поддерживающей и основной горелки в котлах с кипящим слоем. В таких условиях эксплуатации важно, чтобы части горелки выдерживали эрозийное воздействие раскаленного песка. Разработанная конструкция горелки и оптимальное количество охлаждающего воздуха гарантируют правильный запуск и бесперебойную работу. Когда горелка готова к работе, критические части втягиваются в защищенное положение с помощью пневматики. Небольшой размер горелок с фурмой позволяет минимизировать раз-



мер обводного трубопровода в стенках котла. В ассортименте горелочного оборудования Oilon имеются горелки с фурмой номинальной мощностью 6,5, 12,5, 21 и 31 МВт (модели 250, 350, 450 и 550). Горелочные устройства GL/RL/KL-250 выпускаются в исполнениях для работы на газообразном или жидком виде топлива (как видно из маркировки GL/RL/KL). Горелки GL/RL/KL/GRL/GKL-350, GL/RL/KL/GRL/GKL-450 и GL/RL/KL/GRL/GKL-550 могут работать на газе, мазуте, дизельном топливе, а также в газомазутном и газодизельном режиме.

мерно подобранными для каждой горелки; при выборе компонентов и материалов учитываются влияние агрессивных газов, вязкости мазута, особые условия работы и другие факторы внешней среды.

Компания Oilon имеет многолетний опыт работы по проектированию и производству автоматики для различных процессов горения (Burner Management System, BMS). BMS OILON использует оптимизированное управление, обеспечивающее правильную последовательность и точное время. В результате повышается эффективность сгорания топлива и снижается количество вредных выбросов. Для типовых объектов Oilon использует стандартные пакеты BMS. Для особых условий автоматика разрабатывается индивидуально, согласно требованиям клиента. Автоматика горелки строится либо с помощью программируемых логических элементов (PLC), либо с помощью релейного управления. Важными факторами при проектировании и установке автоматики являются безопасность и надежность установки. Каждая система автоматики, поставляемая компанией Oilon, проходит тестирование на заводе для обеспечения быстрого и бесперебойного монтажа и запуска оборудования на объекте.

Для всех горелочных устройств Oilon подбор компонентов, материала труб и технологических параметров основан на многолетнем опыте работы компании. Горелочное оборудование комплектуется и тестируется на заводе и поступает к заказчику в готовом для монтажа виде со всеми необходимыми кабелями и трубопроводами. Фильтрующие, измерительные и контрольные приборы обычно являются индивиду-



Комплексная система обеспечения безопасности автоматизированных процессов в теплоэнергетике.

Продукты для обеспечения безопасности процессов

В теплоэнергетической промышленности зачастую происходят процессы, при которых выход из строя или неисправность могут иметь фатальные последствия. Целью техники обеспечения безопасности компании «Сименс» является минимизация опасных факторов для человека, оборудования и окружающей среды с помощью технических средств, не оказывающих отрицательного воздействия на производственный процесс. Надежная система обеспечения безопасности (Safety Instrumented System) производства «Сименс» при критических обстоятельствах обладает способностью автоматически переводить установку в безопасное состояние, при определенных условиях – продолжает ее эксплуатацию, а также может ограничивать возможные отрицательные воздействия события.

Комплексная система безопасности

Благодаря наличию созданной на основе системы обеспечения безопасности комплексной системы для автоматизации процессов (Safety Integrated for Process Automation), компания предлагает широкий ряд продуктов для надежных, отказоустойчивых приложений в теплоэнергетической промышленности – от контрольно-измерительной аппаратуры для регистрации и преобразования сигналов до устройств управления и исполнительных устройств (например, позиционных регуляторов, клапанов или насосов).

Огромный потенциал комплексной системы обеспечения безопасности можно наилучшим образом использовать в комбинации с SIMATIC PCS7. Благодаря модульности и гибкости продукта, эта комбинация чрезвычайно вариативна.

Имеется возможность индивидуально определять не только степень интеграции системы обеспечения безопасности в систему управления процессами, но и степень резервирования для контроллера, полевой шины и периферии

процесса (Flexible Modular Redundancy или FMR – гибкое модульное резервирование).

Благодаря уменьшению занимаемой площади, объема аппаратного обеспечения и проводки, а также затрат на монтаж, подключение и разработку проекта, полная интеграция системы обеспечения безопасности в SIMATIC PCS7 дает преимущество в издержках производства на протяжении всего жизненного цикла установки. Все продукты, как техника обеспечения безопасности, так и реализованные с ее помощью приложения, отличаются высокой эффективностью, соответствуют и национальным, и международным стандартам, например:

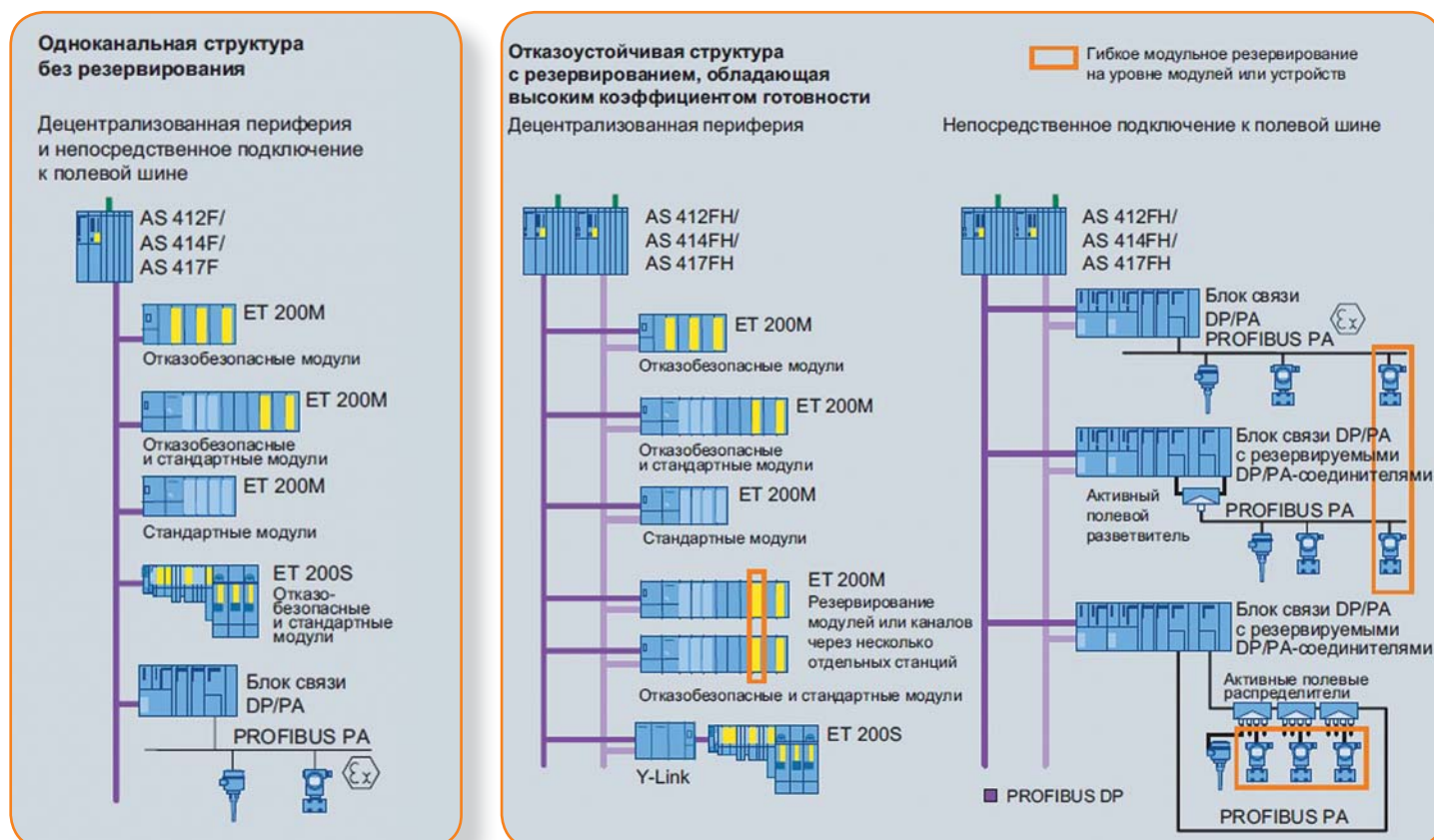
- IEC 61508 (до класса безопасности SIL 3) – основной стандарт для спецификаций, а также для разработки и эксплуатации систем обеспечения безопасности;



Оборудование для систем автоматизации с повышенной надёжностью

- IEC 61511 – стандарт, ориентированный на приложения для перерабатывающей промышленности.

Для всех уровней системы SIMATIC PCS7, базирующейся на комплексной системе обеспечения безопасности для автоматизации процессов, различают два варианта архитектуры:



Варианты архитектуры для отказобезопасных систем SIMATIC PCS7

- одноканальная, без резервирования;
- отказоустойчивая с резервированием, обладающая высоким коэффициентом готовности.

Оба этих варианта обладают большим простором для конструирования с учетом разнообразных требований.

На отдельных архитектурных уровнях (контроллер, полевая шина, периферийные устройства ввода-вывода), в зависимости от используемой периферии процесса, существуют альтернативы проектирования.

В соответствии с этим, стандартные функции (управление основным процессом) и функции обеспечения безопасности можно комбинировать не только в области периферии ввода-вывода. Уже на уровне контроллера они могут быть по выбору сведены в одну систему или разделены.

Сюда добавляются многообразные возможности, появляющиеся благодаря применению гибкого модульного резервирования (FMR).

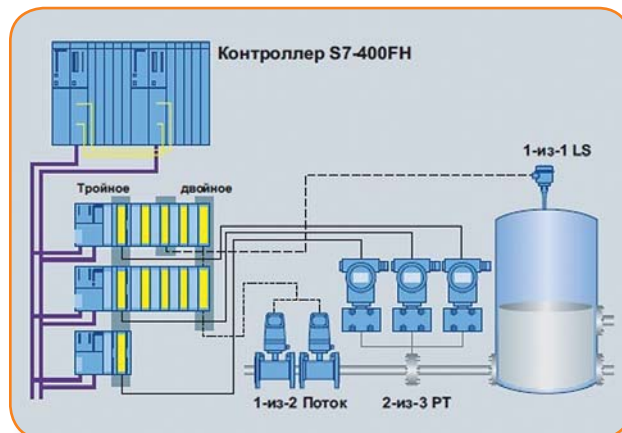
Виды исполнения отказобезопасных систем

Отказобезопасные системы автоматизации SIMATIC PCS7 представлены в двух вариантах исполнения:

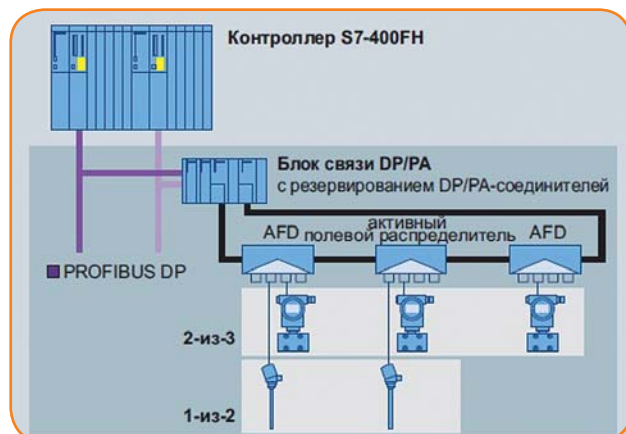
- отдельная станция AS 412F/ AS 414F/ AS 417F только с одним центральным процессорным устройством (далее ЦПУ), отказобезопасная;
- резервированная станция AS 412FH/ AS 414FH/ AS 417FH с двумя резервируемыми друг друга ЦПУ, отказобезопасная и отказоустойчивая.

Эти системы многозадачные, т.е. в одном ЦПУ могут одновременно выполняться несколько программ, как приложения для управления основным процессом, так и приложения, направленные на обеспечение безопасности. При взаимодействии

с отказобезопасными сигнальными модулями станций децентрализованной периферии ET 200M/S или подключенными непосредственно через полевую шину надежными преобразователями, они распознают как ошибки процесса, так и собственные внутренние ошибки,



Гибкое модульное резервирование на примере отказобезопасной и отказоустойчивой конфигурации системы



Отказобезопасная и отказоустойчивая архитектура на основе кольцевой топологии PROFIBUS PA

и в случае сбоя автоматически переводят установку в безопасное состояние. При этом программы обеспечения безопасности, исполняемые на различных системах автоматизации одной и той же установки, имеют возможность обмениваться друг с другом данными в целях обеспечения безопасности через системную шину Industrial Ethernet.

В зависимости от задачи автоматизации и вытекающих требований к обеспечению безопасности степень резервирования может быть отдельно определена и согласована с полевыми измерительными приборами для уровней контроллера, полевой шины и децентрализованной периферии. Таким образом,

Пример внедрения

Одним из примеров применения отказоустойчивых контроллеров совместно с PCS7 для теплотехники является реконструкция автоматизированной системы управления турбоагрегата станции №11 для ТОО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ». Работы по внедрению выполнялись ТОО «Синетик» в 2013 г. Проект автоматизации включает в себя поставку оборудования для паровой турбины, подогревателей высокого давления, пиковых бойлеров, охладителей конденсата.

Основным назначением системы управления является обеспечение эффективного контроля и управления технологическим процессом с использованием автоматических программных регуляторов, а также реализация функций противоаварийных автоматических защит. Внедренная система управления заменила морально устаревшую систему.

Нижний уровень системы спроектирован на базе резервированного контроллера S7-416-5H с распределенными станциями ввода-вывода ET200M, кото-

рые осуществляют сбор, обработку технологических параметров и выдают управляющие воздействия на исполнительные механизмы. Станции ввода-вывода ET200M выполнены с функцией «горячей замены», что позволяет заменять функциональные модули, не отключая контроллер и не прерывая технологический процесс. Связь между контроллером и периферийными устройствами осуществляется по резервированной сети PROFIBUS DP. Верхний уровень системы представляет собой резервированный сервер PCS7 OS Server Redundancy, к которому в качестве клиентов подключены рабочие места машинистов. Передача данных между контроллером S7-400H и сервером базы данных производится по резервированной сети Industrial Ethernet «электрическое кольцо» с пропускной способностью до 100 Мбит/с. Предоставление данных в технологическую сеть ТОО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ» осуществляется посредством технологии OPC (OLE for Process Control).

Внедрение системы управления на базе PCS7 позволило реализовать предоставление технологической информации в виде мнемосхем с различной степенью детализации; получать сигнализацию и регистрацию сообщений о превышении аварийных, предупредительных и технологических границ; осуществлять долгосрочное архивирование измеренных значений технологических параметров; формировать отчетную документацию; диагностировать работоспособность системы; обеспечивать связь и управление электрогидравлической системой регулирования и защиты турбоагрегата; поддерживать технологические защиты на отключение турбоагрегата и технологические блокировки по снижению давления масла в системе смазки и водородного уплотнения генератора; автоматически поддерживать уровень конденсата в конденсаторе, давления пара в коллекторе уплотнений и перед эжекторами.

Преимуществами реализованной системы являются повышение надежности технологического процесса, точности, снижение эксплуатационных расходов, возможность вести единый архив параметров и событийной истории процессов.

www.siemens.ru



Теплоэлектростанция в работе

Новая система управления горелкой от Honeywell

Американская корпорация Honeywell International Inc. является мировым лидером в разработке и производстве электронных систем управления и автоматизации технологических процессов (АСУ ТП). Honeywell предоставляет решения и услуги, которые улучшают эффективность и доходность, обеспечивают автоматизацию и энергосбережение для домов, зданий и отраслей промышленности, индустриальные решения для безопасности.



Контроллер «Аврора»



Газовый клапан «Атмикс»

С Россией у Honeywell давние плодотворные отношения: открыв 1974 г. представительство в Москве, компания предложила свои инновационные решения для нужд советской нефтегазодобывающей, энергетической, а также отечественной авиационной и космической промышленности. В настоящее время Россия для Honeywell — самый большой рынок в пределах СНГ.

В нашей стране сегодня представлены все три стратегические бизнес-группы Honeywell: «Аэрокосмическая техника», «Специальные материалы и технологии» и «Системы автоматизации и контроля». Входящее в последнюю из перечисленных бизнес-групп подразделение «Промышленная автоматизация» выпускает программное обеспечение, промышленные системы защиты и безопасности, системы пожарной сигнализации и речевого оповещения Esser®, промышленные системы беспроводной связи OneWireless(R), а также электронные компоненты для управления непрерывными, периодическими и смешанными технологическими процессами: контрольно-измерительные и аналитические приборы, программируемые контроллеры, самописцы, детекторы газа (стационарные и переносные), датчики, реле и регуляторы.

Большое внимание Honeywell уделяет энергоэффективному сжиганию топлива

на теплоэнергетическом оборудовании бытовой и промышленной мощности. Компания разрабатывает системы промышленного контроля пламени (газовые клапаны, контроллеры горелочных устройств, контрольные и измерительные датчики, реле, регуляторы и пр.), кроме того, предлагает промышленное оборудование сжигания топлива под маркой Callidus, а также промышленные горелки и оборудование сжигания топлива фирмы Maхop, входящей в корпорацию. Большим признанием во всем мире пользуются газовые клапаны Honeywell, которые применяются для безопасного регулирования подачи газа к горелкам (пусковой и основной). Эти устройства характеризуются высоким качеством и надежностью, ими оснащаются котлы и горелочные устройства большинства ведущих производителей. Поскольку газовые клапаны не эксплуатируются отдельно от теплоэнергетического оборудования, работающего на газе, в описании продукта часто указывается, на котлы какого производителя их можно установить. Так, например, газовый клапан Honeywell VK4105G (5108 4) со встроенным модулятором может быть установлен на котлы Baxi, Mainfour или Junkers. На газовом клапане Honeywell VK4105M могут быть указаны и другие производители совместимых котлов.

В апреле 2015 г. компания Honeywell анонсировала выпуск новой системы управления горелочными устройствами «Аврора», предназначенной для газовых котлов бытовой и полупромышленной мощности. Инновационная составляющая

новинки — в совмещении работы горелочного контроллера с новым газовым клапаном «Атмикс»: данные компоненты сконструированы с расчетом на работу в связке, что обеспечивает оптимальную производительность. Система «Аврора» представляет собой полноценный блок управления горелкой, имеет современный по дизайну, интуитивно понятный интерфейс, простой и удобный в настройке. Электронная начинка характеризуется высокой надежностью, доказанной программой испытаний ESYS. Робастный принцип функционирования гарантирует работу при всех критических условиях питания электроэнергией.

В новом газовом клапане «Атмикс» электронное модулирование мощности горелочного устройства обеспечивается работой пошагового двигателя с низкими гистерезисом и энергопотреблением (<7 Вт). Хорошо зарекомендовавшие себя сервоприводные регулировочные механизмы гарантируют высокую эксплуатационную стабильность. Все настройки давления газа задаются электронным способом: благодаря заранее заданному алгоритму повышения-понижения мощности, система предлагает высокую повторяемость при макс./мин. (+/-5%) выбранных точках. В сравнении с традиционными устройствами система «Аврора» имеет улучшенные показатели и по такому параметру, как скорость модулирования мощности (базирование на электронном минимуме пошагового двигателя предполагает отсутствие риска отклонений или неустойчивости при минимальной нагрузке). Калибровка может быть проведена автоматически электронной начинкой «Авроры», как только ей будут переданы заводские настройки газового клапана (обозначенные на 2D штрих-коде).



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

Прямоточный или жаротрубный?

Й. Лоос

Особенности конструкции

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

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

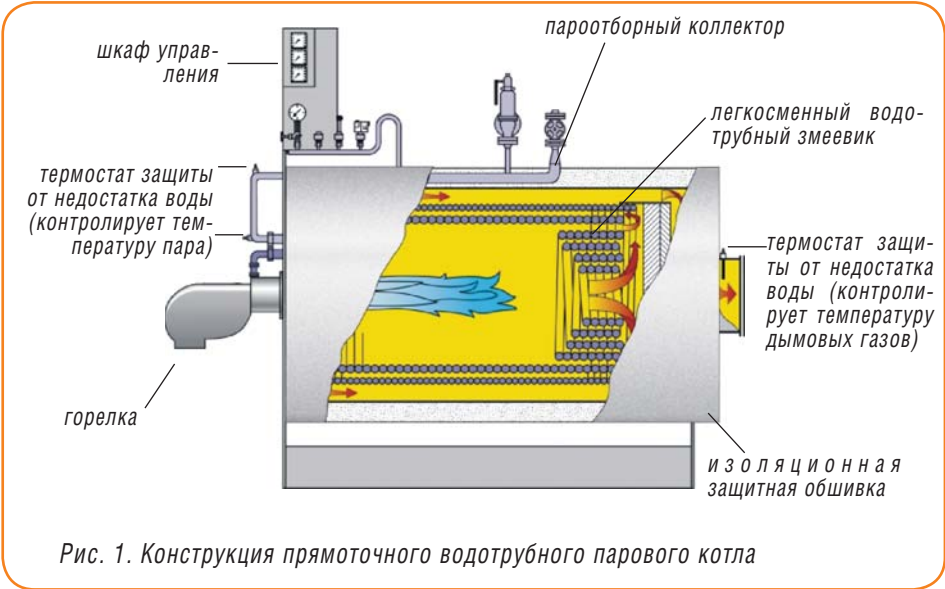


Рис. 1. Конструкция прямоточного водотрубного парового котла

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

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

Стоимость

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

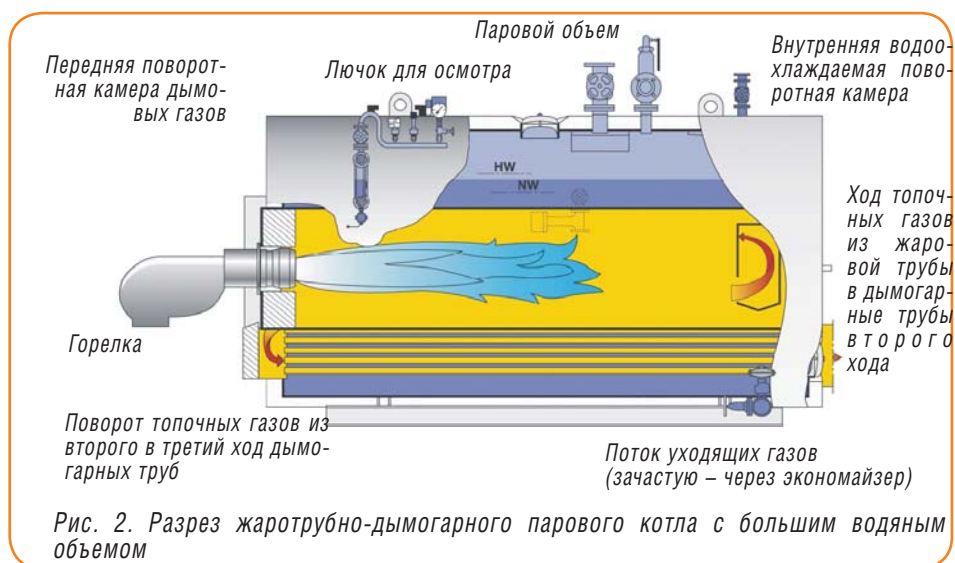


Рис. 2. Разрез жаротрубно-дымогарного парового котла с большим водяным объемом

Техническая оценка

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Высокая частота включений – недо-

статок прямоточных паровых котлов по сравнению с жаротрубно-дымогарными.

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

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

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

Эксплуатационные особенности

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

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

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

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

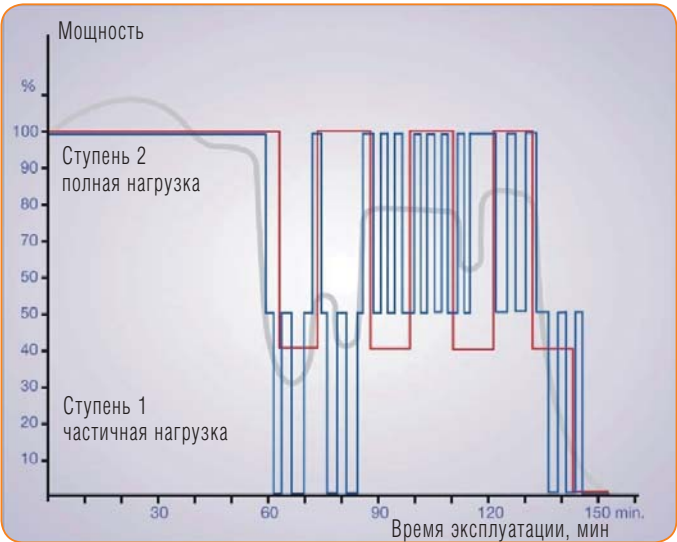


Рис. 3. Изменение мощности горелки жаротрубно-дымогарного и прямоточного паровых котлов:
— Типичный график расхода пара.
— Мощность горелки жаротрубно-дымогарного котла.
— Мощность горелки прямоточного котла



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

Таблица. Достоинства и недостатки использования прямоточных и жаротрубных паровых котлов

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

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

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

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

Выводы

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



Энергокомплексы с котлами под наддувом для стационарной энергетики обладают рядом преимуществ перед котлами на вентиляторном дутье.

Малогабаритные энергонапряженные паровые котлы СКБК

В. Пильдиш, к. т. н., А. Алексеев, к. т. н.

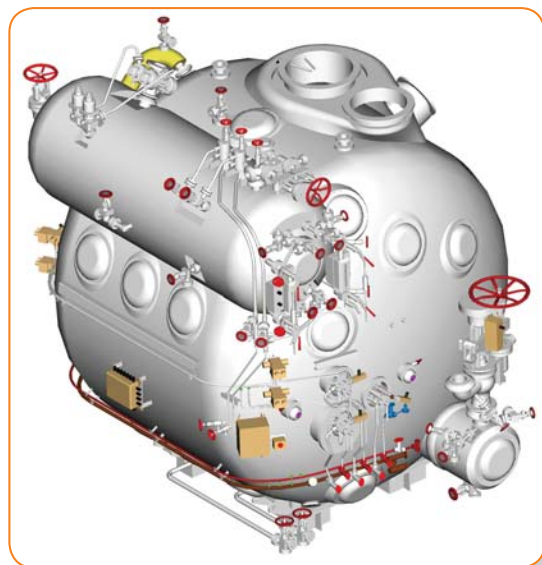
Санкт-Петербургское «Специальное конструкторское бюро котлостроения» (СКБК), основанное в 1946 г., специализируется на ОКР, проектировании, изготовлении, поставках, пусконаладке, технической диагностике и ремонтно-восстановительных работах судового и наземного энергетического (включая атомные установки), теплового и теплообменного оборудования, систем автоматики.

В 1995 г. в СКБК была начата разработка малогабаритных энергонапряженных котлов для мини-ТЭЦ. Их конструкция, в частности, предусматривает наддув в топку воздуха для горения под давлением до 300–400 кПа. Для вращения осевого компрессора наддува воздуха используется специально организованный тракт уходящих газов, при этом вращение компрессора обеспечивается газовой турбиной, работающей на уходящих газах,

а на малых нагрузках – дополнительной паровой коаксиально расположенной турбиной. Компактность топки и газохода достигается за счет эффективной компоновки поверхностей испарения, пароперегрева и экономайзера. Котлы оснащаются двухслойным корпусом–кожухом с воздушным полнопроточным охлаждением топки и газохода.

Принятые схемно-конструктивные решения были всесторонне отработаны и

реализованы в конструкциях котлов типов КВГ 3Г, КВГ 3ГМ, КВГ 2М-ГМ и других модификаций, адаптированных к условиям работы в составе малогабаритных комплексов для стационарных котельных и отличающихся параметрами пара (КВГ 3Г и КВГ 3ГМ: давление – до 4 МПа, температура – до 440 °С, паропроизводительность – 75 т/ч; КВГ 2М-ГМ: давление – до 3,5 МПа, температура – до 300 °С, паропроизводительность – 95 т/ч).



Котел типа KBG 3ГМ

Параллельно с разработкой комплексов, проектированием котельных, изготовлением оборудования и его поставкой проводился широкий спектр НИОКР. Такой подход позволил выполнить беспрецедентно большой объем работ по успешной реализации предложенных решений. Новые высокоэффективные паровые котельные энергокомплексы для стационарной энергетики обладают рядом преимуществ перед котлами на вентиляторном дутье.

Во-первых, масса основного элемента энергокомплекса составляет 40 т, что на порядок меньше массы широко распространенного аналога (600 т) с близкими показателями по производительности и параметрам пара. Удельная массовая материалоемкость – в пределах 0,4–0,6 кг/кг пара (против 8 кг/кг пара у упомянутого аналога).

Второе преимущество – высокая степень автоматизации посредством микропроцессорной системы, обеспечивающей регулирование режима работы оборудования, защиту и архивацию данных. Система, включающая средства управления низшего и высшего уровней, а также исполнительные органы, поставляется совместно с котельным энергокомплексом и специально разработанным программным обеспечением.

В-третьих, блочно-модульная конструкция котла типа KBG обеспечивает его поставку в состоянии заводской

готовности автомобильным, железнодорожным и водным транспортом. Масса перевозимых изделий не превышает 40 т. Тем самым сокращаются сроки строительно-монтажных и пусконаладочных работ.

Котлы производительностью до 100 т/ч изготавливаются в заводских условиях с проведением всех инструментальных технологических проверок и испытаний на прочность и плотность (с арматурой, датчиками и горелочными устройствами). Это является дополнительной гарантией повышенной надежности изделий.

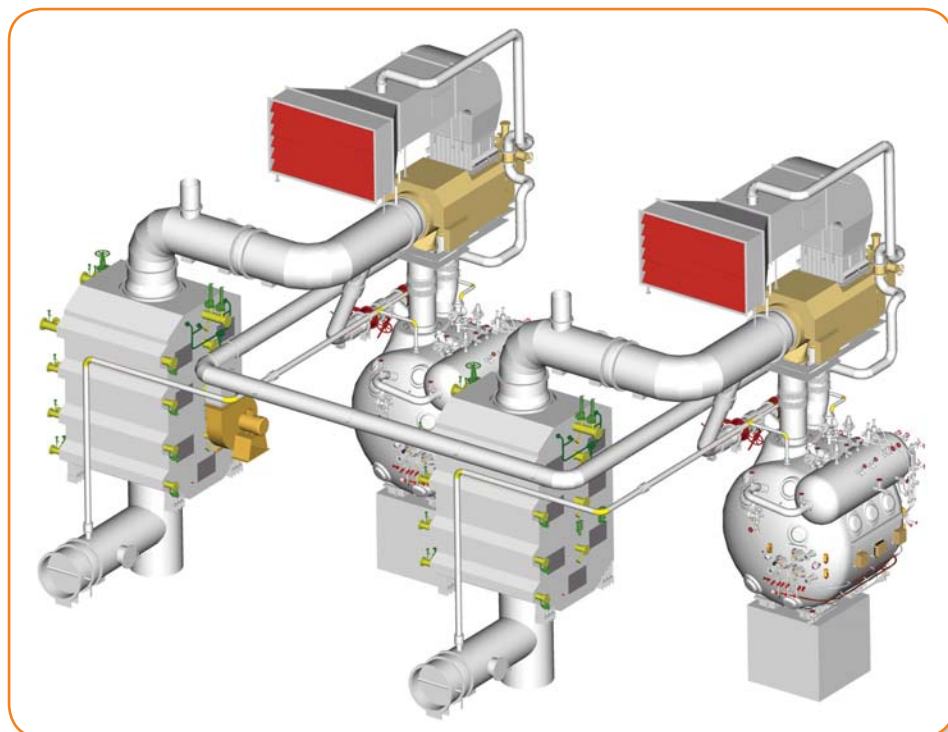
Для котлов производительностью от 75 до 100 т/ч достигнута предельно малая продолжительность монтажа котла на подготовленный фундамент: не более суток (с использованием подъемно-транспортных средств, включая автокраны грузоподъемностью до 50 т) – против многомесячных строительно-монтажных работ для традиционных котлов.

Котел типа KBG не требует дополнительной установки тягодутьевого оборудования (дымососов, вентиляторов),

что приводит к сокращению потребления электроэнергии (около 500 кВт на один котел).

Небольшие габариты энергокомплексов (В×Ш×Д: 5×4,5×5,3 м для котла KBG 3ГМ против 19,4×6,8×9,9 м у традиционного котла аналогичной производительности) сокращают объем строительных работ. При этом упрощается монтаж и снижается стоимость строительно-монтажных работ. Сроки ввода объектов и освоения капитальных вложений сокращаются в два раза (не более 1,5 года с момента начала проектно-изыскательских работ до начала промышленной эксплуатации). Кроме того, при реконструкции имеющихся котельных их паропроизводительность может быть увеличена на тех же производственных площадях.

Поскольку температура воздуха, поступающего в котел из компрессора турбонаддувочного агрегата, составляет 125 °С, отпадает необходимость установки воздухоподогревателя. Подача всего потока воздуха для горения в межкожуховое пространство обеспечивает дополнительную тепловую защиту кожуха и упрощает огнеупорную облицовку котла.



Энергокомплекс с двумя котлами типа KBG 3ГМ



Котельная-ТЭС ОАО «Омский Каучук»

Интенсификация процессов теплообмена позволила сократить суммарную поверхность нагрева до 380 м^2 (у аналогичного по паропроизводительности традиционного котла на вентиляторном дутье – 4150 м^2). При этом обеспечиваются уникальные динамические показатели: удельная теплоснапряженность топочного пространства достигает 13 МВт/м^2 ($0,2 \text{ МВт/м}^2$ у традиционных аналогов).

Применение компактного котла-утилизатора с оребренными трубами для интенсификации теплообмена позволяет довести КПД до 94 %.

Энергокомплекс обеспечивает режим сброса и набора нагрузки во всем диапазоне паропроизводительности за 30–60 с, что в десятки раз меньше всех известных аналогов. Такие показатели особенно важны при использовании комплексов в качестве аварийно-пиковых.

Особое внимание при разработке уделялось ремонтнопригодности оборудования и снижению трудоемкости ремонтных работ. К примеру, бригада из четырех человек обеспечивает замену всей поверхности нагрева (демонтаж и последующую установку труб) за 10 дней. Сроки вывода энергокомплекса для капитального (среднего) ремонта с заменой поверхностей нагрева и огнеупоров сокращены до двух-трех недель.

Автоматические отсечные клапаны по пару обеспечивают полную герметизацию комплекса от потребителей в аварийных ситуациях. При этом выполняется принцип консервативности генератора

пара, что существенно повышает безопасность и сокращает время готовности к восстановлению пароснабжения.

Примеры внедрения

В 1996 г. СКБК выиграло тендер АО «Мажейко Нафта» (Литва) с участием пяти ведущих зарубежных котлостроительных фирм. В решении тендерной комиссии отмечено, что комплекс на основе котла КВГ ЗГМ имеет несколько существенных преимуществ: компактность, рез-

кое снижение затрат на строительство котельной, меньший срок пусконаладки, дешевизна. Построенная для нефтеперерабатывающего комбината котельная с КВГ ЗГМ эксплуатируется с 1998 г. Ее мощность – 60 МВт.

В 2002 г. сдана в эксплуатацию котельная завода синтетического каучука ОАО «Нижнекамскнефтехим» (Нижнекамск, Татарстан). Два котла КВГ ЗГМ общей мощностью 120 МВт работают на природном газе и на жидких углеводородных технологических отходах химического производства.

В 2002 г. введена в действие мини-ТЭС с котлом КВГ ЗГ и турбогенератором мощностью 4 МВт. Заказчик – ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (Магнитогорск, Челябинская обл.).

С 2005 г. эксплуатируется новая котельная с двумя котлами КВГ ЗГМ (общая мощность – 120 МВт), принадлежащая ОАО «Волжский Оргсинтез» (Волжский, Волгоградская обл.). Энергокомплексы выбраны заказчиком по результатам поиска оптимального решения.

Для ОАО «Омский Каучук» (Омск) построена современная автономная котельная-ТЭС с двумя котлами КВГ ЗГМ и четырьмя котлами КВГ 2М-ГМ. Три очереди введены в период с 2007 по 2009 гг. Суммарная тепловая мощность котельной и ТЭС – 520 МВт.

Опыт внедрения энергокомплексов и сделанные разработки позволяют определить наиболее целесообразную нишу использования такой техники. Это автономные котельные паропроизводительностью от 50 до 600 т/ч, от которых требуются высокие надежность и степень автоматизации при широком спектре выходных параметров по нагрузке и динамическим характеристикам и при низких совокупных строительно-эксплуатационных затратах.



Выгрузка на стройплощадку котла производительностью 75 т/ч



Тригенерация – высокоэффективный подход в энергетике, предусматривающий одновременное производство электричества, тепла и холода от одного энергоцентра. Популярным технологическим решением для создания систем тригенерации является комбинация газопоршневых электростанций и абсорбционных чиллеров, при которой энергия отработанных газов используется для выработки холода.

Проектирование систем тригенерации с применением газопоршневых электростанций Bosch

На сегодняшний день в России уже реализовано несколько подобных проектов. В частности, в Москве системами тригенерации оборудованы «Корпоративный университет Сбербанка» и недавно построенный стадион «Спартак». Есть и региональные примеры. Например, тригенерационный энергоцентр крупного торгового центра в Перми, возводимого группой компаний «Кармента» (рис. 1).

Строительство пятиэтажного торгового центра на ул. Карпинского началось в 2013 г., сдача планируется в начале 2016 г. Общая площадь объекта составляет 29 тыс. м². Необходимое

расчетное энергопотребление торгового центра по электричеству составляет 1500 кВт, по теплу – 2700 кВт, по холоду – 1800 кВт. Для обеспечения энергоснабжения объекта проектной организацией ООО «Энергопланнер» были выбраны газопоршневые установки Bosch CHP CE 400 NA мощностью 400 кВт в сочетании с абсорбционными чиллерами LG.

При работе газопоршневой или газотурбинной установки с 1 кВт вырабатываемой электроэнергии есть возможность получить от 1 до 2 кВт тепловой энергии в качестве горячей воды. В торговых центрах электрическая нагрузка достаточно равномерная в течение года,

а потребность в холоде сопоставима с активной электрической IT-мощностью. Из горячей воды с помощью АБХМ холод вырабатывается со средним коэффициентом 0,75. Таким образом, в зависимости от типа энергоустановок, с их тепла можно получить от 50 до 100 % необходимого холода. Это говорит об очень высокой энергоэффективности системы. Недостаток тепла, а так же резерв обеспечивается обычными водогрейными котлами, КПД которых близок к 99 %.

При разработке принципиальной схемы холодоснабжения рассматривалось использование как парокompрессионных, так и абсорбционных чиллеров.

Выбор был сделан в пользу второго варианта в силу его преимущества как по эксплуатационным, так и по капитальным затратам.

Абсорбционные чиллеры экономичны и экологически безвредны, просты, надежны, и их конструкция не включает насоса. Их общая термическая эффективность высока – до 86 %, часть из которой (до 40 %) приходится на электрическую энергию. В тригенераторах (рис. 2) на базе двигателей внутреннего сгорания могут использоваться как одноступенчатые, так и двухступенчатые системы. Поскольку когенерационные схемы производят тепло, как правило, в форме тепловой энергии воды, одноступенчатая система является более предпочтительной. Наряду с простотой, она позволяет утилизировать больше тепла.

Одноступенчатые установки на бромиде лития работают на горячей воде низкой (до 90 °С) температурой, тогда как двухступенчатым абсорбционным системам необходимо тепло при температуре около 170 °С, свойственное пару. Одноступенчатая абсорбционная система на бромиде лития способна охлаждать воду до температуры 6–8 °С и характеризуется коэффициентом преобразования холода к теплу около 0,7. Коэффициент преобразования двухступенчатой системы составляет около 1,2. Итак, абсорбционные системы обеспечивают мощность охлаждения, равную 0,7-1,2 мощности, получаемой от источника тепла. При подключении к тригенераторной установке компрессорных холодильных установок можно получить температуры ниже 0 °С.

Характерными чертами тригенерационных установок являются:

- экономичность (для выработки холода используются излишки тепла);
- минимальный износ (простая конструкция абсорбционных холодильных машин (АБХМ));
- малозумность;
- экологичность (вода используется в качестве хладагента);
- высокий КИТ.

АБХМ производят охлажденную воду при использовании двух веществ (например, воды и бромистолитиевой соли), находящихся в термическом равнове-



Рис. 1. Схема тригериационного энергоцентра вТЦ «Кармента»

сии, которые разделяются путем нагрева, а затем снова воссоединяются путем отвода тепла. Целенаправленный подвод и отвод тепла в условиях вакуума при переменном давлении (примерно 8 мбар и 70 мбар) создает дисбаланс веществ, таким образом, принудительно подвергая их десорбции или абсорбции. Для производства охлажденной воды в диапазоне температур от 6 до 12 °С обычно используется вода (хладагент) и бромистолитиевая соль (абсорбент). Для выработки низкотемпературного холода до -60 °С используется аммиак (хладагент) и вода (абсорбент). Особенностью АБХМ является использование для сжатия паров хладагента не механического, а термохимического компрессора.

Выбор ГПУ осуществлялся по совокупности множества параметров, среди которых рассматривались различные ресурсные показатели, стоимость технического обслуживания, технико-

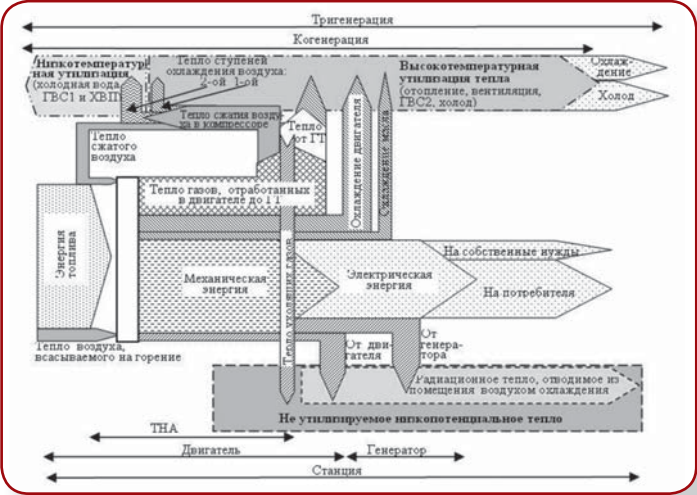


Рис. 2. Диаграмма баланса тепла для когенерации и тригенерации

динамические характеристики. По сравнению с альтернативными вариантами установки Bosch продемонстрировали ряд преимуществ, среди которых более высокий КПД (38,5 %), более высокая скорость нагружения и разгружения (40 %), а также более высокие ресурсные показатели до капитального ремонта (44 тыс. часов). Также их значительным преимуществом явилось высокое качество энергоснабжения – автоматически регулируемый показатель cos-phi с возможностью регулирования подачи реактивной мощности в сеть.

Современные системы отопления: слаженная производительность

В прошлом не предполагалось, что котлы должны взаимодействовать с другими коммуникациями. Сегодня котлы приспособлены к коллективной работе. Современные отопительные системы ориентированы на то, что котел – это гибкий механизм, который может быть подключен к постоянно изменяющейся тепломеханической системе. Например, котлы могут служить запасным источником тепла для больших геотермальных или солнечных тепловых систем, могут быть связаны со сложными системами переменного нагрева расходуемого воздуха как первичный источник гидровоздушного тепла. Таким образом, системные инженеры, разрабатывающие промышленную отопительную систему, должны стремиться к достижению толкового взаимодействия производительности котла и системных производительных критериев.

Существует четыре ключевых аспекта разработки отопительной системы, которые в первую очередь должны учитывать инженеры-разработчики и владельцы зданий: себестоимость, стоимость жизненного цикла, годовая производительность и оптимизация стоимости.

Себестоимость

При планировании строительства котельной или ее реконструкции владельцы зданий зачастую делают упор на минимизацию себестоимости компонентов системы.

Однако первоначальная стоимость системы должна стоять на последнем месте, когда речь идет о расчете наилучшего решения. Может оказаться так, что низкая начальная стоимость обернется владельцу здания дополнительными расходами на жизненный цикл системы.

Сегодняшний рынок отличается высокой конкурентоспособностью, от уровня которой зависит появление огромного количества опций, и их необходимо учитывать при выборе наилучшего бойлера в том или ином случае. Иногда полезно отступить на один шаг и найти разумное решение, которое прекрасно работает,

нежели гнаться за сумасшедшей производительностью.

Широкая доступность и приемлемость технологии модуляционных и конденсационных котлов открывает новую отопительную стратегию, которая является разумной, выгодной, очень эффективной, а также предлагает владельцу здания надежное и долгосрочное решение.

Системный подход – это ключ к передаче правильного количества тепла за правильное время.

Одно из самых разумных решений конфигурации оборудования – использование модуляционного и конденсационного котла для поддержки старта и циркуляционной фазы на низких температурах. Затем для удешевления нагревания и циркуляции можно использовать не конденсационные системы, а системы для обычного нагрева, так как возвратная вода уже достигает температуры 45–51 °С.

Стоимость жизненного цикла

Стоимость жизненного цикла включает стоимость покупки оборудования, расходы на обслуживание, ремонт и энергию для работы системы котлов за время всей жизни оборудования.

Для точности расчет делается с поправкой на будущие расходы от момента покупки.

Когда расчетная стоимость жизненного цикла известна, возможно рассчитать время окупаемости. Это показывает количество времени, необходимое для компенсации себестоимости отопительной системы относительно расходов на стоимость эксплуатации.

Зачастую после завершения расчета расходов на жизненный цикл смешанная установка конденсационных и модуляционных котлов оказывается самым экономичным решением для владельца здания на протяжении всего времени их эксплуатации.

Годовая производительность

Лучший показатель производительности системы – годовая производительность. Только несколько лет назад многие специалисты в отопительной промышленности считали КПД полноты сгорания и температурный КПД самыми важными факторами в определении общей производительности системы.

Каждый котел проходит тесты по государственным стандартам для определения его номинальной производительности.

Сравнение стоимости



Средняя стоимость оборудования полностью конденсационной системы мощностью 1,5 МВт составляет **100000 \$ или 6,5 - 7 млн. рублей**



Средняя стоимость оборудования комбинированной системы мощностью 1,5 МВт составляет **65000 \$ или 4 - 5 млн. рублей**

При этом экономия энергии и ресурсов составляет от 25% и до 50% в обоих случаях !

Однако показатель установленной температурной производительности котла зависит от устройства котла и условий его эксплуатации внутри определенной отопительной системы и настроек данной системы.

Поэтому ключевым компонентом годовой производительности является передача тепла из котла в систему в правильном количестве за правильное время.

Для создания системы с высоким годовым КПД разумно было бы начать с высокопроизводительного «двигателя». Производители котлов могут создавать котлы, которые максимально увеличивают передачу тепла в воду, таким образом, производительность является ключевым аспектом при их эксплуатации. Однако во многих случаях не требуется высокая производительность сгорания (конденсирующее оборудование), так как температура воды слишком высокая. Проектирование систем со ступенчатым нагревом, модуляцией или несколькими котлами зачастую может давать более высокую эффективность всей системы, нежели системы, осно-

ванные на единственном конденсирующем оборудовании, неважно, насколько высока его производительность.

Оптимизация стоимости: общий системный подход

Насколько эффективно котел работает в системе, определяется количеством быстро или медленно передаваемого тепла, в зависимости от нужд системы и способности котла подстраиваться под изменяющиеся требования системы. Ключевым понятием здесь является «подгон под нагрузку». Так, общая производительность системы сильно увеличивается, если оборудование эксплуатируется на пределе производительности.

Другой важный фактор – пропорциональная интегральная производная (ПИП) – контролирует изменение показателя на протяжении времени и «узнает» реакцию системы на изменения в таких условиях, как тепловая нагрузка, температура внешнего воздуха, стадий разогрева котла или котлов.

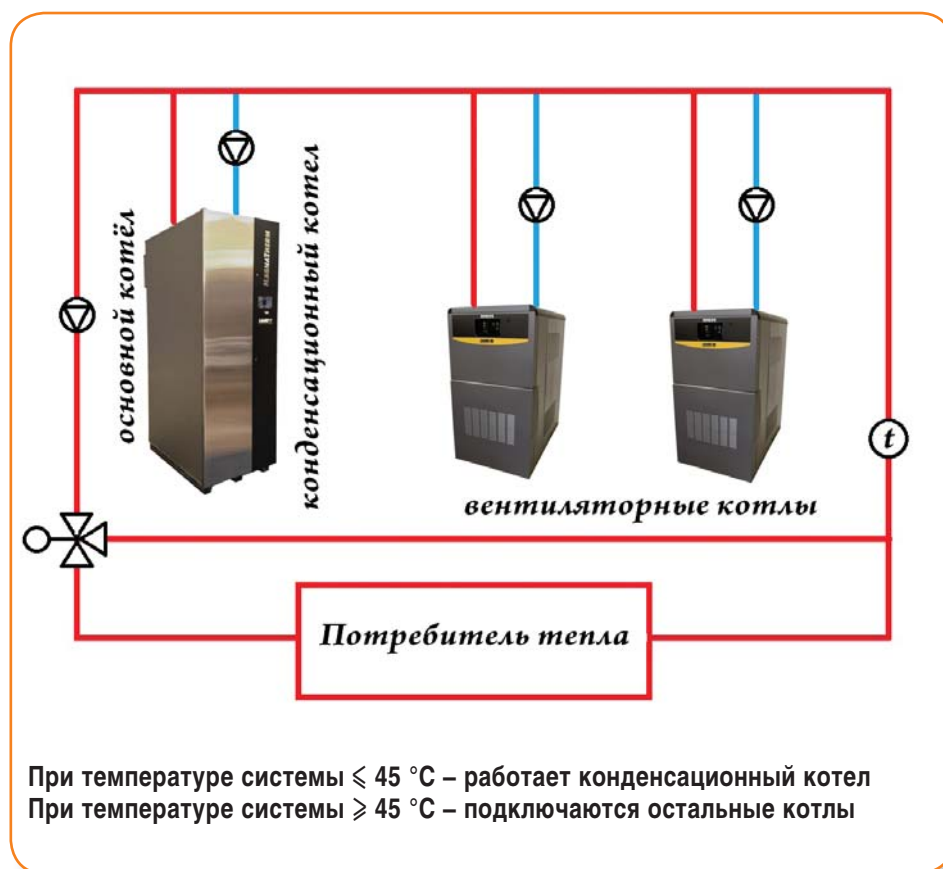
Модуляционные и ступенчатые котлы, например, такие как Pennant, Mighty

Therm, сокращают потребление топлива за счет подгонки загрузки таким образом, что количество тепла, производимого системой, точно соответствует ее нуждам.

Наряду с этим существует реакция системы на внешнюю температуру, температуру воды в хранилище и температуру цикла. Вышеуказанные условия являются важными факторами для общей производительности системы. Системы контроля должны также отвечать современным требованиям, чтобы учитывать все ключевые показатели. Всем этим характеристикам соответствует конденсационный котел Magna Therm, имеющий КПД 99 %, систему эффективной модуляции и интеллектуальную систему управления насосами «Vari-Prime». Заметим, что диапазон регулировки котла находится в соотношении 5:1, т.е. модуляция горения может составлять лишь 20 % мощности котла. Уже в стандартной комплектации котел Magna Therm имеет контроллер, позволяющий управлять каскадом до 8-ми котлов и с возможностью подключения всех внешних датчиков.

Производительность является не единственным преимуществом установки конденсационного котла в качестве ведущего, поддерживаемого модуляционными или вентиляторными котлами. Устойчивость конденсационного котла к температурному шоку и способность принимать возвратную воду низкой температуры открывает новые возможности для высокообъемных систем и систем холодного запуска. Конденсирующий котел легко переносит низкие входные температуры. Фактически чем ниже входная температура воды (или смеси воды/гликоля, как часто бывает), тем выше КПД котла.

Когда котел может эксплуатироваться при низких температурах возвратной воды и низких показателях разогрева, соотношение поверхности передачи тепла и потребляемого топлива, а также производительности сгорания оптимизируется. При установке нескольких котлов каждый справляется только с частью температурной загрузки, что еще больше увеличивает производительность системы. Некоторые системы, требующие



Современные отопительные системы могут вмещать в себя несколько одинаковых или разных котлов или различных типов котлов для достижения максимально возможной общей эффективности системы.

более высоких температур для работы, могут также выиграть при установке конденсационного котла в качестве ведущего, в то время как оставшиеся котлы, обеспечивающие основную нагрузку теплом, будут не конденсационные.

В вопросе определения промышленного котла для отдельного случая всегда существует определенная спецификация, в соответствие с которой компания может предложить свой лучший бренд или продукт. Но на следующем этапе переговоров понимающий проектировщик может спросить: что мы действительно хотим получить? Возможно, гибридная система будет наилучшим решением в нашем случае. Она может сочетать ведущий конденсационный котел с неконденсирующей или около конденсирующей системой, которая будет работать короткий период, несколько дней в году, когда условия

загрузки теплом будут предельными.

Это идеальная организация больших зданий с холодной возвратной водой на старте, конденсирующий котел выдаст начальное тепло, быстро появляется высокая дельта T возвратной воды.

Современные отопительные системы могут вмещать в себя несколько одинаковых или разных котлов или различных типов котлов для достижения максимально возможной общей эффективности системы.

Компания ЛААРС добилась большого успеха в использовании своих конденсационных котлов Magna Therm с котлами обычной производительности. Наши клиенты обнаружили, что при низких нагрузках и низкой температуре возвратной воды они могут использовать конденсирующий котел в качестве ведущего. По мере возрастания нагрузки наряду с температурой возвратной

воды, стандартные котлы затопливаются и эксплуатируются на тех же уровнях производительности, как и дорогие модулирующие конденсирующие котлы из-за возрастания температуры циркуляции.

Данная конфигурация должна быть использована в связке с внешним интегральным управлением относительно показателей воды, чтобы с наибольшей выгодой использовать низкую загрузку и низкую температуру возвратной воды.

Низкая загрузка с высокой температурой возвратной воды не принесет большой выгоды от использования конденсационного котла. Когда отопительная нагрузка снижена, система внешнего интегрального контроля понижает заданную температуру, что позволяет конденсационному котлу конденсировать.

Мы часто сталкиваемся с целым списком вопросов. Самым повторяющимся вопросом является: «Зачем тратить наши сбережения на полностью конденсационную систему?» В конце концов, конденсационные котлы требуют большего внимания к их обслуживанию.

Последнее преимущество, которое учитывается при выборе сочетания конденсационного/около конденсационного котла – это способность управлять двумя различными видами технологий в одной системе управления.

Когда сокращение себестоимости является ключевым в проектировании системы, необходимо учесть спецификацию ведущего конденсационного котла во взаимодействии с неконденсационными системами. Это новое отопительное решение обеспечит потребителю честную и конкурентоспособную себестоимость оборудования, которое требует минимальных затрат на обслуживание при хорошей годовой производительности и относительно низких затратах на жизненный цикл. Первоначальная стоимость будет значительно выше, если установить ультравысокое производительное оборудование для удовлетворения тех же потребностей в тепловых единицах.

129626, Москва, пр. Мира, д. 106
 тел.: 8 (495) 687-63-69
www.laars.ru



PCVEXPO

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

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



Получите билет на www.pcvexpo.ru

Организаторы:



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



Генеральные информационные партнеры:



Стратегический медиа-партнер:





VISSMANN

climate of innovation

В этой статье мы представляем информацию о конструктивных особенностях, технических характеристиках и конкурентных преимуществах котлов с двумя камерами сгорания модели Vitomax D.

Концептуальные преимущества котлов с двумя жаровыми трубами модели Vitomax D производства концерна Viessmann Group

Конструктивно котел изготавливается в двух вариантах: трехходового и двухходового исполнений. Чаше используются котлы трехходовые из-за их возможностей больше соответствовать жестким экологическим требованиям. Двухходовые котлы находят применение преимущественно в промышленности, где требуются параметры, достижение которых невозможно в трехходовых котлах.

Основные элементы конструкции котла: цилиндрическая обечайка, передняя и задняя плоские днища с отбортовкой, две жаровые трубы (волнообразные или гладкие в зависимости от тепловой мощности котла и давления), двухсек-

ционная водоохлаждаемая задняя камера разворота дымовых газов, два пучка дымогарных труб второго хода.

В двухходовых котлах после труб второго хода располагаются камеры сбора дымовых газов с последующим их отводом в экономайзер, дымоход или сразу в дымовую трубу. Отвод дымовых газов производится с фронта котла и организовывается в любую сторону по выбору Заказчика.

В трехходовых котлах после дымогарных труб второго хода располагаются две передние камеры разворота дымовых газов,

водоохлаждаемые со всех сторон, кроме фронтальной части, где находятся двери облегченной конструкции, обеспечивающие доступ к трубам второго и третьего



ходов. После двух пучков труб третьего хода располагается двухсекционная камера сбора дымовых газов. Направление отвода дымовых газов возможно так же, как и в двухходовых котлах, по выбору Заказчика в любую сторону.

Котел снабжен всеми определяемыми требованиями норм штуцерами, лючками и лазами, располагается на двух опорных рамах, одна из которых скользящая.

Вся конструкция котла сварная, снабжена необходимыми усилениями.

Теплоизоляция из минеральной ваты имеет толщину 150–200 мм в зависимости от рабочих параметров котла. Его обшивка изготавливается из структурированного алюминиевого листа толщиной 1 мм. В котле практически отсутствует шамот.

Характерными особенностями конструкции котла являются:

- невысокая теплонапряженность камер сгорания (МВт/м^3) и ее относительно большие размеры, которые позволяют добиваться минимальных выделений NO_x при установке горелок практически всех современных производителей;

- котловый блок, который имеет низкое аэродинамическое сопротивление, что позволяет применять менее дорогие горелки и снизить их электропотребление;

- наличие в котле двух параллельных дымогарных трактов, что обеспечивает качественное регулирование работы горелок и расширяет диапазон регулирования до минимальных значений за счет непродолжительной работы на одной горелке;

- удобство технического обслуживания внутренностей котла, которое обеспечивается за счет двух дверей облегченной конструкции, что позволяет производить такие работы без отсоединения горелок от газовых линеек и последующими их монтажом и опрессовкой;

- повышенное водонаполнение котлового блока, которое гарантирует устойчивость естественной циркуляции котловой воды и, наряду с широкими проходами между жаровыми и дымогарными трубами, обеспечивают незначительный уровень термических напряжений усталостного характера в конструкции котлового блока. Это обеспечивает номинальный срок службы котла 20 лет и низкие потери при эксплуатации, связанные с поддержанием заданного температурного режима котла;

- за счет применения экономайзеров котел Vitomax D имеет высокий коэффициент использования энергии для данного типа оборудования во всем диапазо-

не нагрузок, КПД водогрейных котлов с учетом среднегодового температурного цикла достигает 95 %;

- применение в паровых котлах высокоэффективного регулируемого пароперегрева, включая двухступенчатый, который позволяет достигать значений перегрева до 150 К, а с использованием стабилизаторов температуры обеспечивать диапазон колебаний температуры 5–7 К от заданной;

- широкий спектр газообразных (природный, доменный, коксовый, побочный от других технологических процессов) и жидких (дизельное топливо, мазут) топлив позволяет расширить диапазон применения котла в различных отраслях промышленности и коммунального хозяйства;

- в комплекте с котлом поставляются устройства безопасности, позволяющие эксплуатировать котельную в автоматическом режиме, т.е. без постоянного присутствия оператора;

- шкафы управления, которые обеспечивают управление многокотловой установкой во всех режимах с учетом термодинамических особенностей котлов, а логика этих устройств дает возможность наиболее точно настроить параметры котельной соответственно характеру тепловой нагрузки. Интерфейс контроллеров русифицирован.

Отдельно нужно отметить, что в рамках программы развития комплектных поставок ООО «Виссманн» и вывода на российский рынок промышленного котельного оборудования водогрейных и паровых котлов производства фирмы HKB Ketelbouw BV (Нидерланды), входящей в концерн Viessmann Group, в 2015 г. получены сертификаты соответствия Таможенного союза, подтверждающие соответствие котлов требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013). Речь идет о следующих моделях котлов с двумя жаровыми трубами:

- котлы паровые жаротрубные (дымогарные) двухходовые и трехходовые высокого давления типа Vitomax D-HS номинальной паропроизводительностью 16–60 т/ч, с давлением до 39 бар (изб.), температурой до 440 °С; код ТН ВЭД ТС 8402 19 100 9;

- котлы водогрейные жаротрубные (дымогарные) двухходовые и трехходовые высокого давления типа Vitomax D-HW с температурой нагрева воды свыше 110 °С (перегретая вода), номинальной тепловой



мощностью до 40 МВт, с давлением до 39 бар (изб.), температурой воды до 235 °С; код ТН ВЭД ТС 8402 20 100 9;

- котлы водогрейные жаротрубные (дымогарные) двухходовые и трехходовые типа Vitomax D-LW номинальной тепловой мощностью до 40 МВт, с давлением до 20 бар (изб.), температурой воды до 110 °С; код ТН ВЭД ТС 8403 10 900 0.

В стоимость оборудования входит инженерное сопровождение проекта силами заводских специалистов и группы инженерно-технической поддержки ООО «Виссманн», выполняющих комплекс работ, позволяющих нашим покупателям качественно интегрировать наше оборудование в котельную установку. Вся документация предоставляется на русском языке.

Благодаря техническим возможностям котлов Vitomax D, они активно используются в различных отраслях: коммунальное хозяйство, пищевая промышленность, химия, нефтедобыча и нефтепереработка, металлургия и др.

Резюмируя вышеизложенное, можно с уверенностью отметить, что высокий КПД котлов Vitomax D (HS, HW и LW), низкие эксплуатационные расходы (работа без постоянного присутствия операторов, 20 лет без ремонтов), надежность, простота проведения сервисного обслуживания, а значит, и его дешевизна, техническая поддержка со стороны специалистов ООО «Виссманн» – все это обеспечивает короткие сроки окупаемости котельных, возврат первоначальных инвестиций и в дальнейшем высокую рентабельность производства.

Отдел продаж промышленного оборудования ООО «Виссманн»

129337, г. Москва

Ярославское шоссе, д. 42

Тел.: +7 495 6632111

Факс: +7 495 6632112

www.viessmann.ru

www.viessmannrus.com

Русское тепло ОАО «ДКМ»

ОАО «Дорогобужкотломаш» – одно из ведущих предприятий теплоэнергетического комплекса РФ, производитель широкого типоряда водогрейных котлов, не имеющего аналогов по разнообразию мощностей, модификаций и конструкций.



Котельный завод основан в 1962 г. на Смоленщине как специализированное предприятие по выпуску котлов для централизованного теплоснабжения и запасных частей к изготавливаемым котлам.

Продукция с товарным знаком ДК составляет основу систем теплоснабжения различных регионов страны: сегодня порядка 17 000 котлов обеспечивают комфортные условия каждому четвертому жителю России.

ОАО «ДКМ» имеет специализированную систему качества. Качество продукции подтверждено международными и российскими сертификатами, в том числе по требованиям ИСО 9001 и Технического регламента Таможенного союза (ЕАС).

В 1981 г. завод награжден орденом «Знак почета». Выпускаемая продукция отмечена Государственным «Знаком качества». В новом веке предприятие стало обладателем многочисленных наград, включая дипломы «100 Лучших товаров России», «Салон изобретений, техники и технологий» (Женева).

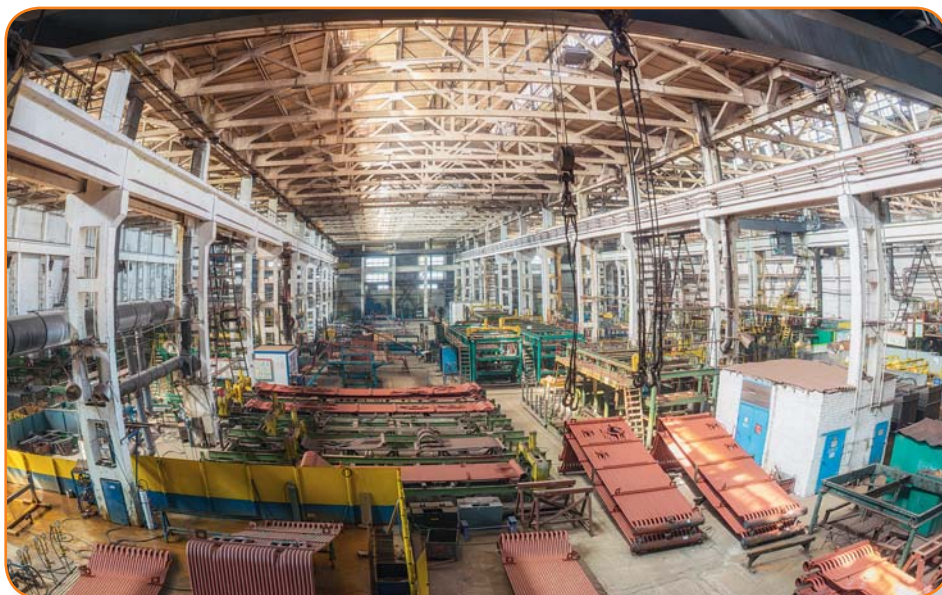
ОАО «ДКМ» сотрудничает с территориальными генерирующими компаниями, организациями жилищно-коммунального комплекса мегаполисов, городов и поселков.

В числе заказчиков – ключевые госкорпорации ОАО «МОЭК», ГУП «ТЭК

СПб», ОАО «Газпром», ОАО «РЖД», Министерство Обороны РФ.

Расположение завода на крупном ж/д узле, вблизи автомагистрали Москва–Минск позволяет осуществлять доставку заказов потребителям различными видами транспорта.





ОАО «Дорогобужкотломаш» сегодня это:

- производство котлов традиционной линейки ПТВМ, КВ-ГМ, КВ-Р тепловой мощностью от 10 до 209 МВт для сжигания газа, жидкого и твердого топлива;
- модернизация установленного оборудования в целях улучшения технико-экономических и экологических характеристик, в том числе повышения единичной мощности до 20 %, снижения выбросов NO_x до 140 мг/м², уменьшения количества горелочных устройств;
- обеспечение ремонтных кампаний оригинальными энергозапчастями и ремкомплектами к котлам собственного производства с гарантиями завода-изготовителя;
- выпуск серий жаротрубных и водотрубных котлов тепловой мощностью от 0,05 до 10 МВт, включая трехходовые водотрубные «СМОЛЕНСК» на базе ноу-хау ДКМ, вакуумные котлы-бойлеры «VACUMATIC», а также «ДНЕПР» для сжигания сырой нефти;
- разработка и изготовление горелочных устройств нового поколения типа ГМГР, соответствующих всем требованиям экологических норм, не уступающих импортным аналогам по техническим показателям, но оптимальных для российских бюджетов по цене;
- программы работы с отраслевыми и проектными институтами Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Казани, Н. Новгорода и ближнего зарубежья;

– сотрудничество с ведущими производителями котельно-вспомогательного оборудования и горелочных устройств. В частности, в рамках программы по использованию и улучшению сжигания твердого топлива были разработаны, изготовлены и успешно испытаны котлы серии КВ-Р с импортными топками слоевого сжигания тепловой мощностью 7,56 МВт и 23,26 МВт;

– выпуск котлов КВ-Г-14-150 и КВ-Г-9,65-150 для замены морально устаревшего оборудования без изменения габаритов существующей котловой ячейки.

ОАО «ДКМ» реализует Программу техперевооружения производства и ведет непрерывную работу над ростом качественных характеристик продукции на основании внедрения нового уникального оборудования и технологий.

Благодаря высокопрофессиональному персоналу, привлечению молодых кадров, успешно решаются сложные инженерно-производственные задачи.

Предприятие имеет собственную научную базу, создана экспериментальная лаборатория с аттестованным стендом для испытания котлов и горелок до 2,0 МВт. Это позволяет совершенствовать существующие линейки и разрабатывать новый продукт с применением более современного подхода к конструктивным решениям.

Испытание и внедрение новых типов конструкций, материалов, изоляции, раз-

работка новых горелочных устройств – все эти шаги в перспективе дадут возможность улучшить технические параметры оборудования и снизить один из основных коэффициентов – расхода металла. Ожидаемый результат – оптимизация цены, что даст предприятию и заказчику дополнительный импульс к дальнейшему сотрудничеству.

Учитывая актуальную экономическую ситуацию, ОАО «ДКМ» идет навстречу потребителям, формируя специальные предложения, в том числе, создавая оперативный склад котлов мощностью от 20 кВт до 10 МВт, заключая контракты с фиксацией действующей цены на следующий календарный год, изготавливая продукцию под ответственное хранение, осуществляя срочную отгрузку заказов с доставкой непосредственно на теплофикационный объект.

В свете принятого руководством РФ курса на импортозамещение предприятие готово помочь клиентам переориентироваться на котельное оборудование российского производства, обеспечить их продукцией, не уступающей импортной.



На сегодняшний день среди крупнейших котлопроизводителей ОАО «ДКМ» – одно из немногих стабильных предприятий. Мы готовы работать и дальше, чтобы русское тепло «Дорогобужкотломаш» получили еще большее количество потребителей в самых разных регионах страны.



ОАО «Дорогобужкотломаш»
215750, Смоленская обл.,
Дорогобужский р-н,
п. Верхнеднепровский
Тел. +7 (48144) 532-45, 535-66,
тел/факс: +7 (48144) 515-60, 534-00
om@dkm.ru www.dkm.ru

Однотрубная система отопления с естественной или комбинированной циркуляцией

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

Однотрубные системы отопления являются менее материалоемкими по сравнению с двухтрубными. Ранее естественная циркуляция рекомендовалась для небольших зданий с радиусом действия не более 30 м, при расстоянии от середины высоты котла до середины нижнего нагревательного прибора не менее 3 м. Это устаревшие рекомендации. Производственные цеха и административное здание ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» в течение 20 лет отапливаются при естественной циркуляции с использованием однотрубной системы отопления с верхней разводкой.

Длина здания составляет 72 м, высота – 7 м. Расстояние от середины котла до середины нижнего нагревательного прибора – 0,5 м. Подобное «нарушение» рекомендаций связано с применением усовершенствований при создании этих систем отопления. На основании практически проверенной работы однотрубной системы отопления специалисты объединения рекомендуют к внедрению нижеприведенные схемы систем отопления. На рис. 1 показана схема однотрубной системы отопления трехэтажного здания с естественной циркуляцией теплоносителя. Стояки выполнены из трубы $\varnothing \frac{3}{4}$ " с подводками $\varnothing \frac{1}{2}$ ". Эффективность естественной циркуляции увеличивается с применением ускорителей циркуляции. Подводка к прибору отопления осуществляется трубой $\varnothing \frac{1}{2}$ ", при этом величина коэффициента затекания равна коэффициенту затекания с подводкой $\frac{3}{4}$ ". Деаэрационно-расширительный бак объемом 3 % объема теплоносителя системы отопления выполнен с цилиндром большей высоты, чем диаметр расширительного бака. Бак теплоизолирован и может устанавливаться как на чердаке, так и на стене дома. При разогреве системы отопления в первую очередь нагревается теплоноситель котла наружного размещения и главный стояк до расширительного бака. В деаэрационно-расширительном баке, над первоначальным уровнем холодного теплоносителя, поднимается столб горячей воды высотой 150–200 мм. Под воздействием этого столба возникает соответствующее циркуляционное давление на еще холодный теплоноситель, начинается его естественная циркуляция.

Таким образом, конструктивное испол-

нение деаэрационно-расширительного бака способствует появлению циркуляционного давления еще холодного теплоносителя. Это единственный случай, когда нагретый в котле теплоноситель является источником дополнительного циркуляционного давления в момент разогрева системы отопления.

При прогреве всего теплоносителя этот эффект исчезает и величина естественного циркуляционного давления определяется как разница в весе горячего и остывшего стояка. Расчеты по определению циркуляционного давления при естественной циркуляции теплоносителя содержатся в многочисленных изданиях (например, В.Н. Богословский, В.П. Щеглов, Н.Н. Разумов «Отопление и вентиляция»).

На рис. 2 приведена рекомендуемая схема однотрубной системы отопления 5-этажного здания с односторонним присоединением приборов отопления. Циркуляционное давление в данном случае выше, чем в 3-этажном здании в 1,7 раза.

Как известно, особенностью однотрубных систем с естественной циркуляцией является то, что циркуляционное давление стояка не связано с отдельными приборами отопления. Во время работы система отопления устойчива в гидравлическом и тепловом отношении. Для однотрубной системы нет ограничений в расположении приборов ниже точки нагрева при использовании ее в зависимости от этажности здания. Именно поэтому так называемые «сталинские» дома отапливались без применения циркуляционных насосов, их просто не было. Система отопления и горячего водоснабжения не

зависела от электроэнергии. С учетом новых свойств применяемых теплотехнических устройств очевидно, что при отоплении зданий этажностью до 5-ти следует отдать предпочтение однотрубным системам отопления с естественной циркуляцией теплоносителя. Отключения электроэнергии происходят столь часто, что рисковать системой отопления, здоровьем жильцов из-за недопонимания проектировщиками значения важности электронезависимых систем отопления и горячего водоснабжения недопустимо.

На рис. 3, 4 приведена схема системы отопления пяти- и девятиэтажных домов с односторонним присоединением приборов отопления с комбинированной системой циркуляции. Конструктивное исполнение ускорителей циркуляции одинаково, поэтому имеет смысл более подробно остановиться на комбинированной системе циркуляции теплоносителя с помощью циркуляционного насоса, который установлен параллельно обратной или прямой линии системы отопления с автоматическим клапаном проходного типа (антиподом обратного клапана). Схема обвязки автоматического клапана проходного типа показана на рис. 5, устройство – на рис. 6. При наличии электроэнергии циркуляцию осуществляет циркуляционный насос, автоматический клапан проходного типа закрыт под воздействием давления циркуляционного насоса.

При отключении электроэнергии, а это часто бывает из-за «ледяных» дождей, «теплых» и тяжелых снегов, из-за которых обрушиваются деревья на линии электропередач, автоматический клапан открывается и продолжается естественная циркуляция. Согласно техническому

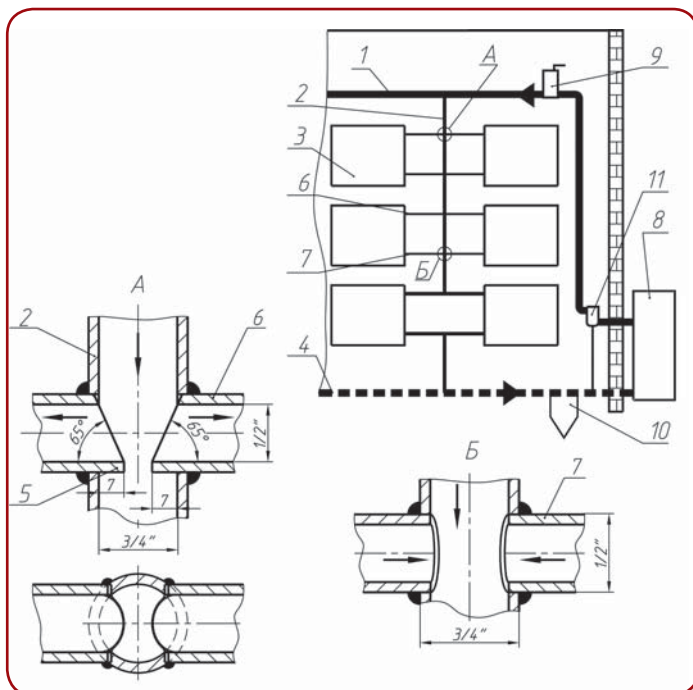


Рис. 1. Схема системы отопления трехэтажного жилого дома с двусторонним присоединением приборов отопления: 1 – прямая линия; 2 – стояк с условным проходом $\frac{3}{4}$ дюйма; 3 – прибор отопления; 4 – обратная линия; 5 – ускоритель циркуляции; 6 – подводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 7 – отводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 8 – котел; 9 – деаэрационно-расширительный бак; 10 – грязевик; 11 – автоматический трехходовой клапан
Примечание. Обвязка приборов первого этажа выполняется по полнопроточной схеме с условным проходом $\frac{3}{4}$ дюйма.

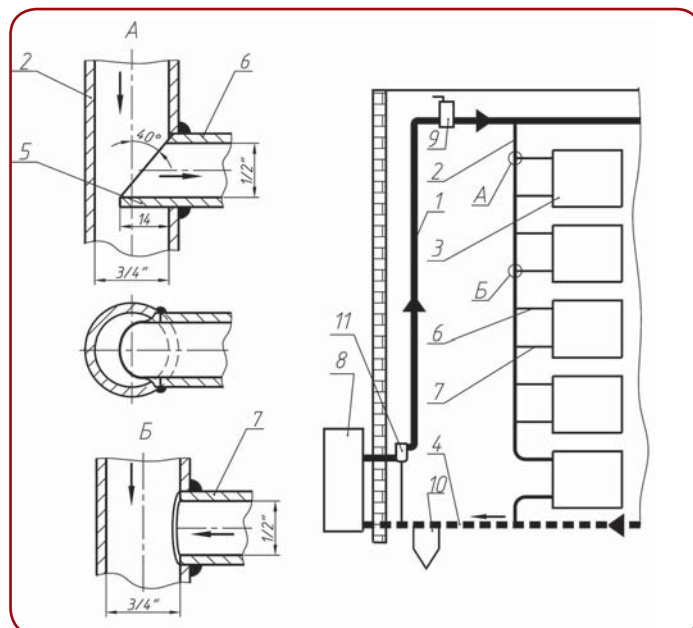


Рис. 2. Схема системы отопления пятиэтажного жилого дома с односторонним присоединением приборов отопления: 1 – прямая линия; 2 – стояк с условным проходом $\frac{3}{4}$ дюйма; 3 – прибор отопления; 4 – обратная линия; 5 – ускоритель циркуляции; 6 – подводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 7 – отводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 8 – котел; 9 – деаэрационно-расширительный бак; 10 – грязевик; 11 – автоматический трехходовой клапан
Примечание. Обвязка приборов первого этажа выполняется по полнопроточной схеме с условным проходом $\frac{3}{4}$ дюйма.

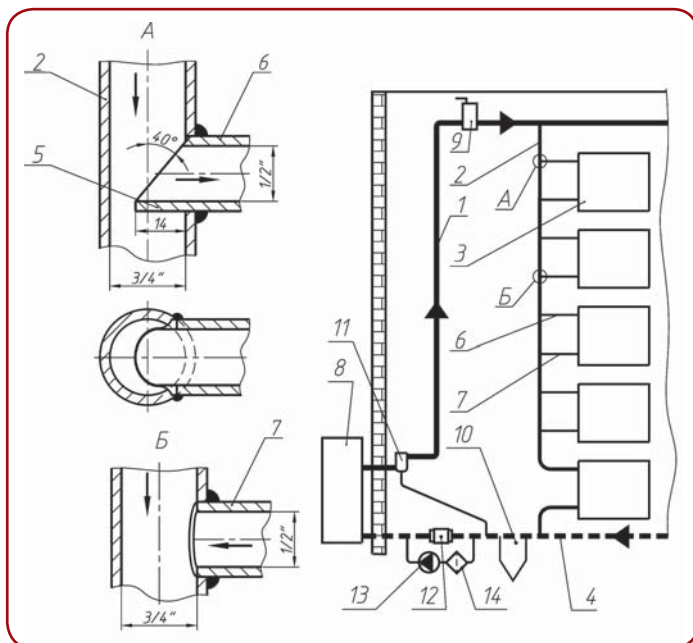


Рис. 3. Схема системы отопления пятиэтажного жилого дома с односторонним присоединением приборов отопления с комбинированной системой циркуляции: 1 – прямая линия; 2 – стояк с условным проходом $\frac{3}{4}$ дюйма; 3 – прибор отопления; 4 – обратная линия; 5 – ускоритель циркуляции; 6 – подводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 7 – отводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 8 – котел; 9 – деаэрационно-расширительный бак; 10 – грязевик; 11 – автоматический трехходовой кран; 12 – автоматический клапан проходного типа; 13 – циркуляционный насос; 14 – сетчатый фильтр

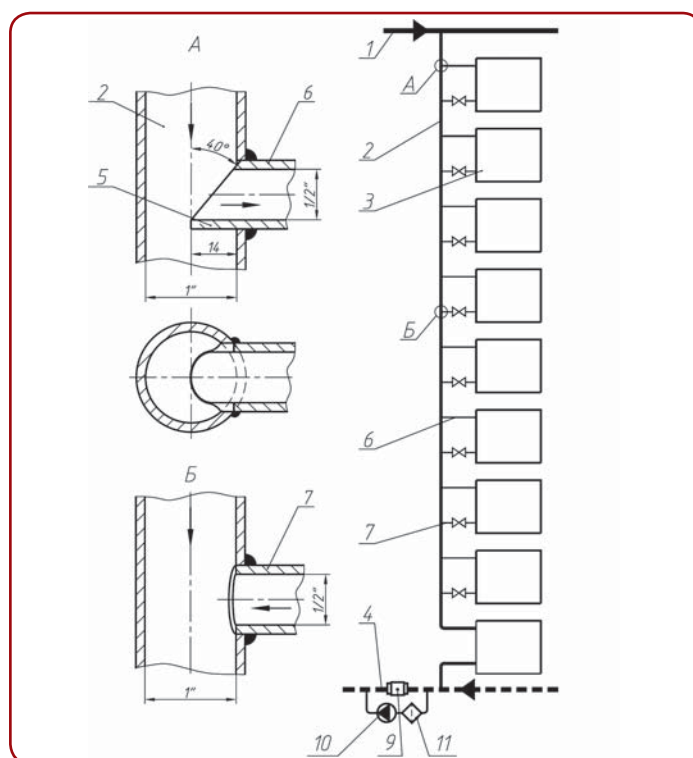


Рис. 4. Схема обвязки стояка с условным проходом 1 дюйм отопления шести- и двенадцатиэтажного жилого дома с односторонним присоединением приборов отопления с комбинированной системой циркуляции: 1 – прямая линия; 2 – стояк с условным проходом 1 дюйм; 3 – прибор отопления; 4 – обратная линия; 5 – ускоритель циркуляции; 6 – подводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 7 – отводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 8 – регулирующее устройство; 9 – автоматический клапан проходного типа; 10 – циркуляционный насос; 11 – фильтр

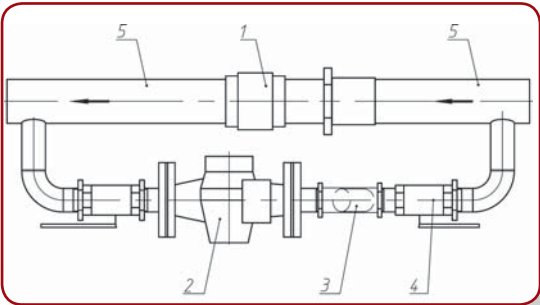


Рис. 5. Автоматический клапан проходного типа в сборе с насосом для комбинированной системы циркуляции: 1 – автоматический клапан проходного типа; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – запорная арматура; 5 – монтажные патрубки

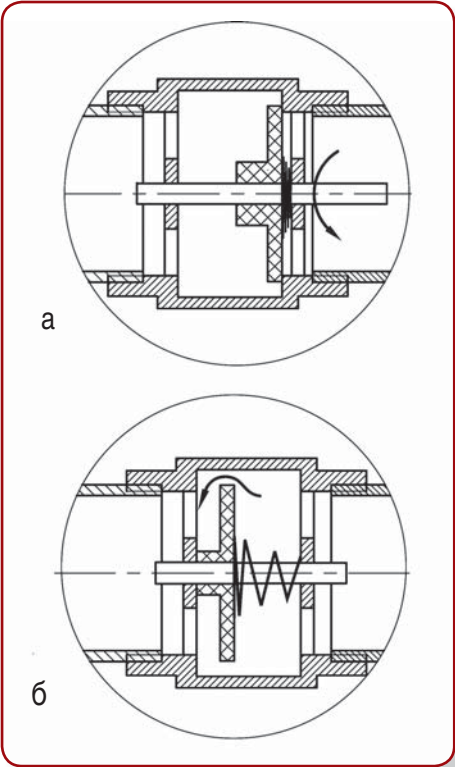


Рис. 6. Клапан в закрытом (а) и открытом (б) состоянии

регламенту на атмосферные газогорелочные устройства, с исчезновением напряжения горелки мощностью более 100 кВт должны в течение 1 с выключаться. Горелки мощностью до 100 кВт могут отключаться в течение 30 с. Таким образом, напрашивается вывод: производить газогорелочные устройства 2-ступенчатыми – 1-я ступень мощностью до 100 кВт, 2-я ступень мощностью, превышающей 100 кВт. При исчезновении электроэнергии в течение 1 с должна прекратить работу 2-я ступень, а 1-я ступень продолжать производить тепло. Исходя из этого, мощность системы отопления с естественной циркуляцией должна быть не менее 100 кВт, остальная мощность приходится на насосную циркуляцию.

Объединение в 2014 г. перешло на выпуск 2-ступенчатых горелок мощностью 150 и 200 кВт, в 2015 г. будут выпускаться 2-ступенчатые горелки мощностью 300, 400 кВт. Подобный принцип должен применяться и при проектировании автономных систем отопления с использованием котлов наружного размещения производства ООО «НПО Верхнерусские коммунальные системы». Для систем отопления мощностью до 100 кВт проектировать на новых объектах следует только естественную циркуляцию.

На объектах мощностью свыше 100 кВт – или естественную циркуляцию с установкой нескольких электронаезависимых котлов КСУВ, или комбинированную циркуляцию с мощностью естественной циркуляции до 100 кВт, свыше 100 кВт – с насосной циркуляцией. Заказчики должны получать качественную проектную документацию, учитывающую последние разработки. Автономные однотрубные системы отопления с естественной или комбинированной циркуляцией защищены патентами RU 2382283 C2, RU 2355950 C2, патентом на полезную модель 123483.

Особое значение для долговечных автономных систем отопления имеет деаэрация теплоносителя. Объединением предлагается использовать для этих целей вакуумный деаэрационно-расширительный бак. Деаэрация основана на падении растворимости газов при нагреве теплоносителя и уменьшении давления теплоносителя. На рис. 7 показан график Генри. Деаэрационно-расширительный бак устанавливается в верхней точке автономной системы отопления, в которой максимальная температура и минимальное давление. Процесс деаэрации происходит вследствие нагрева теплоносителя до 70 °С при давлении до 0,020 атм. Растворимость газов в этих условиях стремится к нулю, над поверхностью теплоносителя они выделяются и через дыхательный клапан удаляются в атмосферу. При постоянной термической деаэрации, а через бак проходит 100 % теплоносителя, существенно снижается содержание углекислоты, что в свою очередь приводит к нарушению равновесия между бикарбонатами и растворенной углекислотой, распаду бикарбонатов и образованию из карбонатов CaCO_3 защитной пленки на поверхности трубопроводов, приборов отопления, котельного оборудования. Подобный способ деаэрации предлагал еще патриарх советской тепло-

техники, профессор Е.Я. Соколов. Мы это внедрили. Альтернативой деаэрационно-расширительного бака мог бы служить малогабаритный вакуумный деаэратор. Однако стоимость наиболее ходовых импортных моделей вакуумных деаэраторов колеблется в интервале 3–7 тыс. евро, что равно стоимости котла наружного размещения мощностью 100 кВт, к тому же для привода вакуумных насосов необходима электроэнергия. Таким образом, альтернативы применению вакуумного деаэрационно-расширительного бака производства ООО «НПО Верхнерусские коммунальные системы» в настоящее время нет.

При выборе материала для трубопроводов автономных систем отопления следует руководствоваться по убывающей нижеперечисленными материалами: медь, РЕ-Х, РЕ-Х-АL-РЕ, углеродистая сталь с защитным слоем, углеродистая сталь без защитного слоя, полипропилен. К сожалению, полипропиленовые трубы применяются чаще всего, несмотря на их непригодность для высокотемпературного отопления и большую газопроницаемость. Эту тенденцию в РФ похоже уже не преодолеть, тем более является обязательным использование эффективных современных установок для деаэрации. Без них эксплуатировать автономные системы отопления и горячего водоснабжения с полипропиленовыми трубами невозможно.

Специалисты объединения надеются, что предложенные системы автономного отопления помогут проектным, монтажным и экспертным организациям принимать решения в пользу заказчиков, и это главное.

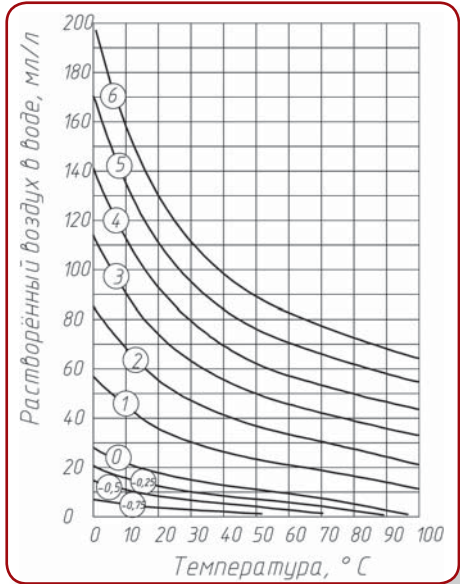


Рис. 7. График Генри

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 долговечным сроком службы, высокими показателями в экономии топлива и соблюдении требований по защите окружающей среды от вредных выбросов.

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

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

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

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

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



Двухходовой жаротрубный паровой котел с регулируемым экономайзером серии BHP

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

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

ООО «ИВАР промышленные системы»
Москва, ул. Клара Цеткин, д.33/35,
тел.: (495) 602-00-63, www.ivar-industry.ru

Каскадные котельные на базе конденсационных котлов 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 устанавливается 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 надежность, долговечность 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 устраняют 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 котле, 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 °С – даже 108,8 %. При использовании погодозависимой автоматики и работе в низкотемпературном режиме отопления (50/30 °С) 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 лицевой 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 °С. 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 поме-

щении 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



Большое число предприятий нуждается в реконструкции существующих систем теплоснабжения. Изношенные основные фонды, введенные в эксплуатацию зачастую более 50-ти лет назад, тяжким бременем висят на балансе. Но и отказаться от них нет возможности. Средств единовременно вложиться в глобальную замену или в капитальную реконструкцию нет, а снижать издержки необходимо.

Инвестиции на реконструкцию – вопросы и решения

Как показывают расчеты, срок окупаемости энергосберегающих мероприятий, к которым можно отнести и реконструкцию источников генерации, и ремонт тепловых сетей с ликвидацией утечек, и полную теплоизоляцию, позволит сократить затраты в большинстве случаев в 3–4 раза. Это колоссальная экономия. Но где взять средства на сами энергосберегающие мероприятия?

Кредит в таком случае вряд ли будет удачным решением – сегодня взяли, а завтра уже надо начинать возвращать. При этом работы не только не законче-

ны, но еще и не начинались. Средств на возврат нет.

Второй вариант возможного решения – лизинг. Но он возможен только тогда, когда есть средства на первоначальный взнос. А если их нет? Как выход в таком положении может стать энергосервисный контракт?

Но, пожалуй, единственная реально работающая в стране энергосервисная компания ГПБ-ЭЭ объективно заинтересована в очень крупных контрактах, которых в стране наперечет. Как быть остальным, потребность которых ограничена суммами 50–100 млн рублей?

Ответ на все вопросы

На рынке появились предложения строительства и реконструкции не очень крупных объектов энергетики на достаточно комфортных условиях. После предварительной технической оценки состояния объекта экспертом инвестора проводится оценка финансовой состоятельности потенциального потребителя. В случае, если оборот заемщика стабилен и существенно превышает потребность в заемных средствах, решение о финансировании принимается достаточно быстро. Таким заемщиком вполне может быть теплосеть не очень крупного

города или района. Выручка таких организаций обычно превышает несколько сотен миллионов рублей в год. При этом приемлемый уровень привлекаемых средств находится в указанном выше коридоре (50–100 млн рублей).

Денежных средств заемщик не получает. Он получает от генерального подрядчика, назначенного инвестором, оговоренный контракт продукт в оговоренные сроки. Возврат денежных средств начинается через месяц после начала эксплуатации реконструируемого объекта (примерно через шесть месяцев после начала выполнения работ), т.е. с момента, когда заемщик уже получает реальный экономический эффект от внедрения мероприятий. Если возврат инвестиций соответствует оговоренному графику в течение года, вполне реально продолжить финансирование такого заемщика, более либерально подходя к его оценке.

Данная схема финансирования позволяет получить инвестиции в виде готового продукта, не отвлекая собственные, зачастую ограниченные ресурсы и начать их возврат за счет реального сокращения издержек на производство и транспортировку тепловой энергии. При этом, как правило, сумма возвращаемых средств меньше величины экономии. Разница при этом остается в распоряжении заемщика, что всегда приятно.

Поскольку инвестор работает с экспертами высокого уровня, перечень мероприятий может быть скорректирован на стадии обследования объекта и предложен более эффективный вариант реконструкции с использованием совершенно новых технологий, о которых у нас в стране многим неизвестно. Речь идет, например, о применении установок, работающих по так называемому органическому циклу Ренкина (рис. 1), когда в качестве рабочего тела паровой турбиной (рис. 2) используется не водяной пар, а органическая жидкость, кипящая при атмосферном давлении при 70 °С, а при 25 атм температура кипения не превышает 120 °С.

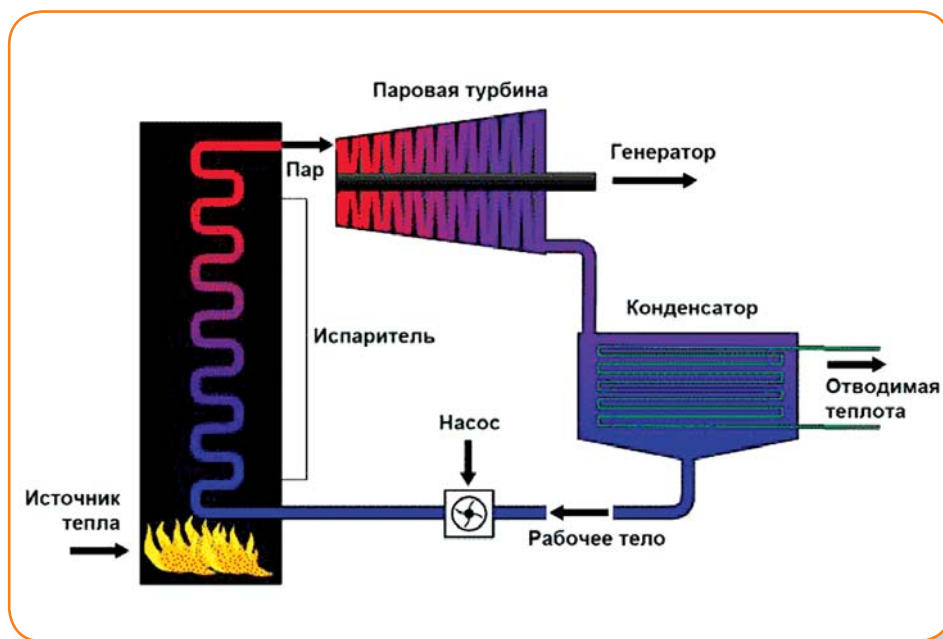


Рис. 1. Схема цикла Ренкина



Рис. 2. ORC турбина, работающая по циклу Ренкина

Причем и рабочее тело, и сами установки выпускаются в России, что весьма актуально в наше непростое время. Есть еще целый ряд технологий, кото-

рые наверняка будут востребованы на рынке, тем более что средства на их внедрение получить более чем реально.



Мини-ТЭЦ на базе газового двигателя должна покрывать приблизительно 30–50 % максимальной ежегодной потребности предприятия в тепловой энергии.

Газопоршневые мини-ТЭЦ

П. Ильин

Двигатели внутреннего сгорания уже давно используются для привода автономных электростанций. В наиболее известных случаях это – дизельные моторы, которые традиционно применяются в районах, где отсутствует традиционное энергоснабжение и резервные источники энергии. Они бывают оснащены теплообменным оборудованием, и тогда представляют собой мини-ТЭЦ. При этом находит применение бросовое тепло выхлопных газов (их температура обычно составляет 450–500 °С), а в моделях с глубокой утилизацией – также тепло систем охлаждения и смазки двигателя. Тепловая энергия из таких энергоагрегатов идет на отопление и горячее водоснабжение.

Помимо дизелей в качестве базы для мини-ТЭЦ используют газовые и газодизельные двигатели внутреннего сгора-

ния. В так называемом газовом режиме газодизели обычно действуют на смеси газа и небольшого количества (от 1 до 10 %) дизельного топлива.

С точки зрения капитальных затрат, наиболее дешевыми являются дизельные мини-ТЭЦ. Однако из-за дороговизны солярки, большего расхода масла и высоких эксплуатационных затрат себестоимость вырабатываемой ими электроэнергии оказывается в несколько раз выше, чем у газовых установок (обладающих к тому же большим ресурсом до капремонта). Таким образом, дизельные когенераторы лучше использовать в негазифицированных районах. Энергия, получаемая от газодизельных мини-ТЭЦ, также дороже той, что вырабатывают установки на чистом газе.

Энергоблоки на базе двигателей внутреннего сгорания поставляются в блочно-модульном исполнении для ста-

ционарной установки или в транспортных контейнерах. Кроме того, часто применяются специальные кожухи, поглощающие шум.

На российском рынке представлены газовые когенераторные установки на базе двигателей внутреннего сгорания электрической мощностью до 8,5 МВт. Их электрический КПД составляет порядка 40 %, а общий коэффициент использования топлива достигает 90 %.

Техническое обслуживание поршневых машин проводится чаще, чем обслуживание газотурбинных мини-ТЭЦ (через каждые 1000–2000 ч в зависимости от уровня изготовления). Однако общие эксплуатационные затраты, включающие оплату работы специалистов и стоимость запасных частей, оказываются на 30–40 % ниже. Они также уменьшаются при проведении ТО собственными силами предприятия.

С точки зрения использования различных видов топлива и простоты перехода с одного из них на другое, поршневые двигатели также обладают большими возможностями. В качестве горючего могут быть использованы природный газ, биогаз, газы мусорных свалок, пиролизные газы, пропан, бутан, попутный нефтяной газ, дизельное топливо, топочные мазуты, сырая нефть и т.д.

Обычно мини-ТЭЦ с газовыми двигателями внутреннего сгорания оказываются эффективнее и экономичнее газотурбинных установок. Исключения составляют случаи, когда на предприятии есть потребность в получении постоянного количества теплоносителя с температурой более 110 °С при большой потребляемой мощности, а также при ограниченном количестве пусков.

В ходе разработки технико-экономического обоснования на строительство автономной теплоэлектростанции необходимо в первую очередь рассчитать возможный экономический эффект. Для этого сравниваются различные варианты покрытия потребности предприятия в тепловой и электрической энергии. В каждом случае учитываются затраты на энергоносители и материалы (электричество, газ, тепло, моторное масло и т.д.), на проектирование, приобретение, монтаж, наладку оборудования, прокладку инженерных коммуникаций, эксплуатационные издержки. Для всех вариантов определяется конечная стоимость тепла и электричества, производится расчет годовой экономии и срока окупаемости капитальных вложений.

Особого внимания заслуживает тема общего ресурса оборудования и интервала между капремонтами. По заявлениям мировых изготовителей, после проведения капитального ремонта в полном объеме и с рекомендуемой инструкциями периодичностью работоспособность техники полностью восстанавливается. Как правило, общий срок службы рассчитан не менее чем на три капремонта (при правильной эксплуатации он может быть и более продолжительным). Следует помнить, что ресурс до капитального ремонта диктуется вероятностью отказа оборудования в результате износа. Для газовых моторов западного производства

он составляет порядка 60 тыс. ч.

Требованием надежности обуславливается также выбор числа и единичной мощности энергетических агрегатов. Ему должно предшествовать решение о том, будет мини-ТЭЦ работать автономно или параллельно с централизованной сетью (если такой режим возможен). Для этого следует сравнить расходы на энергию, потребляемую из сети, и оплату резервирования мощности при параллельной работе с расходами на приобретение, установку и обслуживание резервного агрегата, необходимого в случае полной автономности.

В расчете числа и единичной мощности установок следуют учитывать следующее:

- единичная электрическая мощность агрегата должна в 2–2,5 раза превышать минимальную потребность предприятия;
- общая мощность агрегатов должна превышать максимальную потребность предприятия на 5–10 %;



Машинный зал с ГПУ Waukesha ATGL

- агрегаты по возможности должны быть одинаковой мощности.

Перечисленные моменты в большей степени относятся к автономному режиму, но их желательно учитывать и при работе параллельно с сетью.

Мини-ТЭЦ на базе газового двигателя должна покрывать приблизительно 30–50 % максимальной ежегодной потребности предприятия в тепловой энергии.

Остальная тепловая нагрузка обеспечивается пиковыми водогрейными котлами.



Диспетчерская мини-ТЭЦ



Гидравлические схемы мини-ТЭЦ

Н. Смирный

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

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

Активное внедрение не заставило себя

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

Отметим, что само по себе электроснабжение достаточно дорого, и любая мини-ТЭЦ может снизить удельную стоимость генерируемой энергии с помощью когенерации или тригенерации. Достигнутая на сегодняшний день эффектив-

ность использования внутренней энергии природного топлива достигает 85–90 %. Но для выхода на такие показатели необходим взвешанный подход ко всем элементам мини-ТЭЦ: динамически меняющиеся потребности в тепло- и электроснабжении не взаимосвязаны, и в таких условиях крайне важна согласованность оборудования электро- и теплогенерации, утилизации тепла.

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

Рассмотрим возможные схемы гидравлической стыковки оборудования мини-ТЭС в привязке к распространенным в промышленности тепловым сетям с постоянным круглогодичным температурным графиком 110/70 °С без регулирова-

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

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

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

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

Параллельная схема

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

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

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

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

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

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

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

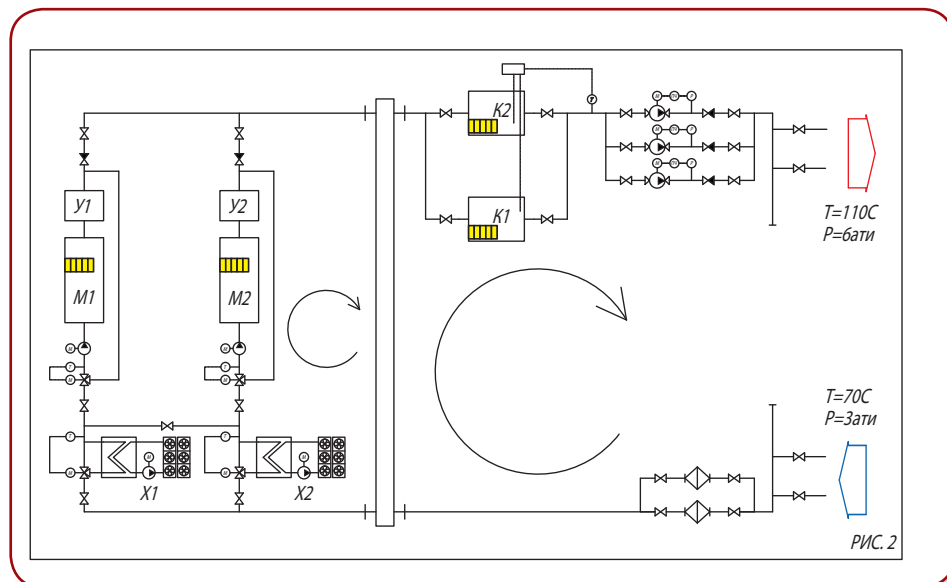
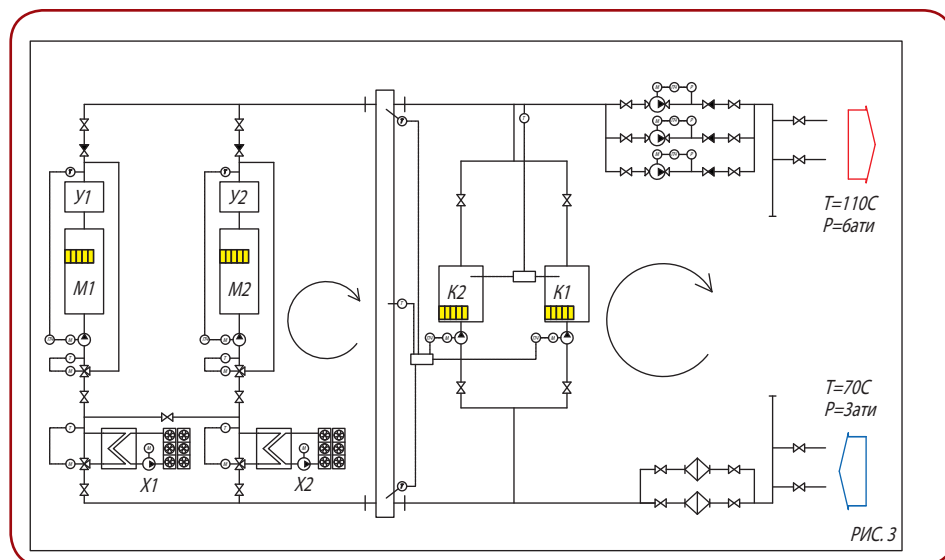


РИС. 2

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

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

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



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

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

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

ТЭЦ в Советской Гавани

АО «ТЭЦ в г. Советская Гавань» приступило к монтажу котла № 1 для одноименной угольной станции, строящейся на берегу Татарского пролива в Хабаровском крае.

На новой совгаванской ТЭЦ будут работать три котлоагрегата марки Е-210-13,8-560. Оборудование изготовлено ОАО «ЭМАльянс» (Россия). Производительность каждого котла составит 210 т пара в час.

В настоящее время установлена передняя стена каркаса котла до отметки 20 м массой 37 т. Общий вес металлоконструкций каркаса составляет 462 т. Завершить первый этап монтажа основы котла № 1 планируется в ноябре 2015 г., тогда же начнется монтаж поверхностей нагрева и других элементов. Полностью монтаж котла будет завершен летом 2016 г. Монтаж котла № 2 начнется в октябре.

Также энергостроители приступили к устройству фундаментов под две 63-мегаваттные турбины станции. В ходе строительства главного корпуса ТЭЦ смонтировано 1180 т ме-

таллоконструкций каркаса здания. На основной площадке продолжается активное строительство дымовой трубы, строители возводят до трех метров ствола трубы в сутки. На сегодня высота сооружения достигла 25 м. Кроме того, осуществляется прокладка водоводов добавочной воды, устройство фундаментов административно-бытового и объединенного вспомогательного корпусов, градирни и объектов топливоподачи.

В ходе сооружения внеплощадочной инфраструктуры осуществляется реализация второго этапа схемы выдачи электрической мощности, подъездного железнодорожного пути ТЭЦ и станции Мыс Марии, насосной станции добавочной воды. До конца 2015 г., после выбора генерального подрядчика, планируется начать строительство схемы выдачи тепловой мощности. В настоящее время проект прошел госэкспертизу, ведется проектирование городских центральных тепловых пунктов.

На строительной площадке и внеплощадочных объектах работают 540 человек и 98 единиц техники.



Мини-ТЭЦ на пропан-бутане

В. Маркин

Прошло почти 10 лет после первой публикации статьи «Котельные на пропан-бутане. За и против», обошедшей страницы многих специализированных изданий. В то время мало кто представлял реальную эффективность использования сжиженного углеводородного газа (СУГ), и приходилось по полочкам разбирать основные «за» и «против», объясняя себе, а заодно и остальным участникам рынка возможные перспективы применения этого альтернативного топлива.

Сегодня пропан-бутан, продолжая оставаться альтернативным видом топлива, уже не является настолько незнакомым рынку, чтобы заново взвешивать его плюсы и минусы. Он пользуется достаточно устойчивым спросом во многих направлениях локальной, а в качестве резервного топлива – и в централизованной (большой) энергетике. И если 10 лет назад экзотикой считались и пропан-бутан, и мини-ТЭЦ, то сегодня столь же необычно воспринимается их сочетание: мини-ТЭЦ на СПБТ (сжиженный пропан-бутан технический).

Вопрос, насколько обосновано использование СПБТ в качестве топлива для мини-ТЭЦ, сегодня является исключительно экономическим, поскольку такое решение реализовано многократно и в различных вариантах. Как ни парадоксально, экономическая эффективность применения пропан-бутана зависит, в том числе, и от социологических нюансов: насколько просто и профессионально собран резервуарный парк и выполнена топливная подача, настолько в целом улучшаются экономические параметры проекта.

Прежде чем перейти к рассмотрению конкретных примеров, укажем, в каких областях наиболее интересна локальная генерация электроэнергии с использованием СПБТ в качестве основного топлива. На сегодня это объекты, где подведение сетевого природного газа технологически невозможно, экономически нецелесообразно, а использование преимуществ газового топлива желательно (для технологических нужд, газолучистого отопления и т.д.). Таким образом, монтируя резервуары СУГ, заказчик «убивает двух зайцев» – полу-

чает газ для технологических нужд и обеспечивает с его помощью локальную генерацию на мини-ТЭЦ.

Примером такого решения служит реализация ООО «СУ-25» проекта энергообеспечения завода ЗАО «Виادي» на Канонерском острове в Санкт-Петербурге. На данном предприятии для оптимизации затрат энергоснабжения было решено применить следующие виды энергетического оборудования: когенерационные установки Vitobloc фирмы Viessmann (Германия) суммарной мощностью 823 кВт, паровой котел Fulton (США) мощностью 200 кВт, инфракрасные излучатели Roberts Gordon (Великобритания) суммарной мощностью 195 кВт. Кроме того, необходимо было обеспечить технологическую газовую сушку и подачу газа на бытовые плиты.

Перспектива быстро организовать снабжение завода магистральным природным газом отсутствовала, поэтому экономически обоснованным было признано использование в качестве стартового (аварийного) топлива пропан-бутан. На территории предприятия был размещен подземный резервуар с усиленной изоляцией. Его полезный объем – 42,5 м³ (общий – 50 м³: 15 % объема резервируется на тепловое расширение). Испарение такого количества СПБТ дает 11 135 м³ газообразного топлива. При максимальном расходе 69 м³/ч (паровая фаза) периодичность пополнения топливного запаса составляет не менее 6,72 сут.

Наряду с резервуаром предусматривались два испарителя производительностью 100 кг/ч каждый и прокладка наружных подземных газопроводов к потребителям. Регулирование заправки газа выполняется указателем уровня заполнения резервуара. Использовано также устройство для слива газа из автоцистерн и две комплектные испарительные установки FAS-2000 (Германия). Отметим, что пропан-бутановый газопровод паровой фазы отличается от традиционного лишь 5 %-ным уклоном в сторону сборника конденсата, который рассчитывается отдельно по ПБ 12-609-03 «Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы».

В состав мини-ТЭЦ вошли автономные модули Vitobloc GG электрической

мощностью 320 и 380 кВт, тепловой – 503 и 551 кВт, соответственно. Они полностью автоматизированы и не требуют присутствия обслуживающего персонала. Модули оснащены синхронным генератором для выработки 3-фазного напряжения (400 В, 50 Гц; воздушное охлаждение; тип защиты – IP 23), системой утилизации тепла для отопления (90/70 °С), а также (основной агрегат) 12-цилиндровым двигателем MAN. Это одна из первых мини-ТЭЦ Viessmann из поставленных в Россию и первая, работающая на пропан-бутане.

Среди важных отличительных особенностей модулей Vitobloc – совмещение шкафа управления с устройствами контроля и общий звукоизолирующий корпус, благодаря которому уровень шума на расстоянии 1 м от установки не превышает 72 дБ (шум потока выходящих газов на расстоянии 1 м – 78 дБ).

Наличие системы каталитического окисления для снижения вредных выбросов и специального лямбда-зонда для автоматического регулирования соотношения «воздух – топливо» позволяет даже в режиме пониженной нагрузки поддерживать содержание NO_x в отходящих газах на уровне, не превышающем 500 мг/м³, СО – не более 300 мг/м³.

Другой проект был реализован в прошлом году в Северо-Западной промышленно-коммунальной зоне (Химки, Московская обл.) на предприятии ООО «Комета», которому для технологических нужд газ не требовался, и экономическая целесообразность применения пропан-бутана по сравнению с другими видами топлива была обоснована в рамках предпроекта. Инвестор задался целью построить собственный энергоцентр для снабжения электроэнергией, теплом и холодом офисно-складского комплекса площадью 14 900 м². Комплекс на двух земельных участках необходимо было построить в сжатые сроки и тем самым освободиться от платежей за аренду складов. Предпосылки для строительства собственной генерации заключались, в том числе, и в огромных заявленных затратах на подключения к централизованным сетям: электросети – 102 млн рубля (в том числе покупка мощностей – 48,3 млн рублей); теплосети – 34 млн рублей.



Исходные данные: потребность в электроэнергии – около 1,1 МВт; потребность в тепле – 3,4 МВт; потребность в холоде – 0,2 МВт.

Поскольку одним из основных критериев проекта был срок ввода в эксплуатацию, решено было в качестве стартового (затем резервного) топлива использовать пропан-бутан.

Основным видом топлива проектом предусматривался природный газ. Для целей топливоснабжения было предло-



Источник энергии	Вид топлива	Калорийность	Цена за единицу, руб.	Себестоимость за 1 кВт · ч, руб.
Газопоршневой генератор	Природный газ	8000 ккал/м³	4,5 за 1 м³	1,34
Газопоршневой генератор	Пропан-бутан	23000 ккал/л	17,0 за 1 кг	3,78
Дизель-генератор	Дизельное топливо	10000 ккал/л	17,0 за 1 кг	5,14

жено и реализовано хранилище СУГ в составе трех резервуаров (двустенных подземного исполнения) объемом 25 м³, жидкостных испарителей FAS с регуляторами давления газа. Периодичность пополнения топливного запаса составляет не менее 25 сут.

В состав мини-ТЭЦ вошли автономные модули Vitobloc GG-383 электрической и тепловой мощностью 383 и 542 кВт, соответственно. Модули полностью автоматизированы и не требуют присутствия обслуживающего персонала. Они оснащены синхронным генератором для выработки 3-фазного напряжения (400 В, 50 Гц; воздушное охлаждение; тип защиты – IP 23), системой утилизации тепла для отопления (90/70 °С), а также (основной агрегат) 12-цилиндровым двигателем MAN.

Для организации резервного электроснабжения установлен дизель-генератор на базе двигателя Volvo мощностью 500 кВт.

Кроме того, в энергоцентре имеются два низкотемпературных котла фирмы Viessmann Vitoplex 100-единичной мощностью 895 кВт с газовыми горелками Oilon для покрытия пиковых тепловых ночных нагрузок.

Для нужд холодоснабжения предусмотрено применение абсорбционной холодильной машины на горячей воде, подающей холодную воду температурой 6–8 °С на теплообменники установок приточной вентиляции (холодильная мощность – 200 кВт, изготовитель – фирма Century, Южная Корея).

Стоимость проектирования, согласований, комплектации и монтажа хранилища СУГ составила 10,2 млн рублей. Срок – 4 мес.

Стоимость проектирования, комплектации, монтажа и пусконаладочных работ (ПНР) энергоцентра – 73,4 млн рублей. Срок – 12 мес.

Стоимость проектирования, комплек-

тации, монтажа и ПНР системы холодоснабжения – 9,4 млн руб. Срок – 2 мес.

Таким образом, фактическая экономия инвестиционных вложений по сравнению с централизованным энергоснабжением составила 52,4 млн. рублей.

Общий срок реализации составил 12 мес. (до пуска тепла – 5 мес.). В результате к моменту строительной готовности основного склада была обеспечена его жизнедеятельность, что позволило начать логистические работы в плановые сроки.

Реализация проекта позволила получить следующие эксплуатационные характеристики: среднемесячный (расчетный по году) фактический расход газа – 44,0 т; количество технологических сливов газа – 14–16 в год (заключен договор с топливным оператором на поставку газа по фиксированной в течение года цене, что позволило определить бюджет на топливо в течение года); расчетная себестоимость электроэнергии – 3,78 рублей за 1 кВт·ч. (включает цену топлива и все эксплуатационные затраты).

При расчете принята себестоимость тепловой энергии, равная действующему тарифу теплосетей, – 1076 руб./Гкал.

После завершения монтажных работ заказчиком была проработана возможность подключения к сетям природного газа. В результате получена общая стоимость (включая затраты на «услуги по сопровождению», проектирование, экспертизы, согласования, прокладку газопровода с сопутствующей комплектацией), которая составила порядка 15 млн рублей. При этом заказчик запросил расчет стоимости выработки 1 кВт·ч. электроэнергии на всех возможных видах топлива и оборудования. Данные приведены в таблице.

В настоящее время инвестор отказался от присоединения к сетям природного газа (основное топливо согласно проекту), поскольку капитальные затраты на присоединение (сбор ИРД, получение лимитов, ТУ, проектирование, согласования, монтаж) при сравнительных расчетах в ценах 2010 г. на природный газ и пропан-бутан окупаются в течение 5,5 лет (при существующей загрузке), а в прогнозных к моменту пуска газа (2012 г.) – в течение 11 лет.



Новости когенерации

Плановое начало отопительного сезона в Алтайском крае



Уральские турбинщики обеспечили плановое начало отопительного сезона в Алтайском крае. Этому способствовал ремонт двух роторов для турбины Т-100 Бийской ТЭЦ-1, который в кратчайшие сроки произвели специалисты Уральского турбинного завода.

Как рассказали в министерстве промышленности и науки Свердловской области, на УТЗ были проведены ремонтные работы роторов среднего и высокого давления. В ходе ремонтных мероприятий на роторах были заменены некоторые конструктивные элементы, которые повысят надежность агрегата. Кроме того, заменена часть лопаток лопастей ротора.

«Специалисты завода выполнили ремонт роторов всего за два месяца. Агрегаты поступили на предприятие в июне, а уже в августе были отгружены обратно заказчику. Такие рекорд-

ные сроки позволяют энергетикам Бийской ТЭЦ уже в середине сентября запустить турбину на полную мощность и обеспечить теплом жилые дома Бийска и прилегающих населенных пунктов», – сообщили в региональном Минпромнауки.

Отметим, что в этом году УТЗ уже выполнил ремонт ротора для Барнаульской ТЭЦ-3, в сентябре будет отгружен ротор для Красноярской ГРЭС-2.

Напомним, что турбины, производимые в Свердловской области, работают на крупных энергопредприятиях России и СНГ. Так, недавно новейшая паровая турбина производства УТЗ заработала на Павлодарской ТЭЦ-3 (Казахстан). Кроме того, УТЗ принимает участие в тендере на выполнение работ по модернизации Минской ТЭЦ-3 и Гродненской ТЭЦ-2 Республики Беларусь. Договоренность об этом была достигнута губернатором Свердловской области Евгением Куйвашевым в ходе визита свердловской делегации в республику в октябре 2014 г. Непосредственное участие уральцев в тендере подтвердил на выставке ИННОПРОМ–2015 министр промышленности и науки Свердловской области Андрей Мисюра.

Бийская ТЭЦ-1 – крупнейшая тепловая электростанция на территории Алтайского края и одна из крупнейших в Сибири. Она обеспечивает теплом и электроэнергией Бийск и его промышленные предприятия, а также населенные пункты предгорий Горного Алтая. Установленная мощность: 535 МВт.

С 1957 г. для Бийской ТЭЦ-1 было поставлено шесть паровых турбин производства Уральского турбинного завода.

Россия технологичная: инновационные проекты Дальнего Востока

Новый вектор развития страны обозначил прошедший с 3 по 5 сентября во Владивостоке Восточный экономический форум 2015. Заключено около 80-ти контрактов на общую сумму 1,3 трлн рублей в сфере развития технологичных отраслей. В частности, они коснулись модернизации энергетической инфраструктуры островных территорий Владивостока.

«РАО ЭС Востока» и японская корпорация Kawasaki Heavy Industries заключили соглашение о внедрении новых технологий генерации на Дальнем Востоке. Рассматривается возможность строительства перспективных мини-ГТУ-ТЭЦ в Артеме и Владивостоке. Строительство электростанций указанного типа входит в программу развития энергетики Дальневосточного федерального округа до 2025 г., в соответствии с которой планируется ввести 4,4 ГВт для замещения устаревших мощностей и покрытия перспективных потребностей.

Американская корпорация General Electric подписала на форуме меморандум с «РАО ЕЭС-Восток» о модернизации энергосистем Дальнего Востока России в гибридную систему распределенной энергетики. Для этого GE намерена использовать собственные технологии, а также модернизировать дизельные электростанции Дальнего Востока.

Не менее интересен обсуждаемый в рамках форума проект строительства в Якутии ветропарка мощностью один

мегаватт в год. Соответствующий меморандум о взаимопонимании был подписан «РАО ЭС Востока» и японским концерном Komaihaltec. Стоимость проекта – около 600 млн руб.

В ходе работы Восточного экономического форума «Роснано» Фонд развития Дальневосточного федерального округа и компания «РусГидро» создали инвестиционный фонд Дальнего Востока в целях поддержки электроэнергетики и сопряженных отраслей. Все юридические процедуры партнеры намерены завершить до конца 2015 г. На первом этапе доступный объем финансирования приблизится к 15 млрд рублей.



Газопоршневые мини-ТЭЦ на российском рынке

В настоящее время на российском рынке представлено большое число газопоршневых когенерационных установок как зарубежного, так и российского производства. Большинство импортных мини-ТЭЦ выпускаются на базе двигателей известных западных марок – MAN, MWM (Motoren-Werke Mannheim, до 2008 г. – Deutz Power Systems), Waukesha и т.д. Установки на базе собственных двигателей предлагают такие крупные отечественные производители, как «Барнаултрансмаш» и «Волжский дизель имени Маминых». В связи с востребованностью оборудования для автономного электро- и теплоснабжения продолжает увеличиваться число российских производителей мини-ТЭЦ: многие относительно небольшие компании оснащают импортные или отечественные газопоршневые двигатели системами утилизации тепла и предлагают их рынку. Такой подход совершенно оправдан – его практикуют многие довольно известные западные фирмы, не имеющие собственного производства двигателей и генераторов. В предлагаемом ниже обзоре ресурс оборудования указывается до первого капитального ремонта согласно официальным данным производителя. В случае возможности работы двигателя на различных видах газообразного топлива характеристики приведены для природного газа.

Зарубежные производители

Buderus (Германия)



Loganova E0204/0824/0826/1306

Электрическая мощность:	50–238 кВт
Тепловая мощность:	81–363 кВт
КПД по электричеству:	32,8–35,4 %
КПД по теплу:	55,2–58,1 %
Двигатель:	MAN
Генератор:	Leroy Somer
Ресурс двигателя:	60 тыс. ч
Топливо:	природный газ

Caterpillar (США)



CAT-190/.../2000 (с оборудованием для утилизации тепла Tedom)

Электрическая мощность:	190–2000 кВт
Тепловая мощность:	303–2144 кВт
КПД по электричеству:	33,9–38,1 %
КПД по теплу:	47,9–52,6 %
Двигатель:	Caterpillar
Генератор:	Caterpillar
Ресурс двигателя:	до 100 тыс. ч
Топливо:	природный газ

Elteco (Словакия)



Katja 5/.../65 C, Petra 57/.../4850 C

Электрическая мощность:	3,8–3916 кВт
Тепловая мощность:	8,9–4462 кВт
КПД по электричеству:	23,3–43 %
КПД по теплу:	46,8–54,4 %
Двигатель:	Lombardini, Ford, MAN, Guascor, Perkins, MWM
Генератор:	Stamford, Mecc Alte, Leroy Somer
Ресурс двигателя:	н/д
Топливо:	природный, био- или свалочный газ

ETW Energietechnik (Германия)

ETW 50/.../2000 EG

Электрическая мощность:	50–2000 кВт
Тепловая мощность:	75–2243 кВт
КПД по электричеству:	35,7–43 %
КПД по теплу:	47,4–55,2 %
Двигатель:	MAN, MWM
Генератор:	Leroy Somer, Marelli Motori
Ресурс двигателя:	50 (MAN), 64 (MWM) тыс. ч
Топливо:	природный газ, биогаз, шахтный, попутный нефтяной газ (ПНГ)



Guascor (Испания)

FG 180/.../SFGLD 560

Электрическая мощность:	142–955 кВт
Тепловая мощность:	239–1326 кВт
КПД по электричеству:	33,3–39,7 %
КПД по теплу:	34,7–40,7 %
Двигатель:	Guascor
Генератор:	Leroy Somer
Ресурс двигателя:	н/д
Топливо:	природный газ



Jenbacher (Австрия)

Jenbacher 208 GS, 312/.../320 GS, 412/.../420 GS, 612/.../624 GS

Электрическая мощность:	330–4034 кВт
Тепловая мощность:	363–3683 кВт
КПД по электричеству:	36,1–45,4%
КПД по теплу:	41,5–51,3 %
Двигатель:	Jenbacher
Генератор:	Jenbacher, Stamford, AVK
Ресурс двигателя:	60 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, биогаз, свалочный газ, шахтный газ, пиролизный газ



Intertech Mechanical (Голландия)

INT-50/.../400, INT-50D/.../400D

Электрическая мощность:	50–804 кВт
Тепловая мощность:	82–1076 кВт
КПД по электричеству:	34,2–39,5 %
КПД по теплу:	51,5–56,2 %
Двигатель:	MAN
Генератор:	Leroy Somer
Ресурс двигателя:	60 тыс. ч
Топливо:	природный газ





Lindenberg-Anlagen (Германия)

CHP 50/.../3000	
Электрическая мощность:	50–3220 кВт
Тепловая мощность:	79–3298 кВт
КПД по электричеству:	34,3–41,5 %
КПД по теплу:	41,1–54,2 %
Двигатель:	MAN, Perkins, Guascor, MTU, Waukesha
Генератор:	Stamford, Leroy Somer, Kato
Ресурс двигателя:	н/д
Топливо:	природный газ

MTU (Германия)

MTU GC 119/.../386 N5, GC 116/.../323 N5, GC 120/.../370 B5, GB 772/.../1948 N5	
Электрическая мощность:	116–1948 кВт
Тепловая мощность:	198–2154 кВт
КПД по электричеству:	34,4–41,3 %
КПД по теплу:	42,9–58,8 %
Двигатель:	MTU
Генератор:	н/д
Ресурс двигателя:	н/д
Топливо:	природный газ, биогаз, газ сточных вод

Motoren-Werke Mannheim (Германия)

TCG 2016V08C/.../2032V16	
Электрическая мощность:	400–4300 кВт
Тепловая мощность:	426,6–4322 кВт
КПД по электричеству:	42–43,7 %
КПД по теплу:	43,3–45,7 %
Двигатель:	MWM
Генератор:	Marelli Motori, AVK
Ресурс двигателя (полный):	200 тыс. ч
Топливо:	природный газ, биогаз, ПНГ, шахтный, коксовый

Sokratherm (Германия)

CG50/.../CG402	
Электрическая мощность:	50–402 кВт
Тепловая мощность:	82–538 кВт
КПД по электричеству:	33,7–38,5 %
КПД по теплу:	51,5–56,2 %
Двигатель:	MAN
Генератор:	Leroy Somer
Ресурс двигателя:	60 тыс. ч
Топливо:	природный газ

Tedom (Чехия)

Cento T80/.../T300 SP, Quanto D580/.../D2000 SP	
Электрическая мощность:	77–2000 кВт
Тепловая мощность:	114–2168 кВт
КПД по электричеству:	33,6–43,6 %
КПД по теплу:	47,1–49,7 %
Двигатель:	Tedom, MWM



Генератор:	Mecc Alte, Marelli Motori
Ресурс двигателя:	н/д
Топливо:	природный газ

Viessmann (Германия)

Vitobloc GG50/.../402, 200 EM-50/81...238/263

Электрическая мощность:	18–402 кВт
Тепловая мощность:	36–563 кВт
КПД по электричеству:	33,7–37,5 %
КПД по теплу:	52,5–64,3 %
Двигатель:	MAN, Volkswagen
Генератор:	Leroy Somer
Ресурс двигателя:	40 тыс. ч
Топливо:	природный газ



Waukesha Engine Dresser (США)

VG18/.../48 G/L(D)/SID

Электрическая мощность:	230–625 кВт
Тепловая мощность:	390–989 кВт
КПД по электричеству:	38,4–39,8 %
КПД по теплу:	46,6–49,3 %
Двигатель:	Waukesha
Генератор:	Leroy Somer, Kato
Ресурс двигателя:	36–48 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, биогаз



VHP3600/.../9500 G/SI(D)/L/T(D)

Электрическая мощность:	315–1175 кВт
Тепловая мощность:	570–2350 кВт
КПД по электричеству:	36,5–39,8 %
КПД по теплу:	45,4–51,8 %
Двигатель:	Waukesha
Генератор:	Leroy Somer, Kato
Ресурс двигателя:	48–66 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, биогаз



APG1000/.../3000

Электрическая мощность:	1000–3200 кВт
Тепловая мощность:	1081–3463 кВт
КПД по электричеству:	42,5 %
КПД по теплу:	43,5 %
Двигатель:	Waukesha
Генератор:	Leroy Somer, Kato
Ресурс двигателя:	36–52 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, биогаз



12/.../16V-AT27GL

Электрическая мощность:	2220–3250 кВт
Тепловая мощность:	2953–3822 кВт
КПД по электричеству:	40,8–41,6 %
КПД по теплу:	39,4–45,2 %
Двигатель:	Waukesha
Генератор:	Leroy Somer, Kato
Ресурс двигателя:	66–72 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, биогаз

Российские производители

ОАО «Барнаултрансмаш» (Барнаул)



МТП-100/500...315/400	
Электрическая мощность:	100–250 кВт
Тепловая мощность:	100–250 кВт
КПД по электричеству:	30–32 %
КПД по теплу:	41–45 %
Двигатель:	Барнаултрансмаш
Генератор:	н/д
Ресурс двигателя:	12–20 тыс. ч
Топливо:	природный или попутный газ (ГОСТ 5542)

«Волжский дизель имени Маминых»
(Балаково, Саратовская обл.)



ГДГ-90/100/500	
Электрическая мощность:	500 кВт
Тепловая мощность:	450 кВт
КПД по электричеству:	36 %
КПД по теплу:	49 %
Двигатель:	6ГЧН 21/21, 6ГЧН 21/26, 8ГЧН 21/26 (ВДМ)
Генератор:	Leroy Somer
Ресурс двигателя:	60 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, пиролизный и биогаз

ПГ «Генерация» (Березовский, Свердловская обл.)



200/.../1000ГПЭС-К	
Электрическая мощность:	200–1000 кВт
Тепловая мощность:	287–1690 кВт
КПД по электричеству:	35,4–37 %
КПД по теплу:	47–49 %
Двигатель:	Chidong (лицензия AVL List)
Генератор:	Chidong (лицензия Siemens)
Ресурс двигателя:	48 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, шахтный метан и биогаз

125/.../3800ГПЭС-К	
Электрическая мощность:	125–3859 кВт
Тепловая мощность:	213–3063 кВт
КПД по электричеству:	33,9–37,4 %
КПД по теплу:	50,6–52,6 %
Двигатель:	Caterpillar
Генератор:	Caterpillar
Ресурс двигателя:	60 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, шахтный метан и биогаз

315/.../1750ГПЭС-К

Электрическая мощность:	315–1750 кВт
Тепловая мощность:	404–1880 кВт
КПД по электричеству:	35,8–37,4 %
КПД по теплу:	40–44 %
Двигатель:	Cummins
Генератор:	Cummins
Ресурс двигателя:	48–60 тыс. ч
Топливо:	природный газ, ПНГ, шахтный метан и биогаз

Институт энергетической электроники Отдела
электроэнергетических проблем РАН (Санкт-Петербург)

КГ-Е65/.../Е3250

Электрическая мощность:	65–3250 кВт
Тепловая мощность:	176–4875 кВт
КПД по электричеству:	35–44 %
КПД по теплу:	н/д
Двигатель:	Waukesha
Генератор:	Stamford, Leroy Somer, Kato
Ресурс двигателя:	32–72 тыс. ч
Топливо:	природный газ



ОАО «Румо» (Нижний Новгород)

ДГ-68/98М

Электрическая мощность:	800–1000 кВт
Тепловая мощность:	780–1100 кВт
КПД по электричеству:	31 %
КПД по теплу:	27–39 %
Двигатель:	36/45 (ОАО «Румо»)
Генератор:	н/д
Ресурс двигателя:	60–70 тыс. ч
Топливо:	природный газ



ООО «Эконефтегаз» (Молоково, Ленинский р-н,
Московская обл.)

ГПТЭА

Электрическая мощность:	4–500 кВт
Тепловая мощность:	6–700 кВт
КПД по электричеству:	30–35 %
КПД по теплу:	49 %
Двигатель:	ВАЗ, ЗАЗ, ЯМЗ
Генератор:	н/д
Ресурс двигателя:	10–16 тыс. ч
Топливо:	природный, генераторный (древесина, торф, уголь) газ, ПНГ



ПОДПИСКА – 2016



Уважаемые читатели!

Оформите подписку на 2016 г. на журналы

Издательского Центра «Аква-Терм»

Вы можете подписаться в почтовом отделении:

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

Подписной индекс – 41057

Через альтернативные агентства подписки:

Москва

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

Регионы

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

Для зарубежных подписчиков

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

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

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

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

ЗАЯВКА НА ПОДПИСКУ

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

Ф. И. О.

Должность

Организация

Адрес для счет-фактур

ИНН/КПП/ОКПО

Адрес для почтовой доставки

Телефон

Факс

E-mail

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

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi
Approved
Event



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

6-9 октября 2015
Санкт-Петербург

V Международный Конгресс



Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития

ОРГАНИЗАТОР

FarEXPO
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER



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

Генеральный
бизнес-партнер:

ЭКСПЕРТ
СЕВЕРО-ЗАПАД

Стратегический
информационный партнер:

Поставщик и оператор
КОТЕЛЬНЫЕ
МИНИ-ТЭЦ



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



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



BOSCH

Разработано для жизни