

КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



Котельные

Конденсационный
теплообменник-
утилизатор за котлом
10

Обзор рынка

Циркуляционные
насосы in line
на российском рынке
34

Водоподготовка

«Нехимические»
методы обработки
воды
44

Технологии Bosch с российской пропиской



Котел Bosch UNIMAT UT-L Сделано в России

- мощностной ряд от 1 до 19.2 МВт
- устойчивая работа при перепадах нагрузки
- эффективная трехходовая конструкция
- простота технического обслуживания



BOSCH

Разработано для жизни



Уважаемые читатели, коллеги!

2014 год стал знаменательным для компании «Бош Термотехника», потому что в этом году мы открыли свое производство в г. Энгельсе Саратовской области. На новом заводе производятся промышленные жаротрубные водогрейные котлы мощностью от 2,5 до 6,5 МВт и бытовые котлы настенного типа мощностью от 12 до

35 кВт. Завод в г. Энгельсе – первое промышленное предприятие нашей компании в России. Благодаря его открытию, мы имеем свое производство, локализованное на территории РФ. И с этого момента наша компания, являясь зарубежной, приобрела также статус российского производителя. Мы гордимся этим достижением еще и потому, что сегодня такой статус компании особенно актуален в связи с ситуацией на российском рынке. Локализованное в России производство приобретает особое значение и в связи с введенными санкциями, и в связи с тем, что продукция компании может реализовываться на объектах, финансируемых из госбюджета. Все это должно помочь нам в завоевании новых позиций на российском рынке, где конкуренция достаточно высока.

Располагая производством в г. Энгельсе, мы рассчитываем на существенное укрепление наших рыночных позиций как в секторе бытовой отопительной техники, где сегмент настенных котлов является одним из наиболее быстро растущих, так и в секторе промышленного котельного оборудования.

Сегодня промышленные отопительные котлы из г. Энгельса являются аналогом котлов, выпускающихся на предприятии «Бош Термотехника» в Германии: применяемая в них технология идентична, но конструкция выполнена с учетом требований к котельной технике в России. Степень локализации производства именно промышленных котлов на этом предприятии весьма высока – до 80 % деталей и компонентов выпускаемой продукции производится в России в полном соответствии с требованиями к качеству немецкого производства котлов Bosch.

Смотреть с оптимизмом на будущее нашей продукции на российском рынке позволяют также высокая энергоэффективность выпускаемого нами оборудования и уже известная потребителю надежность котлов бренда Bosch.

Я благодарен за возможность обратиться к читателям журнала, поблагодарить их за интерес к событиям, происходящим в нашей отрасли, и деятельности компании. Хочется пожелать всем читателям оптимизма и успешного развития в это нелегкое для рынка время, реализации планов и решения поставленных задач.

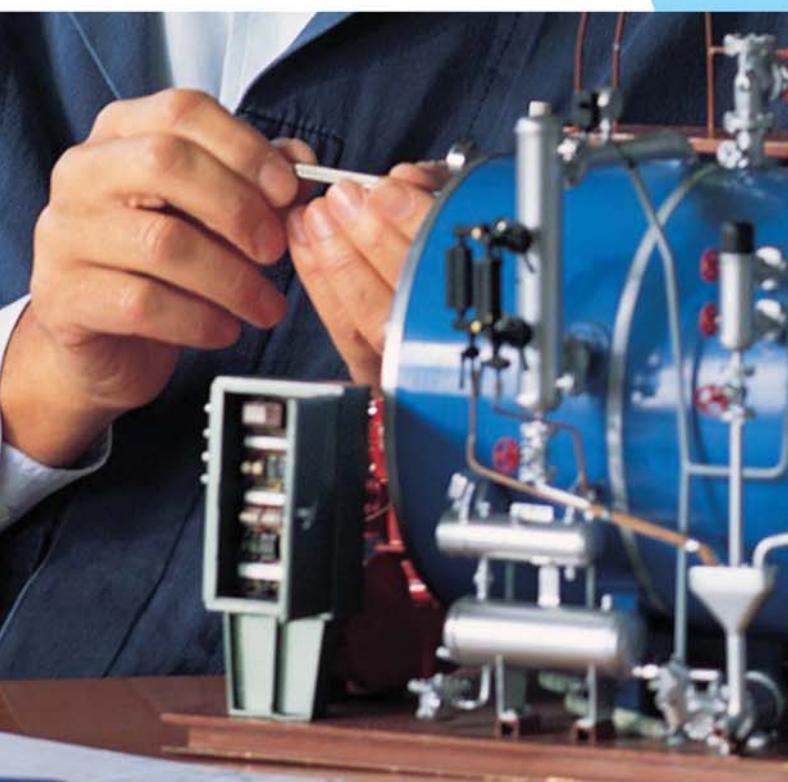
Юрий Нечепаев,
генеральный директор ООО «Бош Термотехника»



Официальный представитель итальянских котлов в России



ООО «Ивар
промышленные
системы»



Реклама



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

Модельный ряд котлов I.VAR. INDUSTRY S.r.l.

SuperRAC

Водогрейный котел 93 - 4150 кВт
Конструкция с реверсивной камерой сгорания



SuperRAC AR

Водогрейный котел в повышенном КПД
81 - 3610 кВт



SuperRAC-2F

Конструкция с 2-я реверсивными камерами сгорания
Водогрейный котел 93 - 4150 кВт



Trinox

Водогрейный котел 1165 - 10560 кВт
Низкий уровень NOx
3-х ходовая конструкция



XV/AS

Водогрейный котел 872 - 10002 кВт
Перегретая вода
Давление 9,8 бар / 11,7 бар / 14,7 бар
3-х ходовая конструкция



ASB/ASA

Водогрейный котел 140 - 2907 кВт
ASB давление 4,9 бар - ASA давление 9,8 бар
Перегретая вода



BLP

Паровой котел 140 - 3000 кг/час
Низкое давление 0,7 бар
Конструкция с реверсивной камерой сгорания
Повышенный КПД с экономайзером



BHP

Паровой котел 140 - 5000 кг/час
Высокое давление 11,8 бар / 14,7 бар
Конструкция с реверсивной камерой сгорания
Повышенный КПД с экономайзером



SB/V

Паровой котел 2000 - 10000 кг/час
Высокое давление 11,8 бар / 14,7 бар
3-х ходовая конструкция
Повышенный КПД с экономайзером



ODE/C

Нагреватель диатермического масла
Горизонтальная конструкция
Котел 116 - 5815 кВт



ODE/V

Нагреватель диатермического масла
Вертикальная конструкция
Котел 116 - 1163 кВт



16+

Содержание

НОВОСТИ

6-9, 17, 25

КОТЕЛЬНЫЕ

10 Конденсационный теплообменник-utiлизатор за котлом – модернизация котельных установок

- 14 Повышение энергоэффективности циркуляционных насосов
18 Экономайзеры паровых и водогрейных котлов
22 Энергосбережение в паровом хозяйстве предприятия. Его цена и эффективность
26 Полное использование теплоты сгорания

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

32 Газопоршневые мини-ТЭЦ

ОБЗОР РЫНКА

34 Циркуляционные насосы in line с «сухим» ротором на российском рынке

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

38 Экология и энергосбережение – опыт энергетики Дании

ВОДОПОДГОТОВКА

42 Об энергетической эффективности термических деаэраторов воды

44 Обзор «нехимических» методов обработки воды

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

- 48 I.VAR Industry – котлы наивысшего качества
50 Деаэрация питательной воды для паровых котлов от лидера отрасли
51 Реконструкция котельных
52 Циркуляционные насосы KSB: многообразие вариантов и амплуа
54 Когенерационные установки
55 «Город Солнца» в России
56 Однотрубная система отопления с естественной или комбинированной циркуляцией

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ

- 60 Санкции и рынок оборудования для энергетики
62 Устойчивое развитие по всему миру. Интервью с вице-президентом Grundfos Group Сореном Соренсеном
63 ISN-2015: комфорт в сочетании с технологичностью



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

Главный редактор
Алексей Прудников
alprudn@aqua-therm.ru

Служба рекламы и маркетинга:
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66
Константин Юхтанов
prot@aqua-therm.ru

Елена Фетищева
sales@aqua-therm.ru
Служба подписки
Инна Свешникова
podpiska@aqua-therm.ru
market@aqua-therm.ru

Члены редакционного совета:
Р.Я. Ширяев, генеральный директор
ОАО «МПНУ Энергомонтаж»,
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
ООО «Лига -Принт»

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 несет.

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов статей.



eu
rope
quality burners

www.ecostargorelka.com

**НОВЫЙ ДИЗАЙН
ГОРЕЛКИ С НИЗКОЙ НОКС
ДЛЯ АСФАЛЬТНЫХ ЗАВОДОВ
МОНОБЛОЧНЫЕ ГОРЕЛКИ**

Моноблочные и двухблочные горелки.

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

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

Реклама

☎ +7 (968) 569-53-09

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

ecostar®
COMBUSTION SYSTEMS

Новые конденсационные котлы для каскадных котельных



Компания «Ларс Си Ай Эс» продемонстрировала на состоявшейся в октябре в Санкт-Петербурге выставке «Котлы и горелки-2014» новые конденсационные котлы Magna Therm мощностью от 566 до 172 кВт. Котлы могут объединяться в каскады до 8 единиц. КПД котла – 99 %. Котлы оборудованы премиксной горелкой из нержавеющей стали с модуляцией горения до 20 % (5:1). Они компактны, а легко снимающаяся верхняя часть делает их еще удобнее при монтаже и перемещении в ограниченных пространствах.

Энергия Крыму

ОАО «Мобильные ГТЭС», дочерняя фирма компании «ФСК ЕЭС», доставило в Крым, испытывающий дефицит электрической энергии, мобильные электростанции FT8 MOBILEPAC, всего 13 установок суммарной мощностью 292,5 МВт. Мобильные ГТЭС FT8 производства Pratt & Whitney Power Systems, перебазированные с действующих площадок в Подмосковье и Сочи, размещены в наиболее энергоеффициентных районах полуострова Крым. Энергоблоки смонтированы и введены в эксплуатацию. Поставку оборудования компания «Мобильные ГТЭС» осуществляет в рамках обеспечения полуострова электроэнергией.



Арматура для энергетики

Концерн KSB (Франкенталь, Германия) поставил арматуру на сумму в десятки миллионов евро для новой тепловой электростанции (ТЭС «Бар»), строящейся в г. Барультра (Индия, штат Бихар). Комплект включал 6580 задвижек, запорных и обратных клапанов, а также другие типы арматуры. Около трети всей продукции произведено на заводе концерна в г. Пегнице (Германия), остальная часть – на заводе KSB в Индии. Индийская национальная теплоэнергетическая корпорация (NTPC), заказчик и координатор проекта, строит в г. Барультра современную угольную электростанцию, состоящую из пяти блоков мощностью 660 МВт каждый. Это будет одна из крупнейших теплоэлектростанций страны и одна из первых в Индии со сверхкритическими параметрами пара – 540 °C при давлении около 260 атм. В связи с крайне тяжелыми условиями эксплуатации к конструкции и материалам, из которых изготавливается оборудование, в том числе арматура, предъявляются самые строгие требования.

Энергохранение на сжиженном воздухе

Компании Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe (MHPSE) и The Linde Group подписали соглашение о совместной разработке технологии хранения энергии на базе сжиженного воздуха (Liquid Air Energy Storage – LAES). Демонстрационная модель установки будет представлена в 2016 г.

Технология предусматривает сжатие очищенного атмосферного воздуха и затем его охлаждение до перехода из газообразного состояния в жидкое. Сжиженный воздух будет храниться в специальных емкостях. При возрастании потребностей в электроэнергии в сети жидкий воздух в специальной камере испаряется с повышением давления, затем подогревается и подается в турбодетандер для выработки электроэнергии.

По расчетам специалистов, система LAES способна сохранять энергию до 1 ГВт. Преимуществом является то, что она может легко интегрироваться в существующие газотурбинные электростанции. Кроме того, увеличивается общий КПД станции, так как сжижение газа происходит за счет использования избыточной мощности при работе ГТУ в базовом режиме. Система LAES может применяться также в режиме резервной установки при возникновении аварийных ситуаций.



Конденсационные котлы

с теплообменником из алюминиевого сплава

На состоявшейся в октябре в Санкт-Петербурге выставке «Котлы и горелки – 2014» компания ЗАО «Ставан-М» демонстрировала энергосберегающие конденсационные котлы «Ставан-АБКМ/АЛГ» с теплообменниками из прочного алюминиевого сплава. КПД котла не менее 97 % (в режиме конденсации до 107 %). В линейке производителя 6 типоразмеров таких котлов номинальной мощностью от 350 до 1000 кВт. Благодаря низкому весу (235–600 кг в зависимости от типоразмера) и малым габаритным размерам (от 745x1450x1350 до 880x1950x1750 мм), котлы рекомендуются для установки в блочно-модульных, крыщных и пристраиваемых котельных.

Реализация проекта оптимизации теплоснабжения

В Закамском районе Перми 28 октября 2014 г. официально стартовал проект оптимизации системы теплоснабжения. Его реализацией занимается Пермский филиал ОАО «ТГК-9» (дочерняя компания «КЭС-Холдинга») при поддержке губернатора Пермского края и администрации

Перми. Генеральным поставщиком оборудования выступает компания ООО «Данфосс». Запущенный в реализацию проект оценивается специалистами как один из самых масштабных по реконструкции городских теплосетей с отказом от традиционной «кустовой» схемы распределения тепла. Вместо районных ЦТП будет организована более прогрессивная схема с ИТП в каждом здании. Регулирование подачи тепла на тепловых вводах зданий позволяет оптимизировать работу всей цепочки – от генерирующей компании до конечного потребителя. Энергокомпания экономит ресурсы и мощности, а собственник жилья – средства на платежах за отопление. Такая схема исключает «перетопы» и «недотопы», повышается качество ГВС. Пользователи оплачивают только то количество тепла и горячей воды, которое им необходимо. Схема привлекательна также тем, что является тиражируемой. Опробовав ее в одном районе, можно без длительной подготовки внедрять в следующем, и так до масштабов города. На сегодняшний день подобные масштабные проекты уже были реализованы в нескольких российских городах. В частности, от использования ЦТП отказались в Набережных Челнах, реализуется подобный план в Казани. В Перми проект охватит микрорайоны Закамск, Водники, Судозавод и поселок Крым. Его реализация позволит снизить износ систем коммунальной инфраструктуры, ликвидировать трубопроводы горячего водоснабжения вне зданий, сократить сетевые теплопотери и аварийность городской системы теплоснабжения. Потребление тепла при этом уменьшится примерно на 20 %. Инвестиции в проект составят почти 2 млрд рублей.



Распределительные шкафы наружного размещения

Компания Schneider Electric объявила о выпуске новой линейки высокопрочных распределительных шкафов Outdoor наружного размещения. Напольные и настенные шкафы новых моделей изготовлены с применением современных материалов и подходят для различных вариантов установки оборудования вне помещений, расположенных как на частных территориях, так и в общественных местах. Шкафы обеспечивают повышенную бесперебойность электроснабжения и степень защиты оборудования за счет решения трех проблем, актуальных для наружных установок: переменные погодные условия, воздействие человека и ограничения на установку. Серии шкафов Thalassa PHD, Spacial S3HD и Spacial SFHD снабжены широким ассортиментом аксессуаров, обеспечивающих защиту от вандализма и взлома и предусматривающих возможность установки вентиляторов на крышу или в основание. Допускается использование разных систем охлаждения, в том числе кондиционирования, а новый блок для установки вентиляторов позволяет выводить из шкафа горячий воздух и при этом экономить до 67 % внутреннего пространства. Система регулирования ClimaSys™ поддерживает оптимальный уровень влажности и баланс температур, необходимый для защиты чувствительного электронного оборудования. Новая версия программного обеспечения ProClimate для расчета температуры использует карты Google и получает информацию о климатических условиях на основании данных о местонахождении, что позволяет более точно определить оптимальные параметры регулирования температуры.



Российские котлы по итальянскому проекту

Европейские котлостроители поддерживают тренд локализации производств своей продукции в России. В частности, итальянская группа компаний Unical планирует к 2016 г. запустить свой завод в Новосибирской области. Продукцию предприятия предполагается реализовывать исключительно на внутреннем российском рынке. В настоящее время Unical располагает несколькими заводами в Италии общей производственной площадью более 100 тыс. м², а также сетью офисов продаж и сервисных центров по всему миру.



Энерговектор Калужской области

Наиболее перспективным направлением развития энергетики на основе ВИЭ в Калужской области является биоэнергетика. К такому выводу пришли специалисты компании «СиСиДжиЭс», проанализировав по заказу областной администрации возможности выработки энергии на основе ветра, солнечной радиации, энергии малых рек и биомассы. Оценивался также потенциал сокращения выбросов парниковых газов. В настоящее время в Калужской области введена в эксплуатацию первая биогазовая установка промышленного масштаба, расположенная в деревне Дошино Медынского района. Кроме того, государственным предприятием «Калугаобводоканал» совместно с Центром российского бизнеса в Европе прорабатывается вопрос строительства в Калуге биогазовой установки, а с компанией «Оутотек Санкт-Петербург» – вопрос строительства станции сжигания осадков сточных вод очистных сооружений Калуги вместе с утилизацией отходов птицефабрики «Калужская».



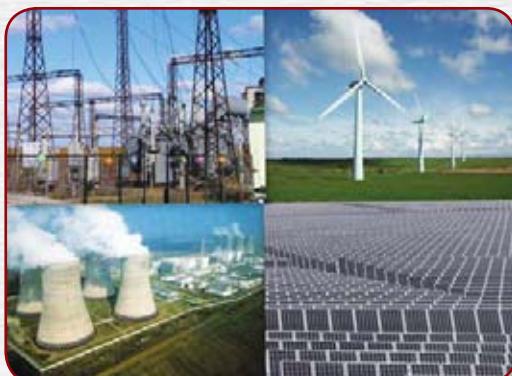
Торфяные перспективы

По данным Аналитического центра при правительстве РФ (Стимулирование развития возобновляемой энергетики. – М., 2014. – Вып. 17.) низкие цены на торф в России делают привлекательными проекты торфяных ТЭЦ и котельных. Как считают аналитики, торф в России на 40 % дешевле природного газа и на 50–60 % – бурого и каменного угля. Ценовое преимущество торфа, по мнению авторов бюллетеня, также может стать основанием для включения торфа в список возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Сейчас торф в России не относится к ВИЭ, в связи с чем меры господдержки на него не распространяются.



Использование ВИЭ в схемах теплоснабжения

В соответствии с Постановлением Правительства РФ в состав схем теплоснабжения планируется включать предложения по ВИЭ. Документом установлено, что в раздел «Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии» будет включен анализ целесообразности ввода новых и реконструкции существующих источников с использованием ВИЭ; а также вид топлива, потребляемый источником тепловой энергии, в том числе ВИЭ. В требования к схемам теплоснабжения включено определение понятия «возобновляемые источники энергии» (ВИЭ). К ним согласно документу относятся: энергия солнца, энергия ветра, вод (за исключением использования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях), энергия приливов, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов и т.д.



ДГУ как гарантия электроснабжения



Аварийное электропитание свинокомплекса, строящегося в Красноярском крае, который планируется запустить на полную мощность к Новому году, будет обеспечиваться с помощью ДГУ. В агрокомплекс планируется поставить 8 дизельных энергоблоков серии ADDo Monsoon: 4 установки мощностью по 300 кВт и 4 – по 400 кВт. Все дизель-генераторы созданы на базе южнокорейских двигателей Doosan. Каждый энергоблок укомплектован дополнительным топливным баком. Агрегаты установлены в усовершенствованные контейнеры собственного производства компании «ПСМ». Использование ДГУ гарантируют резервное энергоснабжение предприятия в случае перебоев в сети. Проект реализуется компанией «ПСМ» совместно с ее партнером – компанией «Мегаватт».

Свинокомплекс «Красноярский» строится в Большемуртинском районе края. В мае текущего года на производство уже завезли первую партию молодняка, а на полную мощность предприятие выйдет к 2015 г.

Лучший проект малой энергетики

Принимаются заявки на участие во всероссийском конкурсе «Малая энергетика – большие достижения». Премия, учрежденная Ассоциацией малой энергетики Урала, в этом году впервые носит статус федеральной. Она будет вручаться по трем номинациям: «Лучший проект в области малой энергетики мощностью до 6 МВт»; «Лучший проект в области малой энергетики мощностью от 6 МВт и более»; «Лучший проект в области альтернативной энергетики». Предполагается участие в конкурсе российских инжиниринговых компаний, работающих в области распределенной энергетики, а также предприятий, реализующих проекты собственной генерации на своем производстве. Традиционно ожидаются заявки и от российских вузов, ведущих разработки в области альтернативной энергетики.

В жюри конкурса приглашены ведущие эксперты бизнес-сообщества РФ, представители федеральных и региональных органов власти, коммерческих и некоммерческих структур. Торжественная церемония награждения состоится 10 декабря 2014 г. в г. Челябинске. Победители в трех номинациях получат почетный диплом, денежную премию и эксклюзивную статуэтку «Золотая молния», выполненную златоустовскими мастерами.

Главная цель конкурса – найти наиболее эффективные решения в области распределенной энергетики, выявить сильнейших представителей отрасли.



Плавучая солнечная электростанция

В Беркшире завершено строительство первой в Великобритании плавучей солнечной электростанции стоимостью 250 тыс. фунтов стерлингов (405 тыс. долл. США). Плавающий массив оснащен 800 фотоэлектрическими панелями (модульная система Hydrelia) общей выходной мощностью 200 кВт. Он установлен на водоеме в Sheeplands Farm около Уоргрейва. Солнечные панели изготавливаются из переработанного сырья, имеют срок службы 30 лет и безопасны для установки на водохранилищах питьевой воды. Возврат вложенных инвестиций ожидается в течение шести лет.

Владелец солнечной электростанции заключил сделку с разработчиком технологии (фирма Ciel et Terre, Франция) и планирует разместить подобные солнечные электростанции на водоемах по всей стране. Плавающие солнечные электростанции предлагают уникальный способ генерации солнечной энергии без привязки к большим участкам земли. Массивы фотоэлектрических панелей могут быть установлены практически на любых, неиспользуемых для других целей водоемах – карьерных озерах, оросительных каналах, в резервуарах рекультивации и др. Кроме того, эти плавающие установки способствуют уменьшению испарения воды в водоемах.

Подобные системы были успешно опробованы во Франции и Индии, а Япония намерена установить самую большую в мире плавающую солнечную электростанцию с выходной мощностью 1,7 МВт около Осаки. Эта установка станет частью большого (60 МВт) проекта, разработанного в партнерстве с компанией Ciel et Terre, японским производителем солнечных панелей Kyocera, и лизинговой компанией Century Tokyo.



Viessmann: Комплекс термической водоподготовки для промышленных котельных установок



Комплекс термической
водоподготовки (деаэрации)

Комплекс термической водоподготовки (деаэрации)

- деаэрационная колонка
- бак запаса питательной воды
- сепаратор непрерывной продувки
- охладитель стоков
- станция сбора конденсата

Концептуальные преимущества

- Полная термическая деаэрация
- Остаточная концентрация кислорода – 0,02 мг/л
- Двухступенчатая деаэрация
- Струйная деаэрационная колонка с подводом греющего пара непосредственно в колонку и нижнюю часть бака запаса питательной воды
- Не требуется добавление химических реагентов
- Наиболее эффективный способ для удаления растворенных в питательной воде газов

Группа инженерно-технической поддержки отдела продаж промышленного оборудования всегда предлагает индивидуальный подход к каждому проекту и его сопровождение с момента проектирования до пусконаладочных работ и ввода в эксплуатацию.

www.viessmann.ru

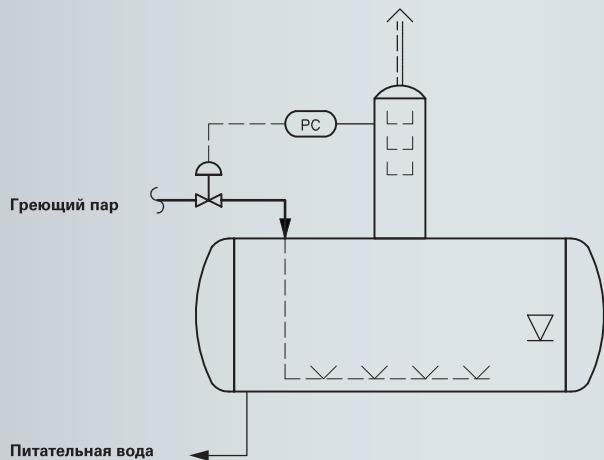
www.viessmannrus.com



Паровая котельная установка Vitomax 200-HS 4 т/ч 16 бар

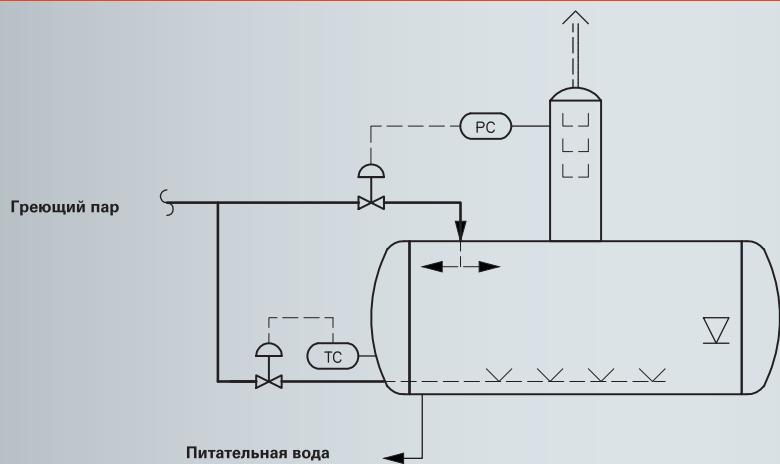
Разновидности исполнения деаэраторов

Струйная деаэрационная колонка с подводом греющего пара в нижнюю часть бака запаса питательной воды



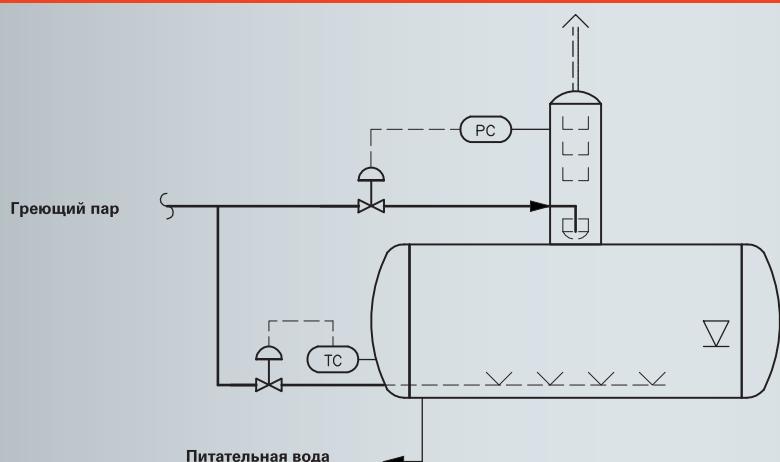
- Базовый способ для удаления растворенных в питательной воде газов
- Требуется добавление химических реагентов
- + Бюджетный вариант

Струйная деаэрационная колонка с подводом греющего пара как в нижнюю, так и в верхнюю часть бака запаса питательной воды



- + Улучшенный способ для удаления растворенных в питательной воде газов
- Незначительное добавление химических реагентов
- + Оптимальное сочетание цены и качества

Струйная деаэрационная колонка с подводом греющего пара непосредственно в колонку и нижнюю часть бака запаса питательной воды



- + Наиболее эффективный способ для удаления растворенных в питательной воде газов
- + Не требуется добавление химических реагентов
- Высокая стоимость оборудования



Основным ресурсом энергосбережения, улучшения использования топлива, увеличения КИТ, КПД, общей энерго- и экологической эффективности теплогенерирующих установок (в частности, котельных) является утилизация тепла с отходящими продуктами сгорания (ПС) топлива.

Конденсационный теплообменник-утилизатор за котлом – модернизация котельных установок

Е. Шадек, к.т.н., Б. Маршак, А. Анохин, к.т.н., И. Крыкин (ГК «Rainbow-Инженерные системы», г. Москва), В. Горшков (Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск)

Наиболее эффективна, с точки зрения экономии топлива, глубокая утилизация (ГУ) тепла, при которой утилизируется как физическая теплота ПС («сухой» режим, около 40 % теплосодержания ПС), так и теплота конденсации водяных паров (конденсационный режим). ГУ достигается при охлаждении ПС до температуры ниже точки росы T_p . Для ПС природного газа диапазон $T_p = 50-55$ °С. Температура начала конденсации водяных паров из ПС зависит от коэффициента избытка воздуха α и, например, при $\alpha = 1,2$ равна 55 °С, при $\alpha = 1,5$ – 51,4 °С. КПД котла η_k может достигать 105–107 % по низшей теплоте сгорания Q_n^0 , удельный расход

условного топлива q составляет около 136–133,5 кг у.т./Гкал. Сравним лучшие показатели современных газовых котлов: температура уходящих газов за котлом t_{uy} – 110–130 °С, $\eta_k = 92–94$ %, $q = 150–155$ кг у.т./Гкал. На практике максимальный КПД не превышает 92 % (паспортное значение). Конденсационные котлы, получившие в развитых странах массовое применение, оборудуются конденсационными экономайзерами (КЭ), в которых при подаче в них обратной сетевой воды температурой ниже T_p и происходит глубокое охлаждение ПС. В частности, в США начаты освоение и выпуск поверхностных конденсационных экономайзеров (рис. 1) для паровых котлов.

В котельной фирмы «Тимкен» испытан поверхностный экономайзер, установленный за котлом паропроизводительностью 20 т/ч. Температура газов на входе в экономайзер 200 °С, на выходе – 45 °С. Вода в нем (22 т/ч) нагревается с 17 до 46 °С. Теплопроизводительность – более 1,1 Гкал/ч, срок окупаемости 1,5 года.

Немало конденсационных импортных котлов эксплуатируется и в России. В отличие от стран Запада, в России в системах централизованного теплоснабжения в холодное время года температура воды в обратной магистрали T_{OB} обычно выше T_p , и ГУ в течение всего отопительного сезона может достигаться применением теплонасосных техно-



Рис.1. Конденсационный экономайзер
лого (ТНТ) и теплонасосных установок (ТНУ), например абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов (АБТН). По нашим данным (Е. Шадек, Б. Маршак, В. Горшков. Глубокая утилизация тепла отходящих газов теплогенерирующих установок. Системы, режимы. – Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ), такие системы рентабельны при количестве утилизируемого тепла $Q_{УТ}$, равного холодильной мощности $Q_{ХОЛ}$ АБТН порядка 3 МВт и выше, что соответствует тепловой мощности котла – 20–30 Гкал/ч.

Следует также учитывать особенности и условия работы АБТН. Это большие расходы циркулирующей воды (например, в АБТН-4000Т циркулируют в контуре испарителя 688 м³/ч, в контуре абсорбер-конденсатор (А-К) – 275 м³/ч), малый перепад температур в испарителе $\Delta T = 5-7$ °С, большие габариты (проблемы размещения) и масса. Эти особенности, а также высокая стоимость АБТН (АБТН-4000Т холодильной мощностью 4 МВт – 15–20 млн рублей) ограничивают область применения таких технологий, их рентабельность и пр.

В то же время в условиях России, особенно средней полосы и юга страны, утилизация тепла ПС без использования искусственного охладителя, без ТНТ и ТНУ, а только за счет охлаждения ПС в утилизационных водогазовых теплообменниках на обратной сетевой воде, т.е. известное простейшее решение оказывается и наиболее рациональным – дешевым и достаточно эффективным. Это относится, прежде всего, к котлам, работающим в температурном графике тепловых сетей 115/70 °С, что характерно для местных систем отопления, в частности, коммунального теплоснабжения на базе домовых, кварталь-

ных, районных, городских котельных, ТС, ТЭС, РТС и пр. с тепловыми пунктами – ТП, ЦТП. В качестве теплообменников используются либо конденсационные теплообменники-utiлизаторы (КТУ), устанавливаемые в главном газоходе сразу за котлом (рис. 2), либо встроенные КЭ в импортных конденсационных котлах (производство конденсационных котлов в России отсутствует).

Схема позволяет реализовать различные режимы теплоснабжения. Температура нагрева воды в КТУ T_1 зависит от тепловой нагрузки котла Q_K , температур уходящих газов $t_{УХ}$ за котлом (обычно 110–180 °С) и после смещения за КТУ t' в диапазоне 70–90 °С в случае представленной выше схемы. В общем случае, если T_1 ниже, чем требуемая по графику температура в подающем трубопроводе T_n , то нагретая в КТУ вода направляется для догрева в котел. Если же значение T_1 удовлетворяет требованиям графика, вода из КТУ подается непосредственно потребителю, например, через прямой коллектор, как принято в схеме. В зависимости от количества обратной воды, часть ее может подаваться помимо КТУ в котел. Когда же количество обратной воды превышает пропускную способность КТУ (установлен КТУ недостаточной мощности), то поток обратной воды разделяют и часть ее подают непосредственно в котел помимо КТУ (см. схему). Автоматическое управление (САР, САУ) работой схемы позволит обеспечить гибкое погодозависимое регулирование, поддержать оптимальный режим работы котла в сети.

Материал рабочих поверхностей КТУ – коррозионностойкие стали и сплавы, алюминиевые трубы, ребра и т.п. В качестве теплообменных блоков рекомендуются секции калорифера ВНВ123-412-50АТЗ Костромского калориферного завода. В наших расчетах для различных котлов (более десятка) получены следующие пределы величин: удельное количество конденсата 0,04–0,007 кг/м³ газа в час, коэффициент теплопередачи в секциях 40–100 Вт/м²·град. при скоростях воды и газа в проходных сечениях от 1 до 4 м/с.

В настоящей статье не рассматриваются контактные теплообменники ввиду их явных недостатков по сравнению с поверхностными: потребность в исходной проточной холодной (до 37–39 °С) воде; агрессивные свойства конденсата

вследствие контакта с дымовыми газами и поглощения углекислоты, карбонатов, нитратов и других веществ, его использование практически исключено, так как требует дорогостоящей химической очистки. (Некоторые авторы считают конденсат ПС природного газа пригодным для подпитки без обработки.)

Целесообразно снабжать КТУ средствами улавливания капель конденсата – каплеуловителями различных типов, содержащими фильтры, сетки, решетки,

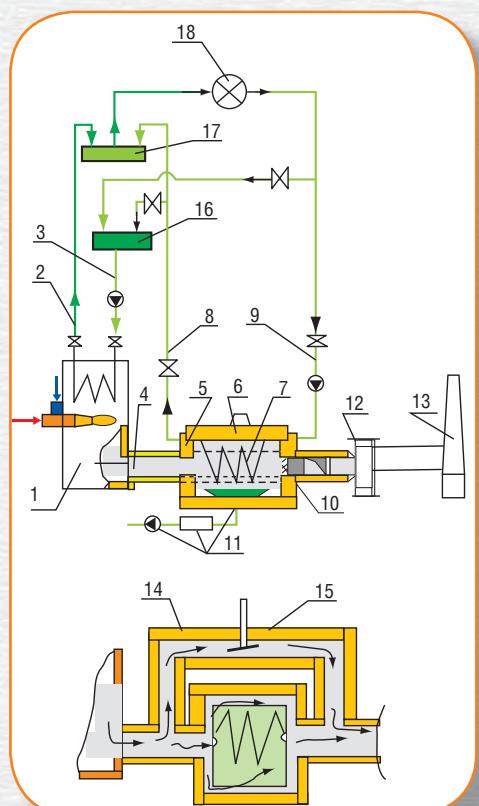


Рис. 2. Схема установки котел – КТУ:
1 – газовый котел; 2, 3 – соответственно, сетевые подающий (прямой) и обратный трубопроводы котла; 4 – главный газоход; 5 – камера в главном газоходе для размещения КТУ; 6 – верхнее перекрытие камеры, крышка; 7 – теплообменные поверхности КТУ; 8, 9 – обратная и прямая линии КТУ, соответственно; 10 – каплеуловитель; 11 – узел сбора и удаления конденсата, содержащий поддон (емкость) для сбора конденсата, конденсатоотводчик, конденсатный насос и конденсатную линию; 12 – дымосос; 13 – дымовая труба; 14 – байпасный (обводной) канал с регулирующим дроссель-клапаном 15; 16, 17 – коллекторы обратной и прямой воды тепловой сети, соответственно; 18 – потребитель теплоты

Таблица 1. Температурные графики котельных ЗПТС и ЕПТС на участках значений $T_{об}$ вблизи ТР

Котельные		Температура наружного воздуха, T_h , °C								
		-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	+8	+10
ЕПТС	T_p °C	72	70,4	70	70	70	70	70	70	70
	$T_{об}$ °C	49,2	48,4	47,6	46,7	45,9	45	44,2	35,8	34
ЗПТС	T_p °C	81,6	79,6	77,6	75,5	73,5	71,5	70	70	70
	$T_{об}$ °C	50,5	49,6	48,8	47,9	47	46,1	45,2	36,4	34,3

Примечание. T_p – температура в подающем трубопроводе; $T_{об}$ – температура в обратном трубопроводе; T_h – температура наружного воздуха.

Таблица 2. Метеоданные для Казани. Температуры наружного воздуха T_h , °C.

Среднемесячная температура последних лет													
Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
2012 г., °C	-10,2	-14,7	-5,2	9,6	15,9	19,8	21,7	19,7	12,6	7,5	0,3	-11,1	5,5

жалюзи и др. В этой связи следует изучить опыт создания и эксплуатации узлов комплексного воздухоочистительного устройства (КВОУ) на газотурбинных установках (ГТУ) (так называемых Inlet Air System) для очистки наружного воздуха от капельной влаги и пыли на входе в компрессор ГТУ (рис. 3). Система содержит многослойные сетчатые и жалюзийные фильтры (жалюзийные решетки) с автоматической очисткой. Крупнейший производитель оборудования КВОУ – фирма Donaldson, USA.

В России внедрение схем с установкой КТУ за котлом ограничивается несколькими примерами. Уместно отметить, что Институт технической теплофизики НАН Украины в результате проведенных масштабных многолетних исследований рекомендует установку КТУ (а не ТНУ) как лучшее, наиболее конкурентоспособное решение в энергосбережении для котельных.

ОАО «Сибкотес» разработало теплоутилизатор с оребренными трубками для глубокого охлаждения ПС после котлов ДКВР-6,5, в которых часть дымовых газов байпасируется, что повышает температуру t' до 80 °C. Охлаждение ПС до температуры около 30 °C достигается за счет нагрева подпиточной воды с расходом 12 т/ч от 10 до 47 °C (при нагрузке котла 4 Гкал/ч). Тепловая мощность котла с теплоутилизатором повышается на 11 % без увеличения расхода топлива.

Анализируя зарубежный опыт, отметим, что при правильном режиме эксплуатации котла конденсат в КЭ или КТУ

практически полностью выпадает на его холодных поверхностях, а не в дымовой трубе, хотя конденсация остаточных паров в ней не исключена. Средний КПД котлов с теплообменниками по отношению к Q^p_h составлял 96,4–99,3 %, экономия топлива достигала 15 %. При снижении $T_{об}$ до 20 °C экономия топлива увеличивалась до 25–30 %. Установлено, что для систем низкотемпературного отопления оптимальная температура горячей воды равна 50–70 °C. В этих же исследованиях определено, что pH конденсата составляет 3,5–4,3. В холодное время года конденсация водяных паров из ПС не происходила, выпадение конденсата имело место в начале и в конце работы системы отопления, т. е. в октябре и марте (межсезонье), когда температура обратной воды в системе отопления была ниже точки росы. Дополнительное аэродинамическое сопротивление, создаваемое теплоутилизатором, преодолевается за счет уменьшения объема ПС (после конденсации водяных паров) без замены дымососа. Ставится задача – решить вопрос использования конденсата дымовых газов в системе теплоснабжения котельной (например, для подпитки котла или тепловой сети).

Очевидно, что эффективность утилизации напрямую зависит, во-первых, от температурного графика тепловых сетей и, во-вторых, от погодных условий, конкретно, от температуры наружного воздуха T_h . Рассматривая температурный режим процесса в КТУ, отметим, что, как показано выше, конденсация

начинается с температуры ПС, равной 51–55 °C и завершается при $T_{ПС} = 40 °C$. Это условие, при котором обеспечивается полная конденсация водяных паров из ПС. Минимально необходимый для достаточно интенсивного теплообмена перепад температур (дымовые газы в межтрубном пространстве – вода в трубах) принимаем для оценочных расчетов $\Delta T = 5 °C$. Тогда получим требуемую для конденсации температуру $T_{об} = 35 °C$.

Рассмотрим графики для исследованных котельных г. Елабуги (Елабужское предприятие тепловых сетей – ЕПТС) и г. Зеленодольска (ЗПТС) – табл. 1.

При $T_{об}$ около 35 °C и ниже будет иметь место глубокое охлаждение ПС с полной конденсацией водяных паров, т.е. глубокая утилизация, котел с КТУ будут работать в конденсационном режиме. Для графиков отопления (согласно табл. 1) этой температуре $T_{об}$ примерно соответствует температура $T_h = +8 °C$ и выше. В действительности, учитывая верхний предел температуры T_p (55 °C) и ее повышение с уменьшением α , конденсация охватит более широкий диапазон значений T_h , начиная с температуры -2 и даже -3 °C. Отсюда следует штатная рекомендация поддерживать в горелке оптимальный, т.е. возможно меньший коэффициент α , при котором T_p выше (55 °C) – порядка 1,2. В реальных условиях в пределах температур $T_{об}$, начиная с 45–46 °C и ниже, и T_h , начиная с -(3–2) °C и выше будет происходить неполная (частичная) конденсация. Определение степени конденсации в



Рис. 3. Комплексное воздухоочистительное устройство на газотурбинной установке

этих температурных диапазонах выходит за пределы нашей статьи.

Таким образом, установлено, что в указанных пределах температур T_H и T_{OB} КТУ, а вместе с ним и котел работают частично или полностью в конденсационном режиме. Задавая наиболее жесткие условия, т.е. заведомо занижая эффект утилизации, будем учитывать только режим глубокой утилизации, начинаящийся с температуры $T_H = -+8^{\circ}\text{C}$ и выше, обеспечивающий КПД=105 %. Для количественной оценки продолжительности отопительного сезона с температурами $T_H = -3, -2^{\circ}\text{C}$ и выше рассмотрим метеоусловия Казани (табл. 2)

Так как, согласно температурным графикам (см. табл. 1), ЕПТС и ЗПТС отключают отопление при $T_H = +10^{\circ}\text{C}$, то, судя по данным табл. 2 за 2012 г., отопительный сезон всегда захватывает полностью октябрь и апрель; причем в апреле среднемесячная температура T_H была выше $+8^{\circ}\text{C}$, а в октябре практически равна этой величине, т.е. обеспечиваются условия глубокой утилизации. Кроме того, такие условия соблюдаются и в отдельные дни марта и ноября. В целом же, как показал анализ большого массива данных, можно считать, что в нашем случае для Казани при температурном графике $70/115^{\circ}\text{C}$ в течение более, чем четверти отопительного сезона с октября по апрель в теплообменнике будет происходить глубокое охлаждение с температурным напором вода–газы $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$, обеспечивающее конденсационный режим работы котла с $\eta_K = 105\%$ (по Q_H^p).

Для сравнения рассмотрим действующий котел со штатным (паспортным) КПД 92 %, для которого $q=155,3$ кг у.т./Гкал. Для упрощенного оценочного расчета примем достаточно близкие допущения: тепловые потери котла содержат одну статью – с уходящими газами; КПД и

удельный расход условного топлива q обратно пропорциональны и связаны линейной зависимостью; зависимость η_K от температуры уходящих газов T_{uH} рассчитывается по известной приближенной формуле $\eta_K = (T_{MAX} - t^*)/T_{MAX}$, где T_{MAX} – высшая температура горения топлива в топке котла (научный термин – жаропроизводительность). Для природного газа $T_{MAX} = 2000^{\circ}\text{C}$.

Значению $\eta_K = 100\%$ соответствует удельный расход $q = 1000000/7000 = = 142,86$ кг у.т./Гкал. В «сухом» режиме КТУ может работать как с байпасированием, так и без него, в зависимости от t^* . Принимаем температуру газов после смешения за КТУ $t^* = 80^{\circ}\text{C}$. Для этого значения t^* КПД составит 0,96, $q=148,8$ кг у.т./Гкал. Итак, четверть отопительного сезона котел с КТУ работает полностью в конденсационном режиме с $\eta_K=105\%$, остальные три четверти в «сухом» режиме (utiлизируется только физическое тепло ПС) с $\eta_K=96\%$. И получим значение КПД за весь отопительный сезон $\eta_{K,CP}=0,98$, $q=146$ кг у.т./Гкал. Удельная экономия топлива составит $155,3-146=9,3$ кг у.т./Гкал, т.е. 6 %, что, согласно нашей расчетной схеме, автоматически совпадает с увеличением КПД на те же 98-92=6 %. Цифры соответствуют приведенным выше. Как уже отмечено, в действительности экономический эффект будет больше в силу принятых в расчете условий, занижающих этот эффект.

Установка КТУ за котлами КВГМ-50 и КВГМ-100, как показано в статье – А. Жигурс, А. Церс, С. Плискачев «Опыт АО «Ригас Силтумс» в реконструкции водогрейных котлов КВГМ-50 и КВГМ-100» (Новости теплоснабжения. – №4.– 2009), позволила повысить КПД котлов в среднем на 6 % в год. На теплоисточниках г. Риги активно внедряются КТУ (А. Жигурс, А. Церс, Ю. Голунов, Д. Турлайс, С. Плискачев. Утилизация тепла дымовых газов на теплоисточниках г. Риги. – Новости теплоснабжения. – №5. – 2010.).

Для котла или котельной с $Q_K = 30$ Гкал/ч при коэффициенте использования мощности $K = 0,7$ экономия газа составит около 1,38 млн m^3 в год или примерно 6,53 млн рублей по цене 4733 руб./1000 m^3 (действующий тариф ЗПТС на август 2013 г.).

Стоимость всего узла (КТУ, КИП и А, схема подключения), включая ПИР,

оборудование и материалы, СМР и ПНР составила около 6,5 млн рублей. Срок окупаемости – около года.

Самый простой и экономичный вариант реализации системы – ее применение для ГВС, т.е. подогрева холодной водопроводной воды (в схеме с баком-аккумулятором). В этом варианте обеспечивается круглогодичный конденсационный режим. По-видимому, такой случай рассмотрен в статье А. Кудинова «Энергосбережение в теплогенерирующих установках» (М., Машиностроение, 2012 г.), хотя источник холодной проточной воды не указан.

Кроме экономии топлива, важно отметить экологический фактор – снижение вредных выбросов (окислов NO_x , CO_2) в атмосферу на 10–30 % по литературным источникам. И еще один положительный эффект, который остается без должного внимания: резкое снижение или полное устранение выпадения конденсата в газовом тракте (за КТУ) и дымовой трубе: так называемые «плачущие» или «потящущие» (иногда даже «мокрые») котлы. Конденсатный «дождь» в газоходах ухудшает условия и сроки их службы, вызывая коррозию, повышенный износ, обледенение и пр., доставляет массу неприятностей обслуживающему персоналу. Для борьбы с этим явлением в работу включают рециркуляционную насосную установку (как правило, это штатное оборудование котельной) и с ее помощью подмешивают горячую воду (прямую) из котла к обратной воде на входе в котел, повышая температуру газов на выходе выше T_p . Установка КТУ снимает эту проблему, экономя к тому же электроэнергию.

Выбор объекта для внедрения узла КТУ выполняется по результатам энергоаудита.

Реализация проекта дает возможности для тиражирования и масштабной модернизации отрасли – реконструкции действующих и производства отечественных конденсационных котлов, внедрения узлов КТУ на большом числе объектов (сфера ЖКХ – коммунальное теплоснабжение: домовые, квартальные, районные, городские котельные, РТС, ТЭС и т.п.). Результаты – сокращение потребления природного газа, снижение тарифов ЖКХ, улучшение условий службы котлов и т. п. Такая модернизация может найти место в малой и средней энергетике, на энергообъектах – теплогенерирующих установках и пр.



Согласно принятой в Европе системе стандартов (ErP 2015) со следующего года все производители циркуляционных насосов должны обеспечивать для выпускаемого оборудования энергоэффективность высшего класса «A».

Повышение энергоэффективности циркуляционных насосов

Требование высокой энергоэффективности для насосов, несомненно, оправдано хотя бы тем, что это один из наиболее энергоемких типов оборудования, так как эксплуатируется практически круглогодично. По энергопотреблению насосное оборудование стоит на третьем месте после городского транспорта и освещения – до 20 % мирового потребления электроэнергии приходится на насосные системы. Эксперты считают, что при внедрении энергосберегающего насосного оборудования и соответствующих технологий экономия может составить до 60 % потребляемой насосами энергии.

Так как расходы на электроэнергию – около 85 % стоимости работы насосной системы, то включение в схему энер-

госберегающего оборудования создает реальную экономию.

В преддверии вступления в силу требований ErP 2015 большинство лидеров насосного производства уже сегодня имеют в своих линейках продукции энергоэффективные (энергосберегающие) модели, касается это и циркуляционных насосов, играющих заметную роль в работе теплосетей и энергетических установок. По некоторым оценкам, только в европейских государствах работает от 100 до 140 млн циркуляционных насосов.

Энергоэффективный электродвигатель

Циркуляционные насосы – особый класс инженерного оборудования для систем

отопления, их главной задачей является обеспечение минимальной разности температур теплоносителя между подачей и обратным ходом. Циркуляционные насосы работают в широком диапазоне температур теплоносителя, от -30 до 140 °C и более, находят применение как в промышленном, так и коммунальном секторах.

При необходимости обеспечения высоких напоров и подачи, например в системах отопления, ГВС, кондиционирования, охлаждения и вентиляции промышленных комплексов, высотных зданий (жилых комплексов, гостиниц, офисных и общественных зданий), крупных ИТП и ЦТП, когда насосная станция располагается в отдельном помещении, целесообразно использо-

Сравнение классов энергоэффективности

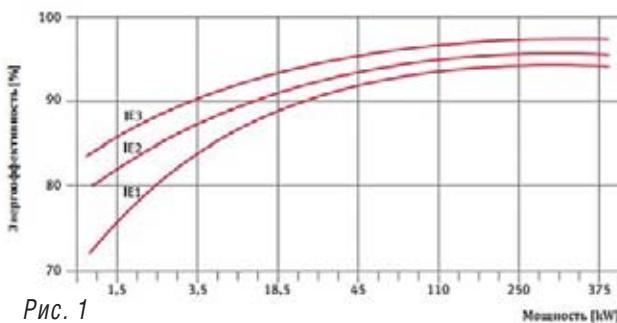


Рис. 1

вать циркуляционные насосы с «сухим» ротором.

Циркуляционные насосы с «мокрым» ротором широко применяются в системах отопления и ГВС индивидуальных домов, дач, коттеджей. При модернизации насосов в целях повышения их энергоэффективности производители используют разные способы.

Одним из них является установка энергосберегающего мотора.

Большинство новых моделей производители оборудуют электродвигателями классом энергоэффективности (рис. 1) не ниже IE2, а самые энергосберегающие насосы оснащаются моторами класса IE4. Этот способ используется сегодня практически всеми европейскими производителями циркуляционных насосов с «сухим» ротором. Так, двигателями классов IE2, IE3 и высокоеффективными двигателями класса IE4 комплектуются насосы с «сухим» ротором семейства Eta (Etanorm – консольные, Etabloc – консольно-моноблочные, Etaline – циркуляционные моноблочные типа in line) компании KSB. Двигатели не ниже IE2 класса устанавливаются на насосах с «сухим» ротором компании Wilo серии: Wilo-VeroLine, Wilo-VeroTwine, Wilo-CronoLine, Wilo-CronoTwine. Компания Grundfos оснащает вертикальные центробежные насосы in line серии TPE мощностью от 0,12 до 2,2 кВт, электродвигателями на постоянных магнитах класса энергоэффективности IE4, а типоразмеры этой серии мощностью от 3 до 22 кВт комплектуются современными электродвигателями Grundfos с технологией Blueflux®, класс энергоэффективности которых соответствует IE3.

Преобразователи частоты

Максимального эффекта от использования циркуляционного насоса можно достичь при регулировании его мощности в зависимости от потребности в тепле в течение года. Выбор мощности насоса, в том числе и по требованиям СНиП, осуществляется по максимальной тепловой на-

грузке системы отопления. Однако в реальности такие нагрузки приходятся на систему отопления несколько дней или недель в году, отопительный же сезон длится значительно больший промежуток времени, большую часть которого мощность работающего насоса превышает необходимую. В таком случае, экономия энергоснабжающей, циркуляционный насос сам потребляет неоправданно много электроэнергии. При отсутствии возможности регулирования мощности циркуляционника это приведет к неоправданному расходу электроэнергии и к снижению экономического эффекта от его использования. Применение же регулируемого насоса позволяет снизить затраты энергии на его работу на 50–60 %.

Оснащение насосов энергоэффективными двигателями делает возможным и рациональным установку на них частотных приводов, обеспечивающих плавное регулирование работы насосов в соответствии с потребностями. Этот способ повышения энергоэффективности наиболее перспективен со вступлением в силу стандартов ErP 2015 и также используется всеми производителями насосного оборудования. Сегодня в линейках производителей насосов обязательно присутствуют энергоэффективные модели с частотными преобразователями. Так, насосы Etaline (KSB), комплектующиеся двигателями классов IE2, IE3 и IE4, могут оснащаться частотным преобразователем PumpDrive, который монтируется при помощи адаптеров-кронштейнов на любом стандартном электродвигателе мощностью до 45 кВт. На упомянутых выше насосах



Рис. 2



Рис. 3

Wilo в исполнении E (Wilo-VeroLine-IP-E, Wilo-VeroTwine-DP-E, Wilo-CronoLine-II-E, Wilo-CronoTwine-DP-E) также устанавливаются частотные преобразователи (рис. 2). Кроме насосов с преобразователями частоты в обычном исполнении, выпускаются модели насосов, оснащенные электродвигателями со встроенными преобразователями частоты. Такими моторами оснащены, например, насосы TPE компании Grundfos (рис. 3).

Использование встроенных преобразователей частоты в сочетании с энергоэффективными электродвигателями обеспечивает автоматическую коррекцию рабочих характеристик насоса в зависимости от потребности системы,



Рис. 4

производительность насоса максимально соответствовала заданным параметрам системы. Вследствие этого достигается экономия электроэнергии до 10 %. Кроме того, благодаря работе насоса в гидравлическом оптимуме, более щадящем режиме, продлевается эксплуатационный период агрегата.

При разработке и усовершенствовании деталей проточной части насосов сегодня применяются 3 D технологии.

Самые энергоэффективные

В линейках продукции лидеров, выпускающих насосы, присутствуют сегодня модели, которые позиционируются как наиболее энергоэффективные «насосы будущего», не только соответствующие требованиям стандарта Er2015, но и опережающие их.

Среди насосов in line с «сухим» ротором таким высокоеффективным насосом является, например, разработанный к 2011 г. специалистами компании Wilo насос Wilo-Stratos GIGA (рис. 4). Разумеется, такие разработки сочетают в себе все возможные усовершенствования, способствующие повышению энергоэффективности агрегата: двигатель с высоким КПД, электронное регулирование частоты вращения, оптимизированная гидравлика. Энергоэффективность мотора насоса Stratos GIGA базируется на концепции привода HED (High Efficiency Drive) и превышает класс эффективности IE4. Такой мотор с технологией электронной коммутации обеспечивает диапазон регулирования в три раза шире, чем у обычных насосов с электронным регулированием и способен развивать частоту вращения до 4800 об/мин. При этом он значительно компактнее асинхронных аналогов по мощности. При разработке и производстве рабочих колес и корпуса насоса использованы 3D технологии, позволяющие оптимизировать гидравлику проточной части и воспроизводить все детали с геометрической точностью. Насос оборудован графическим дисплеем и дистанционным управлением. Потребляет электроэнергии Wilo-Stratos GIGA на 31 % меньше, чем обычный насос с электронным регулированием и на 70 % меньше, чем нерегулируемый.

Циркуляционные насосы Etaline

(рис. 5) типа «in line» компании KSB прошли модернизацию в целях повышения энергоэффективности в 2014 г. Гидравлические характеристики и проточная часть насоса также были оптимизированы с помощью 3D моделирования. Насосы комплектуются двигателями классов IE2, IE3 и IE4, могут оснащаться частотным преобразователем PumpDrive. Благодаря возможности оснащения высокоеффективным двигателем SuPremE, соответствующим классу энергоэффективности IE4, насосы в таком исполнении уже сегодня соответствуют предписаниям ErP 2017. Применение высокоеффективного двигателя в сочетании с частотным преобразователем позволяет экономить более 70 % электроэнергии при эксплуатации данного агрегата.

Кроме высокоеффективных насосов TPE, оснащенных электродвигателями класса IE3, IE4 со встроенными частотными преобразователями, в линейке энергоэффективных циркуляционных насосов Grundfos появилась новая разработка – насос с «мокрым» ротором MAGNA3 (рис. 6). Этот насос может применяться в системах отопления частных домов, коттеджей, небольших отелей и других зданий социального назначения. MAGNA3 оборудованы самым экономичным электродвигателем из существующих на сегодняшний день аналогов с «мокрым» ротором. Экономия электроэнергии – до 70 % с возможностью их интеграции в системы диспетчеризации. Температура перекачиваемой жидкости для всех моделей MAGNA3 от -10 до +110 °C. Основные отличия от других насосов серии MAGNA – наличие



Рис. 5

и как следствие – минимальное энергопотребление при максимальном КПД для насоса.

Оптимизация гидравлики

Оптимизация гидравлики проточной части насосов еще один из путей повышения их КПД, а следовательно, и энергоэффективности. В частности, для обеспечения энергоэффективной работы насосных агрегатов компания KSB осуществляет подрезку рабочего колеса. Для того чтобы агрегат работал строго в заданной рабочей точке, подрезка осуществляется шагом 1 мм, чтобы общая



Рис. 6

«умных» функций AUTOADAPT, режима FLOWADAPT (сочетание режима AUTOADAPT и функции FLOW limit).

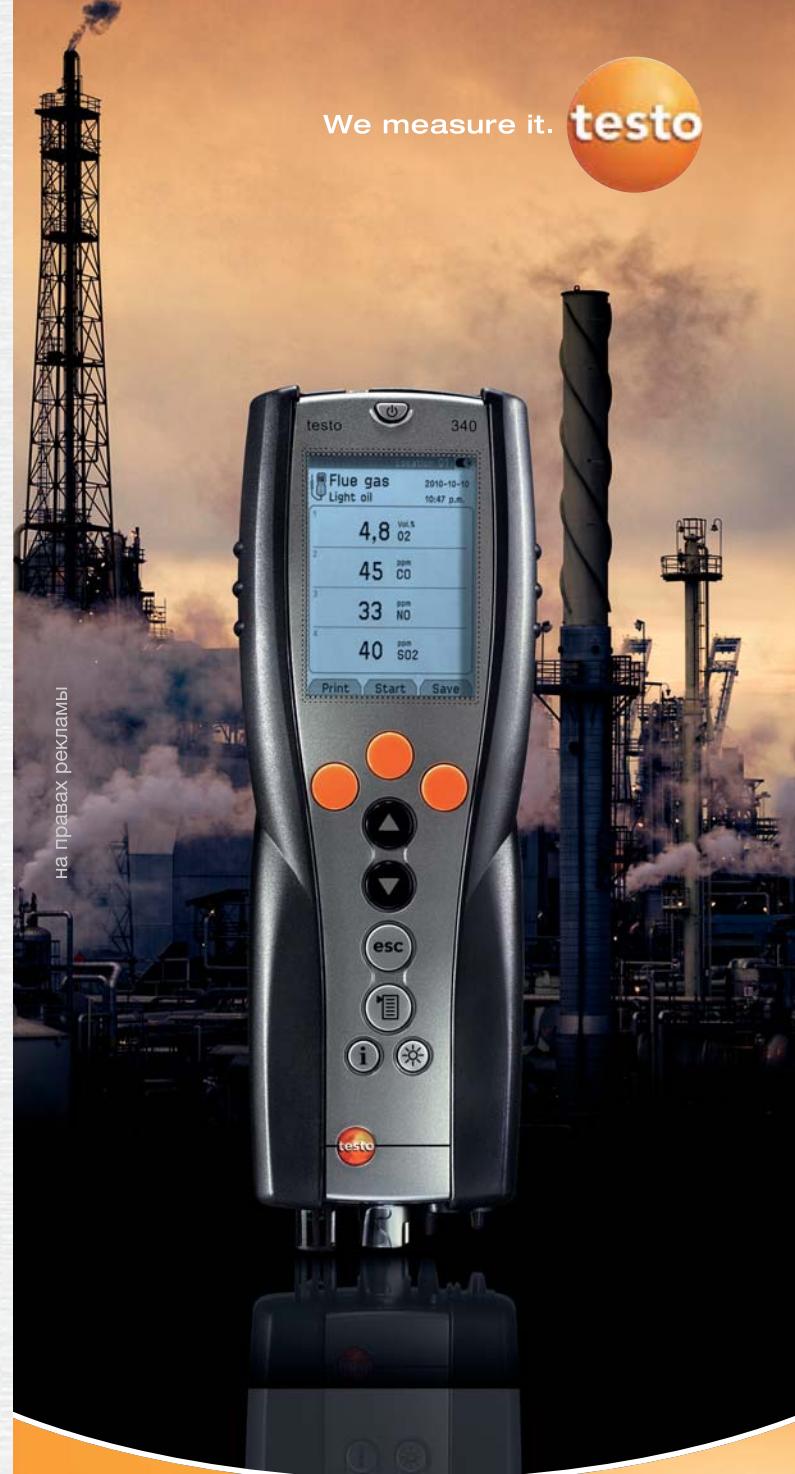
Режим AUTOADAPT разработан для систем отопления и его не рекомендуется применять в системах кондиционирования и охлаждения воздуха. В процессе работы насос постоянно адаптируется и выполняет автоматическую регулировку в соответствии с фактической характеристикой системы отопления. Эта настройка способствует сокращению расходов на электроэнергию и снижает уровень шума (≤ 43 dB (A)). Насосы MAGNA3 поставляются с заводской настройкой на этот режим, которая подходит для большинства систем отопления. По заводским настройкам рабочая точка устанавливается при половине максимального напора насоса.

При выборе FLOWADAPT насос работает в режиме AUTOADAPT, обеспечивая расход, не превышающий введенного значения FLOWlimit. Наличие этого режима также позволяет снизить потребность в дроссельном клапане, подключенному последовательно за насосом. Кроме того, для работы насоса предусмотрены режимы автоматического понижения температуры в ночное время, пропорционального регулирования давления; постоянного давления; постоянной температуры; постоянной характеристики. Функция FLOWlimit может быть включена, когда насос находится в одном из следующих режимов управления: по пропорциональному давлению, по постоянному давлению, по постоянной характеристике. Со встроенных датчиков перепада давления и температуры показания выводятся на дисплей насоса в режиме реального времени. Экономия электроэнергии при работе этого насоса – до 70 % по сравнению с аналогами.

Новости

Первые поставки

Водотрубный котел КВ-Г-9,65-150 изготовлен ОАО «Дорогобужкотломаш» и отгружен в адрес заказчика – теплоснабжающей компании Ростова-на-Дону. Он будет установлен в городской котельной вместо выработавшего свой ресурс ТВГ-8 с сохранением существующей котловой ячейки. Эффективность работы котла обеспечат две современные фронтовые горелки импортного производства. Для удобства монтажа поставка продукции осуществлена транспортабельными блоками автотранспортом предприятия. Первые два котлоагрегата КВ-Г-9, приобретенные заказчиком в прошлом году, установлены на котельных по ул. Днепропетровская, 8а и Вятская, 37/3, успешно отработали в режиме пусконаладки и продолжат работать в оче-редном отопительном сезоне. КВ-Г-9,65-150 предназначены для получения горячей воды давлением до 1,6 МПа и номинальной температурой 150 °C, используемой в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения промышленного и бытового назначения, а также для технологических целей. Помимо проектов реконструкции, эти современные котлы могут использоваться в качестве основного оборудования при строительстве новых объектов теплоснабжения. Подробную информацию по предла-гаемым техническим решениям можно будет получить на стенде компании в рамках выставки AQUA-THERM MOSCOW-2015.



**Компактный,
универсальный прибор для
анализа выбросов в атмосферу**

testo 340: эффективный анализатор дымовых газов для промышленного применения

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



Экономайзером называют устройство для подогрева питательной воды уходящими из котла продуктами сгорания, что обеспечивает дополнительное использование тепла сожженного топлива.

Экономайзеры паровых и водогрейных котлов

В. Котлер, к. т. н., В. Янкелевич

Для промышленных паровых котлов с давлением пара до 1,3–1,6 МПа (котлы ДЕ, ДКВР, импортные) температура кипения воды и насыщенного пара составляет 195–200 °С. Соответственно температура уходящих газов за котлом – порядка 250–300 °С в зависимости от вида топлива. Температура питательной воды после деаэраторов атмосферного типа – 100–105 °С. Если подавать эту воду непосредственно в барабан котла, то она будет догреваться до температуры кипения за счет конденсации части пара. Температура поверхностей нагрева котла, как известно, будет практически равна температуре насыщения (кипения), и температура уходящих газов, которая определяется в первую очередь степенью нагрева поверхностей, не изменится. Для возможно-

сти использования тепла уходящих газов и снижения расхода топлива необходимо выделить отдельную поверхность нагрева с относительно низкой температурой – экономайзер.

В него поступает вода из атмосферного деаэратора температурой 100 °С и подогревается до 150–160 °С. За счет этого температура уходящих газов снижается до 145–180 °С в зависимости от вида топлива, а расход топлива уменьшается на 10–12 %.

Экономайзеры могут быть кипящими и некипящими. В первых вода может догреваться до кипения и даже кипеть. Допускается испарение части воды (до 15–25 %).

Экономайзеры включаются по схеме противотока по отношению к продуктам

сгорания, а вода в них нагревается до кипения постепенно. Горячие продукты сгорания проходят сначала самую горячую часть экономайзера, затем постепенно – через холодную часть и, соответственно, охлаждаются.

Конструктивно экономайзеры могут быть выполнены из змеевиковых гладких или оребренных труб. Иногда используют плавниковые трубы (при установке их по ходу движения газа).

Для котлов ДЕ и ДКВР чаще всего используют чугунные экономайзеры из оребренных труб. Наружный диаметр труб – 76 мм, толщина стенок трубы – 8 мм, ребра – 146×146 мм. Эти экономайзеры могут быть только некипящими – температура воды на выходе должна быть ниже температуры кипе-

ния воды не менее чем на 20 °С. В горизонтальной плоскости число труб в пакете определяется по оптимальной скорости продуктов сгорания, количество которых зависит от паропроизводительности котла. Скорость дымовых газов, проходящих через пакеты экономайзера, обычно принимают 6–9 м/с. Число горизонтальных рядов экономайзера рассчитывается, исходя из требуемой поверхности нагрева. Расчетная скорость воды в трубах некипящего экономайзера должна быть не менее 0,5–0,6 м/с.

В табл. 1 приведены технические данные блочных чугунных экономайзеров производства Кусинского литейно-механического завода. Они состоят из пакетов труб с оребрением, соединенных между собой и заключенных в каркас с теплоизоляционной обшивкой. По желанию заказчика предусмотрена комплектация коробом для подвода газов. Эти экономайзеры предназначены для нагревания питательной воды в паровых и водогрейных стационарных котлах с рабочим давлением до 2,4 МПа. Предельное рабочее давление в экономайзере – 2,5 МПа. Возможно использование паро-

вой или газоимпульсной очистки поверхностей нагрева.

Технические данные блочных стальных экономайзеров производства Бийского котельного завода приведены в табл. 2. Эти экономайзеры устанавливаются за котлами, работающими только на газе, не содержащем серы и при наличии деаэраторов атмосферного типа. Экономайзеры набираются из змеевиков длиной 1820 мм с радиусом гиба 50 мм в пакеты. Диаметр стальных труб – 28×3 мм. Расстояние для лазов между пакетами – 450 мм.

Теплофикационные экономайзеры. Экономайзеры иногда используют и для водогрейных котлов с целью дополнительной утилизации тепла продуктов сгорания. Их эффективность по экономии топлива будет существенно ниже, чем для паровых котлов – не более 4–5 %.

Проблемы с экономайзерами паровых котлов низкого давления

Оребренные трубы экономайзеров собраны в пакеты на фланцах с калачами. Периодически требуется ремонтировать уплотнения.



Чугунные трубы монтируются фланцами впритык так, что фланцы образуют торцевую стенку экономайзера. Уплотнение стенки производится асбестовым шнуром, который укладывается в канавки между фланцами. Движение воды по трубам осуществляется через полукруглые калачи.

Общая проблемой для экономайзеров во многих случаях является отсутствие надлежащей деаэрации питательной воды. Наличие в питательной воде растворенного кислорода ведет к интен-

Таблица 1. Чугунные блочные экономайзеры Кусинского литейно-механического завода

Показатель	ЭБ2- 94И/П (ЭБ2- 94П)	ЭБ2- 142И (ЭБ2- 142П)	ЭБ2- 200И (ЭБ2- 200П)	ЭБ2- 236И (ЭП2- 236)	ЭБ1- 300И (ЭБ1- 300П)	ЭБ1- 330И (ЭП1- 330)	ЭБ1- 646И (ЭБ1- 646П)	ЭБ1- 708И (ЭБ1- 708П)	ЭБ1- 808И (ЭБ1- 808П)	ЭБТ2- 43
Площадь поверхности нагрева, м ²	94,4	141,6	201,6	236,6	302,4	330,4	646	708	808	43,7
Количество колонок	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2
Длина труб, м	2	2	2	2	2	2	3	2	3	1,5
Гидравлическое сопротивление (не более), МПа	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Минимальная температура воды (вход/выход), °С	100/140	100/140	100/140	100/140	100/140	100/140	100/170	100/150	100/150	70/72,6
Аэродинамическое сопротивление (не более), Па	350	350	350	350	350	350	350	350	350	200
Габаритные размеры (без короба и присоединительных коллекторов с арматурой, Д×Ш×В), мм	3080(3900)×870×2090	3080(3900)×1180×2090	3080(3900)×1485×2090	3080(3815)×1785×2090	3125(3900)×1180×3800	3125(4100)×1330×3645	4030(4950)×1620×3640	3030(3900)×2075×4270	4030(4950)×1620×4340	2070×870×1530
Масса, кг	4000	5290	7200	8250	10650	11500	19750	23200	24700	2300

Примечание. П – паровая очистка, И – газоимпульсная.

Таблица 2. Стальные экономайзеры производства Бийского котельного завода

Наименование	Площадь поверхности нагрева, м ²	Давление воды, МПа	Температура среды на входе, °С	Габаритные размеры			Масса, кг
				длина	ширина	высота	
Экономайзер ЭПС 7,5	7,5	1,5	100 (133)	1500	500	1540	570
Экономайзер БВЭС I	28	1,5	100	2610	780	2112	1470
Экономайзер БВЭС II	57	1,5	100	2610	1210	2112	2420
Экономайзер БВЭС III	85	2,5	100	2610	1625	2112	3230
Экономайзер БВЭС 1V	113	2,5	100	2350	1400	4200	4317
Экономайзер БВЭС V	239	2,5	100	2350	2100	4800	8222
Экономайзер ЭТС-2,5	2,5	до 0,6	–	780	640	1680	174



Экономайзер из чугунных труб в сборе. Видны чугунные калачи. Продукты сгорания проходят сверху вниз

сивной коррозии внутренней поверхности труб. Особенно страдают от этого стальные экономайзеры. В случаях, когда нет полной уверенности в надежной работе деаэратора, лучше использовать чугунные, которые мало чувствительны к внутренней коррозии труб.

Все проблемы, характерные для экономайзеров паровых котлов, в полной мере относятся и к теплофикационным экономайзерам.

Проблемы при сжигании природного газа

Природный газ – наиболее чистое топливо. Единственная проблема – возможность конденсации влаги из продуктов сгорания. При температуре стенки

трубы около 57 °С и ниже на наружной поверхности труб начинает осаждаться конденсат. Из-за наличия в продуктах сгорания углекислоты (от сгорания содержащегося в природном газе углерода) и следов азотной кислоты (образуется при горении любого топлива из азота воздуха) конденсат имеет кислую реакцию – показатель pH может быть равен 4,0 и ниже.

В связи с выделением кислого конденсата из продуктов сгорания возможна коррозия наружных поверхностей труб. Поэтому необходимо принимать меры для

поддержания температуры питательной воды на входе в экономайзер не ниже 60–70 °С. При невозможности стабильной работы котла с такой температурой питательной воды на входе в экономайзер также целесообразно устанавливать чугунные экономайзеры.

Проблемы при сжигании мазута

В качестве топлива в промышленных и отопительных котельных обычно используют сернистый мазут с содержанием серы от 2 до 3,5 %. Основная часть серы при сгорании окисляется до сернистого ангидрида SO₂, но очень малая часть окисляется до серного ангидрида SO₃. В присутствии водяного пара на наружной поверхности труб конденсируется серная кислота, которая может быстро вывести из строя стальной экономайзер. При использовании в качестве топлива сернистого мазута необходимо использовать только чугунные экономайзеры. Однако и они при длительной работе котлов на мазуте могут подвергаться сильной коррозии. Обычно разъедаются кислотой ребра труб, из-за этого эффективность теплообмена снижается, увеличивается расход топлива.

Заключение

По всем изложенным выше причинам чаще всего используются чугунные экономайзеры, хотя они могут иметь большие габариты и обладают повышенными требованиями относительно обслуживания и ремонта по сравнению со стальными змеевиковыми.



Стальной экономайзер в виде транспортабельного блока. Обшит металлическими листами. С правого торца видны входной (снизу) и выходной (сверху) коллекторы. В центре – лаз в пространство между пакетами змеевиков. Вход продуктов сгорания сверху, выход – снизу.

Тепло - наша профессия!



Лидер водогрейного рынка России

Специализация в теплоэнергетике с 1962 года

Лучшая номенклатура водогрейного оборудования

Ноу-хау и инновации

Уникальные технологии производства

Высочайший уровень качества



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



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



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



Котлы-утилизаторы



Газопоршневые установки



Чиллеры



Аварийные котельные



Реклама

ОСНОВАН SINCE 1962

ДОРОГОБУЖКОТЛОМАШ
КОТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД №1

ДКМ
www.dkm.ru

Энергосбережение в паровом хозяйстве предприятия. Его цена и эффективность

С. Тишаев

Вопросы энергосбережения в паровом хозяйстве были и остаются актуальными, тем более в условиях постоянного роста стоимости энергоресурсов и значительного износа котельного оборудования в нашей стране. Комплексные мероприятия по усовершенствованию пароконденсатных систем дают возможность сэкономить до трети и более топлива. Мы решили посвятить этой теме серию материалов, которую открываем нижеизложенной публикацией.

Уникальные теплотехнические свойства водяного пара обусловили его применение в технике и промышленном производстве в качестве теплоносителя и рабочего тела еще со временем «промышленной революции». За прошедшие столетия паровая техника получила существенное развитие. Практически нет отраслей промышленности, где бы в той или иной форме не задействован водяной пар. Рассмотрим его применение в виде теплоносителя в различных технологических процессах, т. е. в, так называемых, пароконденсатных системах.

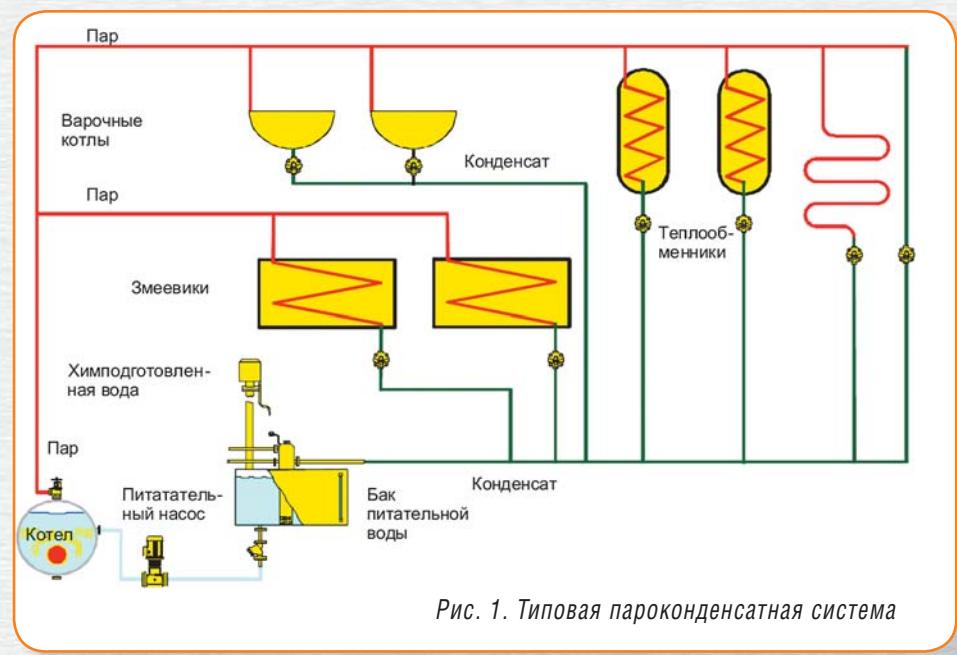
В пищевой, химической, перерабатывающей промышленности водяной пар получают в паровых котлах (в котельных) и затем используют его энергию в варочных котлах, прессах, сушилках и т.д. (на выходе конденсат). С увеличением стоимости топлива вопросы энергосбережения в паровом хозяйстве предприятий становятся все более актуальными. Энергетическая составляющая занимает значительную часть в себестоимости основной продукции, и ею уже нельзя пренебречь при рассмотрении общих эксплуатационных затрат. Энергоемкость некоторых наших предприятий в 5–7 раз больше, чем аналогичных в развитых странах. Поэтому следует хорошо представлять резервы энергосбережения, которые можно использовать для снижения себестоимости продукции и повышения ее конкурентоспособности.

Паровое хозяйство каждого предприятия, независимо от его размера и мощности, является довольно сложной, гибкой и многокомпонентной системой, требующей индивидуального подхода и рассмотрения. Наиболее целесообразно привлечение специалистов и (или) специализированных компаний для изучения потребностей и возможностей конкретного объекта по энергосбережению с дальнейшим технико-экономическим обоснованием комплекса мер и технологий. Однако, зная стойкую неприязнь владельцев наших заводов к оплате интеллектуального труда, попытаемся помочь веду-

щим специалистам предприятий самим, в первом приближении, определить наиболее эффективные пути и методы снижения эксплуатационных затрат в своем паровом хозяйстве.

Вспомним принципиальную схему работы пароконденсатной системы (рис. 1), для функционирования которой необходимо:

- 1) подготовить имеющуюся у пользователя воду (независимо от того, подводится она из городского водопровода или из собственной скважины) до требуемого качества питательной воды, определяемого изготовителем котла;



2) преобразовать химическую энергию топлива (твердого, жидкого или газообразного) в теплоту за счет сжигания;

3) нагреть подготовленную воду до температуры насыщения (начала кипения). За начальную энталпию (энергосодержание) воды принимается энталпия при 0 °C. Температура насыщения для определенного рабочего давления котла берется из паровых таблиц. Для нормальных атмосферных условий (температура воздуха 25 °C, давление 760 мм рт. ст. и влажность 60 %) температура насыщения равна 100 °C;

4) произвести требуемое количество пара путем подвода дополнительной тепловой энергии к нагретой до температуры насыщения воде. Следует особо подчеркнуть, что процесс фазового перехода воды из жидкого состояния в газообразное (пар) происходит при постоянной температуре, т. е. температура воды и температура пара одинаковы и равны температуре насыщения. Для наиболее часто используемых в теплотехнике давлений (2–12 бар) дополнительно подводимая к такой воде теплота, которая называется скрытой теплотой парообразования, в несколько (2,5–4,2) раз превышает количество теплоты, подводимой при нагреве воды до температуры насыщения;

5) транспортировать произведенный пар до места потребления;

6) использовать в технологическом процессе подведенную паром теплоту, получив конденсат с температурой насыщения;

7) вернуть конденсат в начало цикла или сбросить его, предварительно охладив, в канализацию.

Каждая перечисленная стадия имеет свой потенциал по вкладу в общее энергосбережение системы. Безусловно, абсолютное значение такого потенциала индивидуально для каждого объекта, поэтому его удобнее определять в процентных долях или удельных величинах.

Водоподготовка

Необходимость специальной подготовки воды вызвана наличием в ней большого количества различных примесей, солей и включений. В процессе нагрева часть солей переходит из растворимого состояния в труднорастворимое и, отлагаясь на поверхностях теплообмена в виде

накипи, существенно уменьшает теплопередачу от нагретой металлической стенки к воде.

По химическому составу преимущественно встречается накипь: карбонатная (углекислые соли кальция и магния – CaCO₃, MgCO₃), сульфатная (CaSO₄) и силикатная (кремнекислые соединения кальция, магния, железа, алюминия). Теплопроводность накипи в десятки, а зачастую в сотни раз меньше теплопроводности стали, из которой изготавливают теплообменники. Поэтому даже тончайший слой подобных образований создает большое термическое сопротивление и может привести к такому перегреву труб паровых котлов и пароперегревателей, при котором в них образуются отдулины и свищи, часто вызывающие разрыв металла. Другая примесь – содержащийся в воде свободный кислород, выделяющийся при нагревании и способный вызывать коррозию.

В зависимости от типа, конструкции и рабочих параметров котлов предприятие-изготовитель определяет качество питательной воды (максимально возможное содержание примесей) для соблюдения в процессе эксплуатации паспортных данных по производительности, эффективности (КПД) и сроку эксплуатации. Как правило, для паровых котлов, работающих при близких параметрах (давление и производительность), требования к питательной воде мало различаются у раз-

ных производителей и можно использовать «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. ПБ 10-574-03» Ростехнадзора, ГОСТ 20995-75**, «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭ)» РАО ЕЭС России, СНиП II-35-76**. Конструкция системы водоподготовки (рис. 2), а значит, и ее цена зависят от качества исходной воды: чем больше содержание примесей, тем дороже водоподготовка.

Кроме сокращения срока службы котла и повышения эксплуатационных затрат (на периодический осмотр и очистку поверхностей нагрева), недостаточная водоподготовка приводит к энергетическим потерям. Из-за уменьшения коэффициента теплопередачи на поверхностях теплообмена, имеющих накипь, температура уходящих газов поднимается, а КПД котла, соответственно, снижается.

В процессе испарения воды соли и примеси остаются в котловой воде. Таким образом, их концентрация непрерывно повышается. Для того чтобы качество воды находилось в заданных производителем рабочих пределах, необходимо проводить продувки котла. Они выполняются на работающем агрегате при рабочих параметрах теплоносителя и поэтому уносят с собой определенное количество подготовленной воды, к тому же нагретой до температуры насыщения. Частота периодической нижней продувки, как пра-



Рис. 2. Блочная система водоподготовки

вило, регламентируется нормативными документами (1–2 раза в сутки), и качество водоподготовки мало влияет на ее продолжительность и частоту. Что касается непрерывной (верхней) продувки, с которой сливаются верхний слой котловой воды, то ее значение ($P_{\text{пр}}$) рассчитывается по формуле

$$P_{\text{пр}} = \frac{TDS_{\text{пв}} \cdot \Pi}{TDS_{\text{кв}} - TDS_{\text{пв}}} ,$$

где $P_{\text{пр}}$ – значение продувки, кг/ч, $TDS_{\text{пв}}$ – общее солесодержание питательной воды, ppm; $TDS_{\text{кв}}$ – общее нормируемое солесодержание котловой воды, ppm; Π – производительность котла по пару, кг/ч.

Нетрудно заметить: чем хуже качество питательной воды (т. е. чем выше ее общее солесодержание), тем больше должна быть продувка. Например, для парового котла реверсивного типа nominalной производительностью 5000 кг/ч, со средним рабочим солесодержанием, равным 3500 ppm, значение продувки должно составлять 555,5 кг/ч для питательной воды с солесодержанием 350 ppm и 147 кг/ч – для питательной воды с солесодержанием 100 ppm. В процентном отношении для этих случаев продувка составит 11,1 и 3 %, соответственно.

Применение паровых котлов с неисправной, малоэффективной водоподготовкой или вовсе без нее в европейских странах совершенно исключено. Суммарный потенциал по энергосбережению (за счет отсутствия роста температуры уходящих газов, связанного с накипными отложениями на теплообменной поверхности, и уменьшения значения продувки), который можно получить за счет улучшения качества питательной воды, для современных работающих котлов составляет около 4 %. В нашей практике еще встречаются случаи, когда из-за отсутствия водоподготовки объем продувки достигает гораздо больших значений.

Таким образом, водоподготовка – совершенно необходимая статья расходов в паровой котельной, которая при ее дальнейшем улучшении может сберечь в среднем около 4 % потребляемого топлива. Однако общая ее цена даже в удельных или относительных единицах будет сильно отличаться для разных объектов

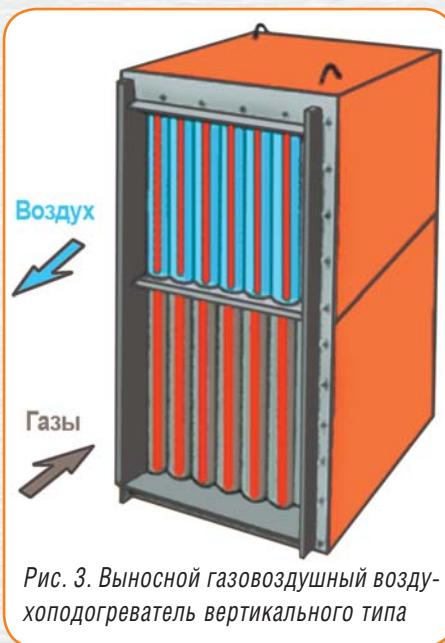
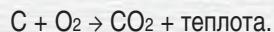


Рис. 3. Выносной газовоздушный воздухоходоподогреватель вертикального типа

из-за совершенно различных условий водоснабжения, схем возврата конденсата, имеющихся систем подготовки воды.

Системы сжигания топлива

Процесс горения – не что иное, как быстро протекающая реакция окисления топлива, в результате которой углерод соединяется с кислородом, образуя углекислый газ с выделением значительного количества теплоты:



В целях экономии времени читателя рассмотрим только топливо, наиболее часто используемое в паровых котлах для технологических процессов, – природный газ. При сжигании его смешивают с воздухом, содержащим кислород, необходимый для реакции окисления.

Нужно учитывать, что процесс горения будет происходить нормально только при определенном «стехиометрическом» соотношении топлива и кислорода в топливной смеси, т. е. коэффициент избытка воздуха α должен быть близок к единице. Если это значение больше, в дымовых газах будет присутствовать свободный кислород. Так, например, при $\alpha = 2$ подается в два раза большее количество воздуха, чем необходимо для процесса сжигания. Если имеются избыток топлива и недостаток кислорода, сгорание топлива будет неполным. При этом снизится количество выделяющейся теплоты. Кроме

того, в результате неполного сгорания происходит неполное окисление углерода, содержащегося в топливе, что сопровождается образованием высокотоксичного угарного газа (CO).

На практике коэффициент избытка воздуха α обычно равен 1,08–1,25. Учитывая стехиометрический объем подаваемого воздуха (10,5–11,5 м^3 на 1 м^3 природного газа в зависимости от его месторождения и качества) получим, что для сжигания 1 м^3 природного газа следует подать в топку не менее 11,3–14,4 м^3 воздуха.

Здания, в которых устанавливаются котлы, должны отвечать требованиям СНиП II-35-76 «Котельные установки» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Эти документы определяют и температуру в помещении, из которого происходит забор воздуха для подачи в горелочное устройство или топку котла. Если начальная температура воздуха составляет 20 °C, то для нагрева 1 м^3 , скажем, на 30 °C (до 50 °C) необходимо подвести количество теплоты, равное 32,37 кДж. Эта энергия отбирается в топке за счет полезной теплоты сгорания топлива. При средней теплоте сгорания природного газа, равной 34200 кДж/м³, при сжигании 1 м^3 газа на нагрев дутьевого воздуха до температуры 50 °C (допустимая температура подачи воздуха для газовых горелок обычного исполнения) будет подведено около 427 кДж, т. е. 1,25 % подводимой энергии газа. Эту теплоту можно сберечь, нагревая дутьевой воздух за счет утилизации теплоты уходящих дымовых газов в специальном теплообменнике – воздухоподогревателе (рис. 3).

Если вместе с воздухоподогревателями применять горелочные устройства, предназначенные для эксплуатации в температурном диапазоне от 130 до 170 °C, то энергосбережение может составить около 4,5 %. В то же время нагрев дутьевого воздуха до температуры выше 80 °C ведет к увеличению образования оксидов азота (NO_x), что крайне нежелательно. Поэтому применение таких теплообменников рассматривают, когда высока (85–90 %) степень возврата конденсата и (или) забор дутьевого воздуха осуществляется снаружи котельной (холодный воздух). Из-за

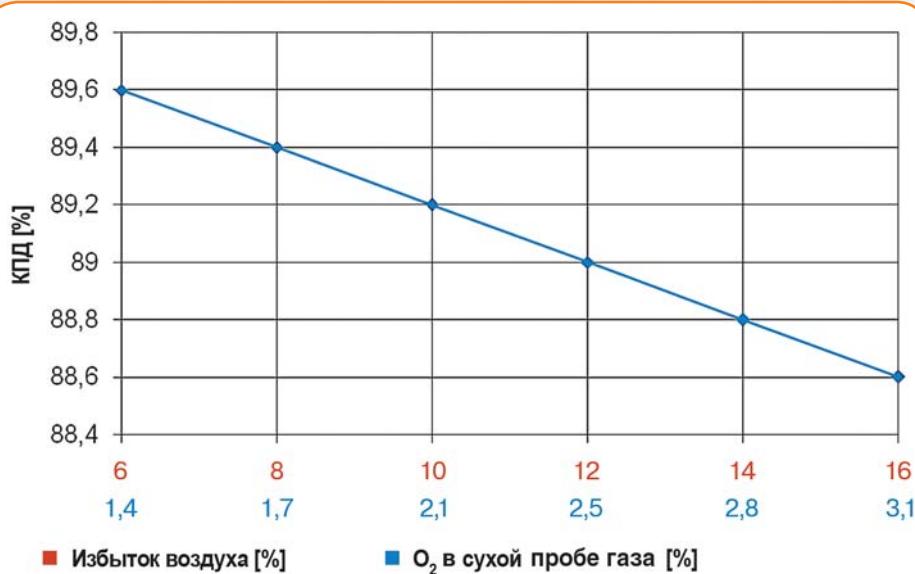


Рис. 4. Зависимость КПД котла от коэффициента избытка воздуха

того, что коэффициент теплопередачи в газовоздушном теплообменнике значительно ниже, чем в водо- или паровоздушном, воздухоподогреватели имеют значительно более развитую поверхность теплообмена, большую металлоемкость и цену по сравнению с экономайзерами, которые также применяются для повышения КПД котельной за счет утилизации теплоты уходящих газов.

Дополнительный энергосберегающий эффект может быть получен при установке устройств регулировки горелок в зависимости от содержания кислорода в уходящих дымовых газах. Как уже говорилось, оптимальный коэффициент избытка

воздуха α обычно равен 1,08–1,25. Однако на практике он очень часто значительно выше, что приводит к соответствующему увеличению потерь теплоты на нагрев дополнительного воздуха. Этот избыточный кислород не участвует в реакциях окисления топлива, а является балластным. Учитывая, что температура горячих газов в камере сгорания достигает 1600 °C, потери теплоты при каждом увеличении α на 10 % составляют около 1,0 % (см. диаграмму на рис. 4). Если по результатам технико-экономического расчета применение горелочного устройства с регулированием по содержанию кислорода в дымовых газах оказывается невыгодно,

то поддержание оптимального коэффициента избытка воздуха следует проводить по результатам проверки состава отходящих газов при составлении режимных карт в ходе периодических испытаний.

Рассматривая вопрос подачи в камеру сгорания дутьевого воздуха, нельзя не упомянуть о режимах работы котлов на частичной нагрузке. Если агрегат оборудован модуляционной горелкой, система управления которой отслеживает действительное изменение нагрузки и в зависимости от этого регулирует подачу топлива, то обязательно следует рассмотреть вопрос эффективности частотного регулирования электродвигателя дутьевого вентилятора. При определенных мощностях паровых котлов использование такого регулирования вместо обычной воздушной заслонки может дать экономию электроэнергии на собственные нужды до 15 %.

Таким образом, применение воздухоподогревателей и оптимизация коэффициента избытка воздуха могут сберечь в среднем около 5 % потребляемого топлива. Общая цена стоимости воздухоподогревателя и дополнительного оборудования для реализации регулирования горелочного устройства по содержанию кислорода в уходящих дымовых газах составляет от 2 до 6 тыс. евро на 1 т/ч производительности котла в зависимости от номинальной паропроизводительности. Чем больше производительность котла, тем меньше удельная стоимость воздухоподогревателя.

Новости

Забытое старое как новое

Технология газификации твердых топлив с получением газогенераторного газа, который использовался и для освещения, и как топливо для бытового и промышленного теплового оборудования, а также как горючее для автомобильного транспорта, далеко не нова. Пик популярности этой технологии пришелся на середину прошлого века, однако сегодня она может получить новую жизнь. Технологию, позволяющую преобразовывать твердое топливо в экологичный газ, разработали ученые ТПУ совместно с ЗАО «Компомаш-ТЭК» и ОАО «Всероссийский теплотехнический институт». В ближайшие три года политехники помогут газифицировать томскую ТЭЦ-3 и другие объекты, где сжигается уголь. По сообщению пресс-службы ТПУ, для реализации этих проектов госу-

дарство будет выделять по целевой программе по 100 млн рублей в год в течение трех лет. Еще 151 млн рублей софинансирования поступит от индустриального партнера – Фонда поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности «Энергия без границ». К концу 2014 г. планируется закончить исследование мирового опыта в указанной сфере и разработать комплект технической документации на две экспериментальные установки и лабораторный стенд для исследования процессов газификации на базе ТПУ. В 2015 г. будут смонтированы экспериментальные стенды на томской ТЭЦ-3 и в ТПУ. В 2016 г. будут проводиться исследования по итогам работы установок и разрабатываться техническое задание на изготовления промышленных образцов.

Полное использование теплоты сгорания

Применение существующей надежной и проверенной технологии полного использования теплоты сгорания позволяет пользователям паровых и водогрейных котельных установок уменьшить их эксплуатационные затраты и внести дополнительный вклад в уменьшение выбросов CO_2 , а также в природоохранные мероприятия. Постоянное использование технологий утилизации теплоты сгорания позволит амортизировать дополнительные капитальные затраты за период до 2-х лет.

При применении технологии полного использования теплоты сгорания топлива может быть получена дополнительная энергия от конденсации водяных паров в дымовых газах. Коррозионно-устойчивые материалы в теплообменниках, а также нечувствительные к влаге тракты продуктов сгорания и дымовые трубы позволяют внедрять эту технологию без ущерба для срока службы оборудования.

Роль топлива в развитии технологии полного использования теплоты сгорания

Около четверти всех корпусных котлов до 20 МВт, установленных в Германии за последние 2 года, оснащены горелочными устройствами на природном газе, 40 % – комбинированными горелками на природном газе и дизельном топливе, причем газ является основным, и 35 % котлов – горелками на дизельном топливе. Защита окружающей среды и технологические решения по увеличению полноты использования теплоты сгорания топлива являются в настоящее время основными причинами

увеличения доли использования природного газа.

Если сравнить характеристики наиболее распространенных видов топлива, имеющие значение для полного использования теплоты сгорания (см. табл.), можно увидеть, что наилучшим сочетанием таких характеристик обладает природный газ. Его преимущества – это:

- самое высокое содержание влаги в продуктах сгорания;
- самая высокая точка росы продуктов сгорания;
- самое высокое значение pH конденсата продуктов сгорания.

По сравнению с дизельным топливом конденсация продуктов сгорания природного газа начинается при более высокой температуре. При этом топочные газы почти не содержат сажи и серы, что существенно снижает расходы для очистки загрязненных поверхностей нагрева в целях поддержания эффективности оборудования и сокращения количества отказов при работе. Так как значение pH конденсата продуктов сгорания природного газа также выше по сравнению с дизельным топливом, то

меньшие расходы требуются и на нейтрализацию конденсата.

Возможность полного использования теплоты сгорания при работе котла на жидким топливе с низким содержанием серы

В настоящее время в Западной Европе наблюдается рост рынка жидкого топлива с низким содержанием серы, и в связи с этим растет спрос на системы утилизации теплоты сгорания такого топлива.

Низкое содержание серы в топливе (максимум 50 ppm=0,005 % по весу по сравнению с 0,2 % по весу для дизельного топлива) обеспечивает сгорание без образования сажи и без углеводородного остатка. Таким образом, при сжигании жидкого топлива с низким содержанием серы, теплота конденсации продуктов сгорания также может быть утилизирована.

Практика показала, что утилизация тепла при использовании жидкого топлива с низким содержанием серы может быть осуществлена по аналогии с утилизацией теплоты сгорания нефтяных

Таблица. Характеристики некоторых видов топлива

Вид топлива	Низшая теплота сгорания H_u , кВт·ч/м ³ или кВт·ч/кг	Высшая теплота сгорания H_o , кВт·ч/м ³ или кВт·ч/кг	$H_o/H_u, \%$	Точка росы продуктов сгорания, °C	Теоретическое количество конденсата, кг/кВт·ч	Значение pH конденсата
Природный газ Н	10,35	11,46	110,7	55,6	0,16	2,8–4,9
Природный газ L	8,83	9,78	110,8	55,1	0,16	2,8–4,9
Пропан	25,89	28,12	108,6	51,4	0,13	2,8–4,9
Бутан	34,39	37,24	108,3	50,7	0,12	2,8–4,9
Жидкое топливо EL	11,90	12,72	106,9	47,0	0,10	1,8–3,7*

*Значение pH конденсата малосернистого (0,005 % по массе) жидкого топлива – 2,3–4,5.

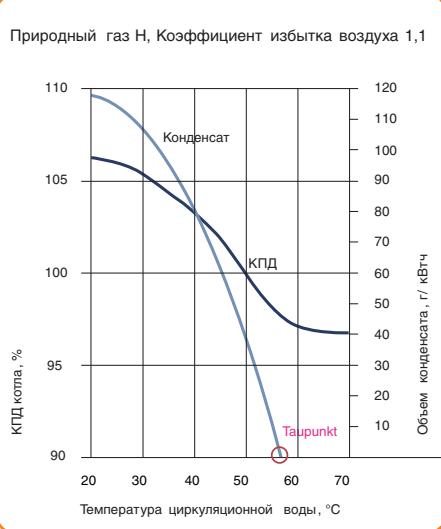


Рис. 1. Влияние температуры циркуляционной воды на КПД котла и объем конденсата природного газа (газ Рурского бассейна)

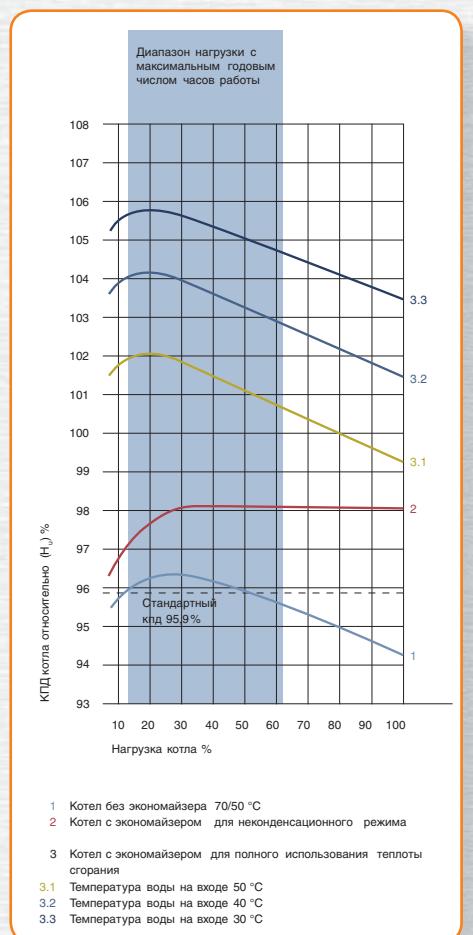


Рис. 2. Кривые изменения КПД для полного использования теплоты сгорания (пример водогрейный котел с газовой горелкой)

горючих газов, если придерживаться рекомендованной частоты чистки теплообменника. Десульфуризация как дополнительный этап процесса приводит к удорожанию топлива с низким содержанием серы. Однако это повышение цены топлива более чем компенсируется увеличением КПД и связанной с этим экономией топлива.

Для котлов (в том числе котлов Bosch), оборудованных двухтопливными горелками для попеременного сжигания природного газа и дизельного топлива (которое служит резервным топливом для обеспечения бесперебойной работы котла), используется конденсационный теплообменник с байпасом по продуктам сгорания.

Влияние полного использования теплоты сгорания на увеличение КПД выше 100 %

Для полного использования теплоты сгорания образующиеся при сжигании топлива продукты должны быть сконденсированы путем охлаждения ниже температуры точки росы. При применении этого топливного потенциала,

поверхности нагрева и выходные элементы конструкции, соприкасающиеся с влажными продуктами сгорания, должны быть выполнены из коррозионностойкой стали.

Наиболее полное использование теплоты сгорания достигается, если топочные газы охлаждаются водой с минимальной температурой. На графике (рис. 1) показано влияние точки росы продуктов сгорания и температуры обратной воды на количество сконденсированных водяных паров и достигаемый КПД котла. На графике (рис. 2) в качестве примера показана кривая КПД, которая демонстрирует возможности полного использования теплоты сгорания.

Таким образом, в сравнении с традиционными системами (рис. 3) полное использование теплоты сгорания позволяет уменьшить потребление топлива (а значит и расходы на него) и выбросы вредных веществ более, чем на 10 %. Кроме того, полное использование теплоты сгорания относится к природоохранным мероприятиям и обеспечивает возможность уменьшения выбросов CO₂.

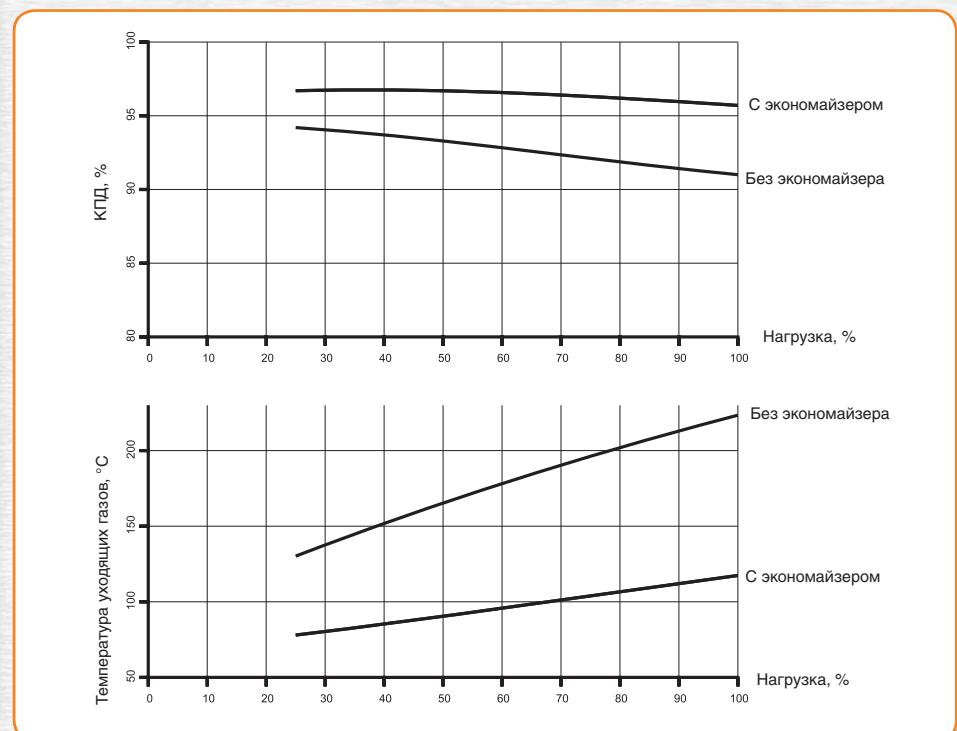


Рис. 3. Описание: без экономайзера: котел без теплообменника уходящих газов с экономайзером: котел с теплообменником уходящих газов

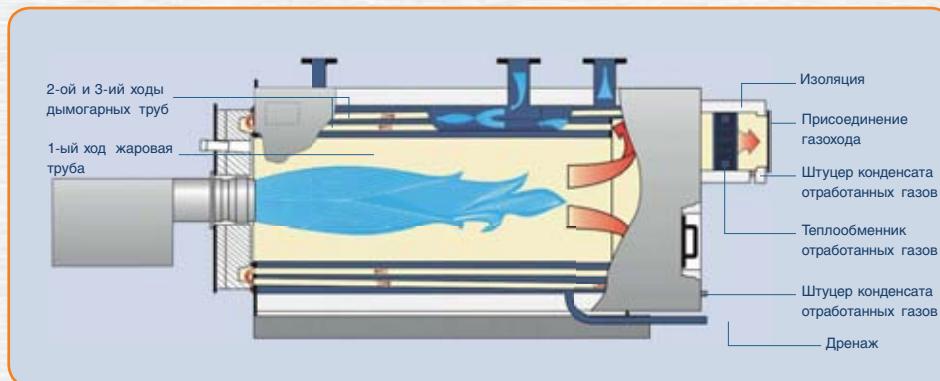


Рис. 4. Разрез отопительного котла UNIMAT с интегрированным теплообменником отработанных газов

Системы полного использования теплоты сгорания

Конденсационные и газовые котлы сравнительно малых мощностей обычно полностью выполняются из нержавеющей стали. В связи с техническими особенностями и высокой стоимостью водогрейные котлы больших мощностей для обогрева многоэтажных зданий и комплексов не изготавливаются из нержавеющей стали. Для полного использования теплоты сгорания они оснащаются специальными теплообменниками отработанных газов из нержавеющей стали, как интегрированными (встроенным) в котлы, так и отдельно стоящими (рис. 4 и 5).

В связи с применением принципа двухступенчатого извлечения тепла продуктов сгорания экономайзеры паровых котельных установок, как правило, выполняются

не интегрированными, а как отдельно стоящие экономайзеры из нержавеющей стали, расположенные далее по ходу продуктов сгорания на газовой стороне (см. рис. 4). Отдельно стоящий экономайзер хорошо подходит для дооснащения уже существующих установок.

Водогрейный котел Bosch UT-L (рис. 6) сконструирован как трехходовой жаротрубный дымогарный котел с задней поворотной камерой продуктов сгорания. Жаровая труба заканчивается внутренней поворотной камерой дымовых газов, омываемой водой, которая переходит в первый ход дымогарных труб. Как первый, так и второй ход дымогарных труб не имеют внутренних турбулизаторов, препятствующих движению продуктов сгорания. Таким образом, котел имеет три хода теплообмена: первый – в теле котла (лучистый теплообмен), второй и третий – конвективный – в дымогарных трубах котла (соответственно, первый и второй ход дымогарных труб). Расположение дымогарных труб по кругу обеспечивает оптимальный режим протока дымовых газов. Топочная камера, водяное пространство, лучистые и конвективные поверхности нагрева оптимизированы и согласованы друг с другом.

Области применения утилизации теплоты сгорания в водогрейных установках

Еще несколько лет назад утилизация полной теплоты сгорания применялась только в небольших конденсационных котлах и газовых котлах для центрального отопления и производства технической воды для небольших квартир и жилых домов. Тем

временем полное использование теплоты сгорания газа внедрялось и в больших системах.

В настоящее время системы утилизации тепла на жидком топливе становятся все более популярными на установках небольшой мощности (благодаря доступности жидкого топлива с низким содержанием серы). Полное использование теплоты сгорания на жидком топливе в широком диапазоне рабочих режимов – вопрос времени.

Достигнутая степень использования теплоты сгорания зависит от системы отопления и ее рабочих температур. Главное условие – это прямая циркуляция нагреваемой воды через котел и нагревательные элементы системы отопления. К тому же контроллер котла должен управлять температурой котловой воды в зависимости от атмосферных условий. Для котлов, работающих в конденсационном режиме на протяжении всего года, особенно подходят современные напольные системы отопления и низкотемпературные отопительные приборы с большими поверхностями нагрева. Поскольку многие старые системы оборудованы нагревательными элементами повышенного размера, имеющими достаточную теплоотдачу при пониженных рабочих температурах, они также пригодны для использования конденсационных котлов в течение большей части отопительного сезона.

Полное использование теплоты сгорания имеет смысл и для отопительных систем с разными температурными зонами. Многие здания за последнее время снабжены дополнительной тепловой изоляцией, поэтому они могут отапливаться низкотемпературными теплоносителями. Большую часть года система полного использования теплоты сгорания может работать с температурами обратного потока.

Водогрейные котлы высокого давления для технологических процессов или систем с большой протяженностью теплопроводов первичного отопительного контура и присоединенных вторичных контуров для отопления зданий в большинстве своем работают с температурой обратного потока более 100 °C, что значительно превышает точку росы продуктов сгорания.

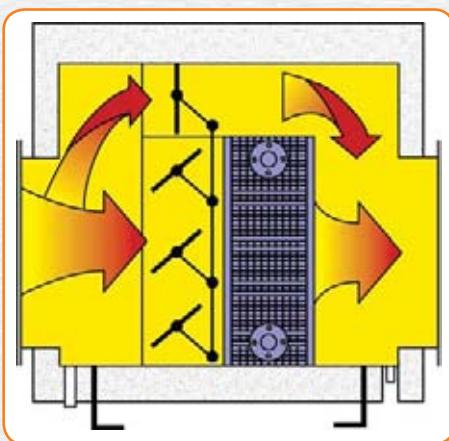


Рис. 5. Отдельно стоящий экономайзер для модернизации существующих установок

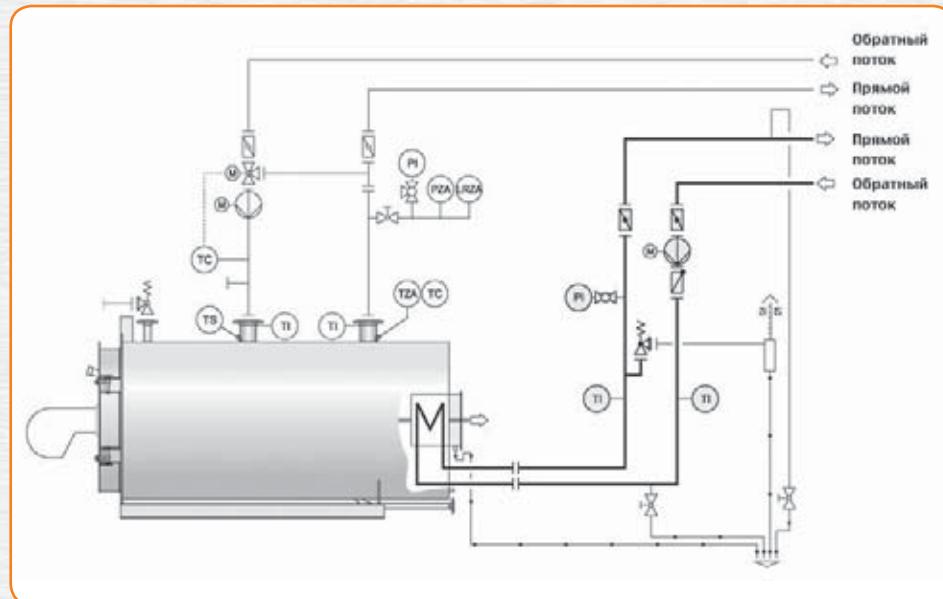


Рис. 6. Гидравлический контур для оптимального полного использования теплоты сгорания

ния. Поэтому технология полного использования теплоты сгорания здесь не может быть применена. Однако теплообменники дымовых газов для «сухой» работы позволяют довести КПД котла до 98 %. Использование технологии полной утилизации тепла в данном случае возможно, только если система имеет вторичный низкотемпературный контур.

Гидравлическая обвязка теплообменников полного использования теплоты сгорания в системах с водогрейным котлом

Максимальная утилизация теплоты сгорания достигается, когда температуры обратного потока предельно низки. Обратная вода сети с минимальными температурами (ниже точки росы продуктов сгорания соответствующего топлива) проходит через конденсационный теплообменник и вызывает конденсацию на поверхностях нагрева теплообменника. Продукты сгорания охлаждаются, низкотемпературный теплоноситель нагревается и снова поступает в водяную систему. Перед входом в котел устройство поддержания температуры воды обратного потока смешивает обратную воду сети, подаваемую в котел, с водой из линии подачи до достижения минимально необходимой температуры на входе в

котел 50 °C (рис. 7). Специальный инжектор в верхней части котла обеспечивает эффективное смешение и проток через котел. В такой конфигурации в полной мере может быть использована способность установленных котлов, в том числе с модулируемыми горелками, работать с частичной нагрузкой. Это, помимо прочего, приводит к увеличению срока эксплуатации горелки при низких температурах продуктов сгорания и оптимальном использовании теплоты сгорания в диапазоне низких нагрузок горелки. Поддержание температуры обратного потока предотвращает падение температуры котловой воды ниже температуры точки росы продуктов сгорания топлива, которое может вызвать коррозию котла.

Области применения технологии полного использования теплоты сгорания в паровых котельных установках

Паровые котлы с температурой теплоносителя в большинстве случаев между 150 и 200 °C получают питательную воду после деаэрации с температурой 85–105 °C. В связи с физикой процесса, температура продуктов сгорания в паровых котлах находится в диапазоне между 230 и 280 °C. Для уменьшения потерь тепла с

продуктами сгорания используются теплообменники для нагрева питательной воды теплом дымовых газов. В ходе этого процесса продукты сгорания охлаждаются до температуры приблизительно 130 °C, которая находится в «сухом» диапазоне температур, выше точки росы.

Полное использование теплоты продуктов сгорания с такой концепцией невозможно. Однако, если использовать вторую стадию теплообмена для низкотемпературных потребителей, полная утилизация теплоты сгорания становится возможна и для паровых котлов высокого давления (рис. 8). Такой конденсатор продуктов сгорания выполнен из коррозионно-стойкой нержавеющей стали, так же как все остальные элементы тракта продуктов сгорания и дренажные трубопроводы, расположенные ниже по ходу дымовых газов.

По контрасту с системами отопления зданий с четко определенными температурами в системе и, в частности, в обратном потоке в промышленности применяется множество различных видов использования пара и разновидностей систем нагрева. При этом различные схемы энергосбережения и утилизации тепла могут конкурировать друг с другом. Найти наиболее экономичное решение можно только при всестороннем анализе всех потребителей и каналов потерь тепла. Для поиска максимально эффективных мер среди большого количества возможностей необходимо тесное сотрудничество между владельцами предприятий, проектировщиками и производителями котлов.

Обвязка теплообменников полного использования теплоты сгорания в системах с паровым котлом

В системах пароснабжения максимально возможное количество конденсата возвращается и вновь подается в котел вместе с питательной водой. Однако существуют системы, в которых при прямом нагреве паром (например, при производстве пенопласта, в системах увлажнения воздуха, при производстве хлеба) конденсат не собирается, или образуется насыщенный посторонними веществами конденсат, который невоз-



Рис. 7. Температуры продуктов сгорания/воды при двухступенчатой рекуперации тепла отработанных газов. Температура продуктов сгорания / воды при 100 %-ной нагрузке

можно повторно использовать. К тому же происходят потери от обессоливания, продувки, повторного испарения и утечек. Объемы потерь сильно рознятся, они могут составлять более половины произведенного пара и должны быть восполнены питательной водой. После водоподготовки питательная вода в основном подается с максимальной температурой 15 °C, что отлично подходит для предварительного подогрева в конденсаторе продуктов сгорания. Низкие температуры воды на входе способствуют конденсации продуктов сгорания по всему объему и максимальной утилизации теплоты сгорания. Этот метод отличается высокой степенью синхронности между наличием тепла утилизации и потребностью в этом тепле (см. рис. 9).

Многие промышленные предприятия испытывают высокие потребности в технической воде. Это, в частности, касается пищевых производств. В этих случаях мягкая техническая вода может быть предварительно подогрета в конденсаторе продуктов сгорания. Температура воды после подогрева находится в диапазоне 50–70 °C. Дальнейший нагрев технической воды до более высоких температур на выходе возможен посредством расположенных далее по тракту теплообмен-

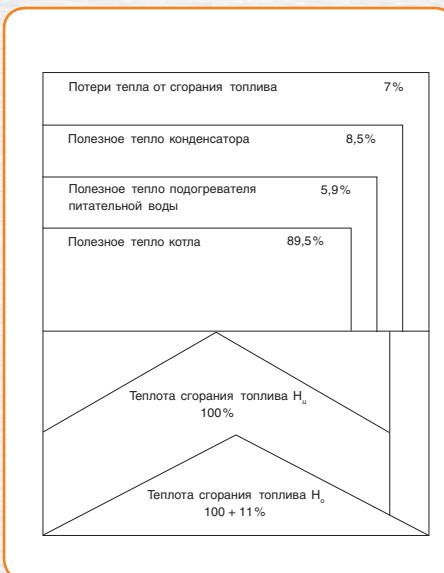


Рис. 8. Тепловой баланс парового котла, работающего в соответствии с технологией утилизации теплоты сгорания

ников, нагреваемых паром (см. рис. 7).

На графике (рис. 8) показан пример теплового баланса парового котла высокого давления с интегрированным теплообменником для предварительного подогрева питательной воды и расположенным далее по тракту конденсатором продуктов сгорания для предварительного подогрева технической или питательной воды. Конвективные и радиационные потери тепла котла, экономайзера и трубопроводов, так же как часть тепла конденсации продуктов сгорания, не могут быть использованы по чисто физическим причинам (связано с размерами поверхностей нагрева) и остаются составляющими тепловых потерь.

Утилизация теплоты сгорания и система отвода дымовых газов котла

Все тракты отвода продуктов сгорания, находящиеся в контакте с конденсирующимися продуктами сгорания, должны быть нечувствительны к воздействию воды и продуктов сгорания и выполнятся из коррозионно-стойких материалов. Части корпуса конденсатора продуктов сгорания, так же как и газоходы, и дымовые трубы, при возможности подвергнуться коррозии должны выполняться из нержа-

веющей стали. Благодаря утилизации теплоты сгорания, температуры дымовых газов уменьшаются приблизительно до 50 °C. Дымовые трубы с естественной тягой не обладают достаточной производительностью для обычного вывода газов с отрицательным давлением в тракте продуктов сгорания. Поэтому тракт продуктов сгорания, включая дымовую трубу, должен проектироваться для работы при повышенном давлении со стороны продуктов сгорания, чтобы компенсировать уменьшение поперечного сечения. Горелка или дутьевой вентилятор системы сгорания котла соответственно должны быть подобраны так, чтобы скомпенсировать все сопротивления со стороны продуктов сгорания вплоть до дымовой трубы. Это требует целевого планирования, мониторинга и координации проекта.

Отвод и нейтрализация конденсата

Конденсатор продуктов сгорания, газоходы и дымовая труба должны быть оснащены системой дренажей для отвода конденсата. Теоретические объемы конденсата можно взять из таблицы. Действительные объемы конденсата зависят от температуры конденсации и в большинстве своем находятся в диапазоне от 40 до 60 % теоретического значения согласно таблице. Значение pH конденсата продуктов сгорания при сжигании природного газа будет находиться в диапазоне между 2,8 и 4,9, а значение pH конденсата продуктов сгорания при сжигании жидких видов топлива с низким содержанием серы – в диапазоне между 1,8 и 3,7. Температура конденсата при этом находится на уровне 20–55 °C. Для нейтрализации конденсата небольшие предприятия обычно используют сменные доломитовые наполнители (блоки с гранулятом), а большие заводы пользуются контейнерами с дозирующими устройствами для каустической соды (устройства жидкой нейтрализации), которые соответственно поднимают значение pH.

Оценка экономической эффективности

Для определения стоимости сэкономленного топлива и периода амортизации в каждом отдельном случае необходимо

проводить расчет в соответствии с установленными методами. Общий расчет не дает достаточно полного понимания этого вопроса. При сравнении инвестиций в обычный водогрейный котел и в водогрейный котел с интегрированным конденсационным теплообменником необходимо принять в расчет следующие аспекты:

- затраты на интегрированный экономайзер из нержавеющей стали, а в случае применения двухтопливной горелки – на байпас и гидравлическое соединение;
- затраты на отвод конденсата и нейтрализацию для установок выше 200 кВт;
- в случае необходимости – затраты на дренажные системы из нержавеющей стали при сжигании газа и в большинстве случаев – на дымовую трубу из нержавеющей стали;
- обычно дополнительные затраты на горелочное устройство отсутствуют. Увеличение сопротивления со стороны продуктов сгорания компенсируется уменьшением потока продуктов сгорания в связи с экономией топлива.

Принимая во внимание эти факты, дополнительные инвестиции около 20 тыс. евро для водогрейного котла Bosch UT-L мощностью 2,5 МВт (водогрейные котлы Bosch UT-L мощностью от 2,5 до 6,5 МВт с 2014 г. производятся в г. Энгельсе Саратовской области на собственном производстве Bosch) с интегрированным конденсатором продуктов сгорания значительны при сравнении с обычным водогрейным котлом (соответственно, без дымовой трубы).

Эти затраты окупятся после приблизительно 4200 ч работы при средней нагрузке 60 %. Эти расчеты показывают увеличение КПД на 7,5 % для установок с утилизацией теплоты сгорания, усредненная стоимость природного газа принята равной 40 евро/центам за м³.

Возможности технологии утилизации теплоты сгорания

Местные поставщики тепла с прямым подключением ко всем тепловым потребителям имеют большие возможности для утилизации теплоты сгорания, которые до сих пор широко не развивались. Большинство исследований экономической эффективности и применимости конденса-

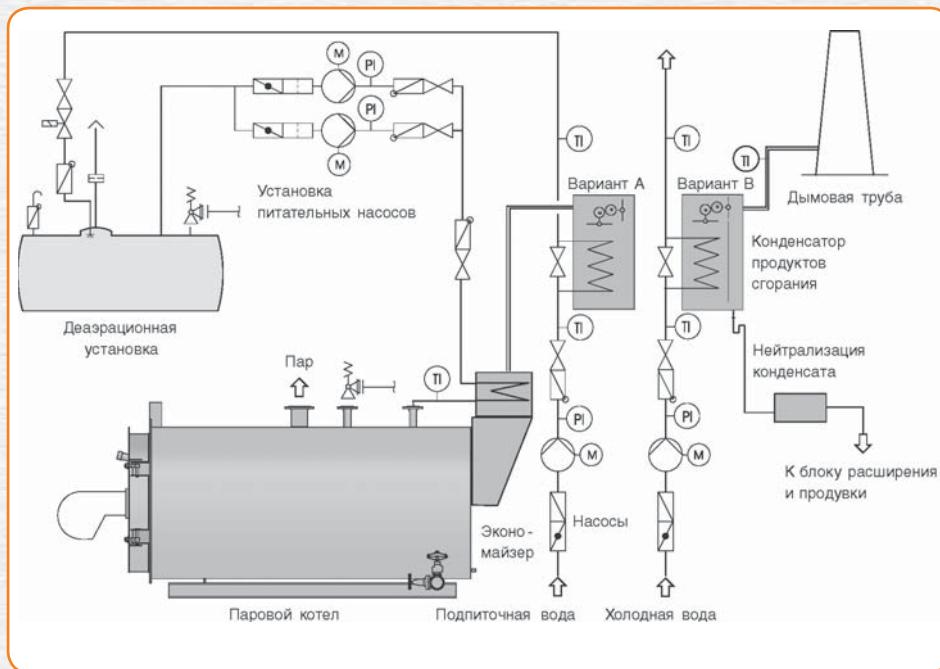


Рис. 9. Блок-схема паровой котельной установки высокого давления с двумя ступенями теплообмена продуктов сгорания (экономайзер / конденсатор продуктов сгорания)

ции продуктов сгорания в существующих локальных нагревательных установках обычно приводят к заключению о том, что необходимое количество тепла в течение большей части отопительного сезона подается в диапазоне низких температур. Во многих случаях применение технологии утилизации теплоты сгорания будет возможным. Поставщики тепла могут повысить свою конкурентоспособность и внести дополнительный вклад в охрану окружающей среды.

Сегодняшний уровень знаний позволяет использовать технологию утилизации теплоты сгорания и для паровых котлов высокого давления. Существует надежная и проверенная технология. Измененные концепции обогрева смогут продвинуть применение технологии полного использования теплоты сгорания в широком спектре промышленных поставщиков пара.

В связи с экономией топлива появляется возможность дополнительных инвестиций как в водогрейные, так и в паровые котельные установки. Низкий уровень выбросов вредных веществ уменьшает негативное влияние на окружающую среду. Сокращение выбросов CO₂ вносит вклад в охрану природы.

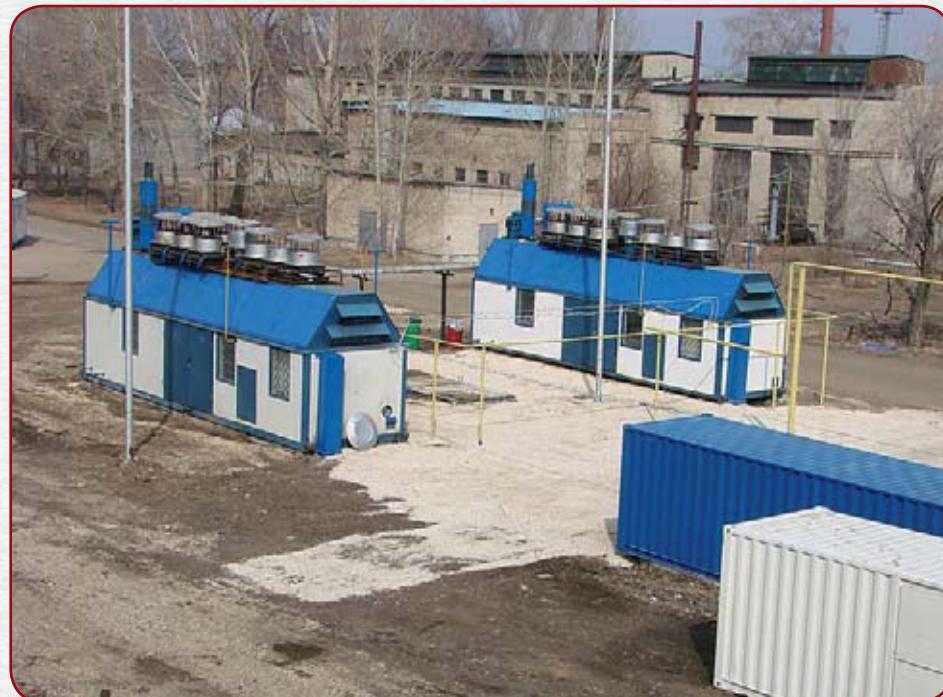
Для справки

Bosch Industrikessel является частью международной группы компаний Bosch. В области термотехники компания способна удовлетворить практически любые требования клиентов, предлагая энергетически эффективные системные решения. До середины 2012 г. системы продавались под торговой маркой LOOS. В настоящее время оборудование поставляется под брендом Bosch. В 2014 г. группа Bosch завершила строительство завода по производству теплотехнического оборудования в г. Энгельсе Саратовской области.

В задачи нового завода Bosch входит выпуск настенных котлов серии GAZ 6000 W, Logamax U072, а также промышленных водогрейных котлов серии UT-L (производство горячей воды с температурой теплоносителя до 110 °C).

Все выпускаемое оборудование проходит 100 %-ный контроль качества, сертифицировано в соответствии с техническими регламентами Таможенного союза и поставляется с полным комплектом сопроводительной документации в соответствии с требованиями законодательства РФ.

ООО «Бош Термотехника»
www.bosch-engels.ru



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 призыва автономных электростанций. В наиболее известных случаях это – дизельные моторы, которые 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 °C), 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, большого 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 капримонта). Таким образом, дизельные когенераторы лучше использовать

в негазифицированных районах. Энергия, получаемая от газодизельных мини-ТЭЦ, также дороже той, что вырабатывают установки на чистом газе.



Машинный зал с ГПУ Waukesha ATGL

Энергоблоки на базе двигателей внутреннего сгорания поставляются в блочно-модульном исполнении для стационарной установки или в транспортабельных 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 калориметрическими измерениями. 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 калориметрических измерения. (При правильной эксплуатации он может быть и более продолжительным). Следует помнить, что ресурс до капитального ремонта определяется 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 автоном-

но или параллельно с централизованной сетью (если такой режим возможен). Для этого следует сравнивать 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.

При расчете числа и единичной мощности установок следует 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 %;
- 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

Циркуляционные насосы *in line* с «сухим» ротором на российском рынке

Циркуляционные насосы с «сухим» ротором характеризуются большей мощностью, чем циркуляционные насосы с «мокрым» ротором и применяются для обеспечения циркуляции теплоносителя в централизованных системах отопления и децентрализованных большой производительности.

Принципиальная особенность конструкции насосов с «сухим» ротором заключается в том, что рабочая камера с рабочим колесом изолирована от двигателя, и перекачиваемая среда не контактирует с ротором. Охлаждение двигателя достигается благодаря работе вентилятора, входящего в конструкцию насоса. Недостатком такого оборудования является шумность, однако это не имеет принципиального значения, потому что такое оборудование устанавливается на тепловых пунктах внешних сетей. Согласно особенностям конструкции различают вертикальные моноблочные и горизонтальные консольные насосы с «сухим» ротором. В большинстве случаев для циркуляции теплоносителя на централизованных теплосетях сегодня применяются вертикальные моноблочные соосные (*in line*) насосные агрегаты. Проигрывая консольным горизонтальным насосам в мощности, вертикальные насосы *in line* обладают рядом преимуществ:

– это серийное оборудование, легко монтируемое в систему благодаря соосности и моноблочности, простое в обслуживании, легко заменяемое;

– наличие только одного торцевого уплотнения (консольные насосы с разъемным корпусом имеют два торцевых уплотнения по обе части рабочего колеса);

– отсутствие в насосной части подшипников (у горизонтальных консольных – 2 подшипника, требующих обслуживания и периодической замены);

– жесткая муфта валов насоса и электродвигателя (в горизонтальных консольных – гибкая муфта с резиновыми элементами, требующая юстировки и периодической замены);

– короткая и жесткая конструкция

вала, обеспечивающая стабильную работу при изменении частоты вращения, что важно при частотном регулировании (длинная нежесткая конструкция «вал насоса – вал электродвигателя» горизонтальных консольных насосов может служить причиной вибрации при изменении частоты вращения).

Вышеуказанные конструктивные преимущества определяют перспективность использования насосов *in line* на централизованных теплосетях, находят они применение и в системах водоснабжения и используются для перекачки воды, а также водогликолевой смеси без абразивных веществ.

Консольные насосы – это мощные насосы, в которых рабочее центробежное колесо связано с двигателем с помощью упругой муфты. Обе части механизма устанавливаются на единой станине, чтобы добиться идеального параллельного расположения. Данный насос может перекачивать как чистую воду, так и слабозагрязненную. Используется в муниципальном водоснабжении, ирригации, промышленном секторе.

Поставщиками циркуляционных насосов с «сухим» ротором на российский рынок являются фирмы Grundfos, DAB, Wilo, Calpeda, Nocci Pump, Pedrolo, Lowara и российские производители.

Отечественными аналогами фланцевых насосов *in line* с «сухим» ротором, выпускаемых зарубежными лидерами насосного производства, являются циркуляционные насосы линейные (ЦНЛ), для которых также используется аббревиатура КМЛ (консольные моноблочные линейные). По своему типу они характеризуются как центробежные консольные вертикальные моноблочные насосы.

Calpeda



Циркуляционные насосы Calpeda серий NR, NR4 – центробежные насосы с одним рабочим колесом с прямым подсоединением «двигатель–насос» и общим валом типа *In line*. Одна из сфер их применения – циркуляция теплоносителя в системах теплоснабжения и кондиционирования. Максимально допустимое конечное давление в корпусе насоса – 10 бар. Температура перекачиваемой жидкости – от -10 до +100 °C. Для насосов NR (2900 об/мин) подача – от 13,2 до 72 м³/ч, напор – от 6 до 39 м в зависимости от насоса. Для насосов NR4 (1450 об/мин) подача – от 8 до 110 м³/ч, напор – от 2 до 13,6 м в зависимости от насоса.

DAB

В линейке компании насосы с «сухим» ротором *in line* представлены сериями: ALM, CM, CME, DKLME, DKLPE.

Насосы серии ALM предназначены для применения в гражданских и промышленных установках систем отопления, кондиционирования и горячего водоснабжения. Они обеспечивают напор до 21 м при перекачивании жидкостей с оптимальным



расходом от 0,6 до 8,4 м³/ч. Диапазон рабочих температур теплоносителя – от -15 до +120 °C. Перекачиваемая жидкость чистая, без твердых включений и минеральных масел, невязкая, химически нейтральная, по характеристикам близкая к воде (максимальное содержание гликоля – 30 %).

Насосы серии СМ также предназначены для применения в гражданских и промышленных установках систем отопления, кондиционирования и горячего водоснабжения. Поставляются в одиночном и сдвоенном исполнении. Корпус насоса и опора двигателя изготовлены из чугуна, рабочее колесо из технополимера или чугуна (в зависимости от модели). Вал двигателя из нержавеющей стали. Рабочий диапазон – от 1,2 до 390 м³/ч, напор – до 23 м.

Насосы СМЕ отличаются от насосов СМ наличием частотного привода HYDRODRIVER, благодаря чему поддерживается постоянный перепад давления между напорным и всасывающим патрубками, автоматически адаптируясь к изменению расхода в системе. Корпус насоса и опора двигателя из чугуна. Для всех моделей от СМЕ 65 до СМЕ 150 рабочее колесо из чугуна, для моделей от СМЕ 40 до СМЕ 50 – из технополимера. Фланцевые соединения корпуса в исполнении PN 16 с резьбовыми отверстиями под манометры (под импульсные трубы дифференциального манометра в данных насосах). Механическое уплотнение – графит/керамика. Рабочий диапазон – от 1,5 до 270 м³/ч, напор – до 21 м. Температура перекачиваемой жидкости –

от -15 до +120 °C. Максимальное рабочее давление – 16 бар.

Насосы KLME, DKLME оборудованы асинхронным 4-полюсным двигателем закрытого типа с внешним воздушным охлаждением. Ротор установлен на подшипники с заложенной смазкой, что гарантирует низкий уровень шума и большой ресурс. Благодаря применению частотного привода HYDRODRIVER, поддерживается постоянный перепад давления между патрубками насоса при изменении расхода воды. В приводе HYDRODRIVER используется встроенный микропроцессор, поддерживающий технологию IGBT, что обеспечивает высокий уровень надежности и гибкости в работе. Процесс широкой модуляции высокочастотных импульсов способствует очень тихой работе двигателя, гарантирует высокий пусковой момент с заданным и откалиброванным производителем увеличением тока. Частотный привод обеспечивает также плавное ускорение и торможение (плавный пуск), исключающие гидроудары в системе. Корпус насоса и опора двигателя из чугуна. Механическое уплотнение – графит/керамика. Насосы поставляются как в одиночном (KLME), так и в сдвоенном (DKLME) вариантах. Рабочий диапазон – от 2 до 67 м³/ч, напор – до 13,7 м. Температура перекачиваемой жидкости – от -15 до +120 °C. Максимальное рабочее давление – 10 бар.

Насосы KLPE, DKLPE также оснащены двигателем с частотным приводом HYDRODRIVER, благодаря которому поддерживается постоянный перепад давления между патрубками насоса при изменении расхода воды. Корпус насоса и опора двигателя из чугуна. Рабочее колесо – из технополимера. Механическое уплотнение – графит/керамика. Насосы поставляются как в одиночном (KLPE), так и в сдвоенном (DKLPE) вариантах. Асинхронный двигатель насосов 2-полюсный. Вал двигателя установлен на шарикоподшипники с заложенной смазкой, что обеспечивает низкий уровень шума и долгий ресурс. Есть встроенная защита от перегрузки.

В сдвоенных версиях насосов DKLME и DKLPE в общий напорный патрубок встроен обратный клапан перекидного

типа для предотвращения рециркуляции воды через неработающий насос. В стандартную поставку входит глухой фланец-заглушка, устанавливается вместо двигателя, демонтируемого для технического обслуживания. Сдвоенная версия обеспечивает переменную работу насосов или одновременную в случае необходимости. Рабочий диапазон – от 2 до 67 м³/ч, напор – до 13,7 м. Температура жидкости – от -15 до +120 °C. Максимальное рабочее давление – 10 бар.

Grundfos



Насосы in line датского концерна Grundfos представлены насосами серий TP и TPE, которые применяются для подачи жидкостей с большим напором. Производителем они характеризуются как одноступенчатые, многорядные, центробежные насосы со стандартными двигателями и торцевыми уплотнениями вала. Насосы имеют короткую муфту – насос и двигатель являются отдельными блоками. Благодаря этому, данные насосы менее чувствительны к загрязнениям перекачиваемой жидкости, чем аналогичные с герметизированным ротором. Насосы обеспечивают напор до 85 м с расходом до 4800 м³/ч и могут работать при температурах теплоносителя в диапазоне от -25 до 140 °C. Максимальное рабочее давление – 16 бар. Модели TP и TPE различаются двигателями. Насосы TPE имеют встроенный преобразователь частоты, позволяющий использовать различные методики управления. Соответственно насосы TPE перспективнее как энергосберегающее оборудование. Большинство типоразмеров насосов могут поставляться как в одинарном (TPD), так и в

сдвоенном (TPED) исполнении. Насосы ТР и ТРЕ собираются в России на подмосковном заводе «ГРУНДФОС Истра».

KSB



Продукцию компании KSB в России представляет ООО «КСБ».

Концерн KSB предлагает широкую производственную линейку насосов с «сухим» ротором типа *in line*. Для систем отопления в гражданском строительстве наиболее востребованы насосы семейства Eta (консольные насосы Etanorm, моноблочные насосы с патрубками в линию серии Etaline, вертикальные моноблочные – Etaline-R, консольные моноблочные – Etablock). В частности, в линейке компании 14 типоразмеров насоса Etaline-R, оснащенного мощным электродвигателем IE2. Центробежный насос *in line* предназначен для использования в сфере кондиционирования и отопления. 14 типоразмеров. Максимальная подача – 1900 м³/ч. Предельный напор насоса – 97 м. Рекомендуемая максимальная рабочая температура – 140 °С. Для промышленного теплоснабжения, например циркуляции высокотемпературного масляного теплоносителя или перегретой воды, компания KSB предлагает высокотехнологичные насосы, такие, как Etaline-SYT, Etanorm-SYT, Etabloc-SYT, HPK, HPK-L.

Lowara

Lowara – известный бренд концерна Xylem. Насосы Lowara серий FC, FCT типа *in-line* с корпусом из чугуна и рабочим колесом из нержавеющей стали AISI 316L используются в гражданских и промышленных системах отопления, водоснабжения и

орошения для перекачки воды и чистых, химически неагрессивных жидкостей. Они характеризуются производительностью до 330 м³/ч и напором до 89 м. Температура перекачиваемой среды – от -20 до +140 °С в зависимости от исполнения насоса. Максимальное рабочее давление – 16 бар. Существует несколько конструктивных исполнений насосов Lowara серий FC, FCT: модификация FCE, FCTE – с удлиненным валом двигателя, где рабочее колесо непосредственно насаживается на вал электродвигателя, FCS, FCTS – со стандартным двигателем, где вал электродвигателя и рабочее колесо соединены через промежуточную жесткую муфту.



Насосы могут поставляться с однофазными двигателями со встроенной тепловой защитой и трехфазными, для которых необходимы пускозащитные устройства.

Wilo

Компания Wilo (Германия) выпускает широкий спектр насосов *in-line* с «сухим» ротором, они представлены в линейке компании сериями: Wilo-CronoLine-IL-IL-E, Wilo-CronoTwin-DL-DL-E, Wilo-Stratos GIGA, Wilo-VeroLine-IP-E, Wilo-VeroLine-IPL, Wilo-VeroLine-IPS, Wilo-VeroTwin-DP-E, Wilo-VeroTwin-DP-L. Насосы этих серий предназначаются для перекачивания воды систем отопления (согласно VDI 2035), водогликолевой смеси и охлаждающей и холодной воды без абразивных веществ в системах отопления, кондиционирования и охлаждения.

Кроме того, компания выпускает насосы Wilo-VeroLine-IPH-W, предназначенные для перекачивания горячей воды без абразивных включений в закрытых

циркуляционных системах промышленного назначения, системах централизованного теплоснабжения, закрытых отопительных системах и др. Для насосов этой серии предусмотрена возможность работы в широком диапазоне температур перекачиваемых сред: от -10 до +210 °С при максимальном давлении 23 бара, без дополнительных быстроизнашивающихся деталей. Номинальный диаметр этих насосов – от DN 20 до DN 80.

Все насосы оснащены серийными двигателями с высоким КПД, начиная с номинальной мощности 0,75 кВт, двигатели класса эффективности IE2.

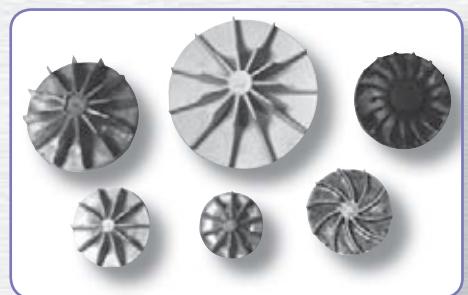
Wilo-CronoLine-IL – циркуляционные насосы с «сухим» ротором с фланцевым соединением. Допустимый диапазон температур – от -20 до +140 °С. Номинальный диаметр – от DN 32 до DN 250. Максимальное рабочее давление – 16 бар (25 бар по запросу). Исполнение IL-E (номинальный диаметр от DN 40 до DN 200) отличается от предыдущей модели электронной регулировкой и автоматической регулировкой мощности, Wilo-CronoTwin-DL – сдвоенный насос *in line* с «сухим» ротором с фланцевым соединением, в исполнении DL-E – электронно-регулируемый с автоматической регулировкой мощности. Номинальный диаметр – от DN 40 до DN 200. Wilo-Stratos GIGA – высокоэффективные *in line* насосы с электронно-коммутируемым мотором и электронной регулировкой мощности в конструкции с «сухим» ротором. Соединение для этих насосов фланцевое. Максимальное рабочее давление – 16 бар при температуре перекачиваемой среды до +120 °С и 13 бар при темпера-



туре перекачиваемой среды от +120 до +140 °C. Wilo-VeroLine-IP-E – электронно-регулируемый насос с «сухим» ротором в исполнении in line с фланцевым соединением и автоматической регулировкой мощности, номинальный диаметр – от DN 32 до DN 80. Максимальное рабочее давление – 10 бар (в специальном исполнении – 16 бар). Насосы Wilo-VeroLine-IPS выпускаются как с фланцевым, так и с резьбовым соединениями. Wilo-VeroTwin-DP-E и Wilo-VeroTwin-DPL – сдвоенные насосы с фланцевым соединением, кроме того, DP-E с электронной регулировкой и автоматической регулировкой мощности. Допустимый диапазон температур перекачиваемой жидкости для этих насосов – от -20 до +120 °C. Номинальный диаметр – от DN 32 до DN 100. Максимальное рабочее давление – 10 бар (специальное исполнение – 16 бар).

Отечественные производители

МНТЦ «Аверт» (г. Москва)



Выпускает насосы ЦНЛ (КМЛ) для применения в системах водоснабжения и теплоснабжения, охлаждения, кондиционирования и др. Подача – от 0,5 до 50 м³/ч. Напор – от 0,2 до 50 м. Температура перекачиваемой жидкости – от -40°C до 150 °C. Соединение фланцевое. Конструкция насосов позволяет в условиях эксплуатации произвести разборку без отсоединения корпуса от фланцев на патрубках. Особенность насосов – рабочие колеса открытого типа. В конструкции применяются трехфазные асинхронные электродвигатели переменного тока с числом оборотов 2900, 1450 об/мин, взрывозащищенные электродвигатели, а также однофазные конденсаторные электродвигатели.

Завод «Курск» (г. Санкт-Петербург)

Предприятие выпускает широкий спектр ЦНЛ. Подача – от 1,0 до 200 м³/ч, напор – от 0,75 до 45 м в зависимости от марки насоса. Температура перекачиваемой жидкости – до 90 °C. Это одноступенчатые центробежные насосы низкого давления, выполненные в виде компактной блочной конструкции для современного технического оснащения зданий и сооружений. ЦНЛ имеет монолитное, открытого типа рабочее колесо. Как одно из преимуществ этого оборудования – малый вес (на 30–50 % меньше зарубежных аналогов), работа насоса малошумная, без вибраций.

ЗАО «Помпа» (г. Фрязино, Московская обл.)

Компания производит насосы КМЛ для применения в различных центральных и индивидуальных тепловых пунктах, котельных, российских системах теплоснабжения. Насосы КМЛ предназначены для перекачивания нейтральных жидкостей промышленно-хозяйственного назначения и питьевой воды. Оборудование используется также в российских системах водоснабжения. Насосы выпускаются в моноблочном исполнении. Рабочее колесо и корпус производятся из качественного чугуна. Торцевое уплотнение – графит/керамика. Оборудование оснащается надежным трехфазным асинхронным электродвигателем. Диапазон температур перекачиваемой жидкости – от 0 до 105 °C. В транспортируемой воде содержание механических примесей не должно превышать показателя 0,1 %. Насос типа КМЛ эффективно перекачивает жидкости с твердыми включениями, размеры и объем которых не больше 0,2 мм. Оборудование может использоваться для транспортировки жидкостей, сходных с водой по вязкости, химической активности и плотности. Напор – от 7 до 50 м; подача – от 5 до 150 м³/ч.

ОДО «Предприятие «Взлет» (г. Омск)

Предприятие выпускает насосы «Иртыш ЦМЛ» (центробежные моноблочные линейные) для подачи холодной и горячей воды без абразивных веществ в системах отопления, установках холодной и охлаж-



ЦНЛ



КМЛ



«Иртыш ЦМЛ»

дающей воды и др. Номинальный диаметр D_y – 40–200, диапазон температур перекачиваемой жидкости – от -10 до +140 °C, рабочее давление максимальное – 16 бар до 120 °C и 13 бар до 140 °C. Материал корпуса насоса – серый чугун, рабочее колесо – серый чугун или синтетический материал. Соединение фланцевое.

Экология и энергосбережение – опыт энергетики Дании

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) занимают все больше места в европейской энергетике. В последнее десятилетие одним из лидеров европейского сообщества по использованию ВИЭ стала Дания. Датский опыт, несомненно, представляет интерес и для России, где, несмотря на значительные запасы углеводородов, использование ВИЭ год от года все более актуализируется.

Дания располагает собственными запасами ископаемых углеводородов в относительно небольшом объеме разведанных месторождений (примерно 45 место в мире по запасам нефти на 2013 г.). Газ в объеме 2 млрд м³ Дания ежегодно закупает у России (доставляется по «Северному потоку»), однако сама ведет добычу нефти и газа в Северном море и является нетто-экспортером углеводородного сырья. При этом все большую долю в производстве электроэнергии в стране занимают такие отрасли, как ветро- и солнечная энергетика, а наряду с централизованным теплоснабжением, которое сегодня совсем не характерно для большинства стран Европы, в Дании наблюдаются тенденции увеличения

использования для теплоснабжения геотермальной энергии и производства тепла от утилизации отходов. Стоит отметить, что энерго- и ресурсосбережение в датской энергетике уверенно «шагают нога в ногу».

Мусор и ветер

Одно из главных направлений применения энергии ВИЭ в Дании – ветроэнергетика. Дания сегодня – безусловный европейский лидер по использованию энергии ветра. Ветряки покрывают сельские просторы полуострова Ютландия, датских островов Оденсе, Зеландия и других более мелких, выстраиваются по окраинам городов и стройными рядами возвышаются в прибрежных водах моря (рис. 1).

Сегодня наиболее широко распространены ветродвигатели двух типов: крыльчатые и карусельные. Встречаются еще барабанные и некоторые другие оригинальные конструкции. Крыльчатые ветродвигатели (традиционной схемы) представляют собой лопастные механизмы с горизонтальной осью вращения (рис. 2). Система устанавливается в самое выгодное положение в потоке ветра с помощью крыла-стабилизатора (наподобие флюгера). На мощных станциях, работающих на сеть, для этого используется электронная система управления. Небольшие крыльчатые ветродвигатели постоянного тока соединяют с электрогенератором напрямую, мощные станции оснащают редуктором. Коэффициент использования энергии ветра у крыльчатых ветродвигателей намного выше, чем у других, недаром они занимают более 90 % рынка.

Карусельные, или роторные, ветродвигатели с вертикальной осью вращения (на вертикальную ось «насажено» колесо, на котором закреплены «приемные поверхности» для ветра) в отличие от крыльчатых могут работать при любом направлении ветра, не изменяя своего положения (рис. 3). Ветродвигатели этой группы тихоходны, поэтому не создают много шума. В них используются много-полюсные электрогенераторы, работающие на малых оборотах, что позволяет применять простые электрические схемы без риска потерпеть аварию при случайном порыве ветра.

По оценкам разных авторов, ветроэнергетический потенциал Земли равен 1200 ТВт, однако использование этого



Рис. 1

вида энергии в различных ее районах неодинаково. В России валовой потенциал ветровой энергии – 80 трлн кВт/ч в год, а на Северном Кавказе – 200 млрд кВт/ч (62 млн т условного топлива). Ветровые электростанции выгодны, как правило, в регионах, где среднегодовая скорость ветра составляет 6 м/с и выше.

Ветроэнергетическая установка, расположенная на площадке, где среднегодовая удельная мощность воздушного потока составляет около 500 Вт/м² (скорость воздушного потока при этом равна 7 м/с), может преобразовать в электроэнергию около 175 из этих 500 Вт/м².

Малые ветроэнергетические установки (мощностью до 100 кВт) находят широкое применение для автономного питания потребителей, и сферы их использования во многом совпадают с областями применения фотопреобразователей. Особенно эффективно использование малых установок для водоснабжения (подъем воды из колодцев и скважин, ирригация). Автономные малые ветроустановки могут комплектоваться аккумуляторами электрической энергии и/или работать совместно с дизель-генераторами. В ряде случаев используются комбинированные ветросолнечные установки, позволяющие обеспечивать более равномерную выработку электроэнергии с учетом того обстоятельства, что при солнечной погоде ветер слабеет, а при пасмурной – наоборот, усиливается.

Крупные ветроэнергетические установки (мощностью более 100 кВт), как правило, сетевые, т. е. предназначены для работы на электрическую сеть.

Работа ветроагрегата в значительной степени зависит от погоды. Скорость ветра бывает настолько низкой, что он совсем не может работать, или настолько высокой, что его необходимо остановить и принять меры по защите от разрушения. Если скорость ветра превышает номинальную рабочую скорость, часть извлекаемой механической энергии ветра не используется, с тем чтобы не превышать номинальной электрической мощности генератора. Для эффективной работы установки размещают на открытых пространствах, порой на

территориях сельскохозяйственных угодий. Кроме того, на ветрофермах их располагают в строгом порядке, так как хаотичное расположение не дает необходимого эффекта.

Наиболее перспективными местами для производства энергии из ветра считаются прибрежные зоны. В море, на расстоянии 2–12 км от берега (а иногда ближе или дальше), строятся оффшорные фермы. Башни ветрогенераторов устанавливают на фундаменты из свай, забитых на глубину до 30 м. Также могут использоваться и другие типы подводных фундаментов и даже плавающие основания.

Один из недостатков ветроэнергетических установок – относительно высокая шумность их работы (рис. 4), поэтому даже одиночные установки рекомендуют размещать не ближе 300 м от жилья. Это, конечно, не касается небольших бытовых установок, часто карусельного типа, которые можно размещать даже на крышах зданий.

К 2015 г. программой развития энергетики Дании запланировано вырабатывать 50 % всего потребляемого страной электричества за счет энергии ветра, при том что уже сегодня эта доля составляет 20 %.

В ближайшей перспективе энергоснабжение Копенгагена, столицы Дании,

будет сочетать ветроэнергетику с выработкой энергии при сжигании мусорных отходов (рис. 5). Сегодня в городе по уникальному проекту ведется строительство мусоросжигательного завода, который планируется запустить в 2016 г. Вырабатываемая при сжигании мусора тепловая энергия будет использоваться на отопление Копенгагена. Крыша же здания завода будет эксплуатироваться как спортивный объект – горка для спуска на горных лыжах. Ну и наконец, чтобы соблюсти эстетику во всем, дым из трубы мусоросжигательного завода будет выпускаться в виде аккуратных колец.

Самый «зеленый» отель

Гордостью Копенгагена и одновременно успешным демонстрационным объектом, показывающим возможности современных «зеленых» технологий в городском строительстве, является отель Crowne Plaza Copenhagen Towers. Его комплекс – две 25-этажные башни – был возведен в 2009 г., а уже в 2010 г. отель был удостоен звания «Самый экологичный отель в мире» (The world's greenest hotel), присужденного организацией The International Skal EcoTourism Award.

Сегодня Crowne Plaza – член Глобального договора ООН, имеет сертификацию Green Key –



эко-маркировку Европейского союза зеленого строительства.

Благодаря применению в строительстве инженерных систем здания технологий, использующих во многом энергию ВИЭ, удалось снизить расход ресурсов и уровень выбросов CO₂ при энергоснабжении отеля на 50 % по сравнению с аналогичными зданиями. До 15 % потребности в электроэнергии отеля покрывает электричество, вырабатываемое фотоэлектрическими панелями, которыми отделаны три фасада Crowne Plaza – южный, западный и восточный. За год фотовольтаика отеля вырабатывает более 200 тыс. кВт электроэнергии, перерабатывая энергию солнечного излучения.

Еще одним ВИЭ для энергоснабжения отеля является тепло подземных вод. Точнее, для достижения максимальной экономии ресурсов была создана система аккумулирования тепловой энергии в водоносных пластах (ATES), размещенная на цокольном этаже здания. В систему входят три тепловых насоса компании GEO (рис. 6), пластинчатые теплообменники (рис. 7), насосное оборудование, главная и вспомогательная градирни.

Под зданием пробурены артезианские скважины, которые позволяют в летнее время года использовать воду для кондиционирования в целях охлаж-

дения воздуха номеров, конференц-залов и других помещений. В жаркие месяцы грунтовая вода температурой 8 °C из холодной скважины перекачивается через теплообменник системы жидкостного кондиционирования воздуха здания. Хладагент системы кондиционирования является аммиак. При этом вода нагревается до 16 °C и возвращается в теплую скважину. Никакого дополнительного активного охлаждения не требуется, так как система имеет довольно высокий КПД – 41%.

Естественное охлаждение покрывает до 60 % общей потребности башен Crowne Plaza в кондиционировании. Во время пиковых нагрузок одновременно включаются два теплообменника. Отводимое от них тепло аккумулируется в скважине подземного водного природного резервуара с теплой водой. Он связан с резервуаром, из которого забирается вода на охлаждение только трубопроводом системы кондиционирования, аккумулированное в нем тепло повторно используется в зимний период, но уже для нужд отопления. В этом случае тепло утилизируется с помощью теплонасосов.

Отводимая в процессе отопления жидкость возвращается в холодную скважину температурой 8 °C. Для поддержания высокого КПД теплового насоса температура в подающем трубопроводе должна быть 60 °C, а в обратном – 30 °C.

Избежать перебоев во время пиковых нагрузок или при замерзании теплой скважины позволяет резервный источник нагрева – система централизованного теплоснабжения.

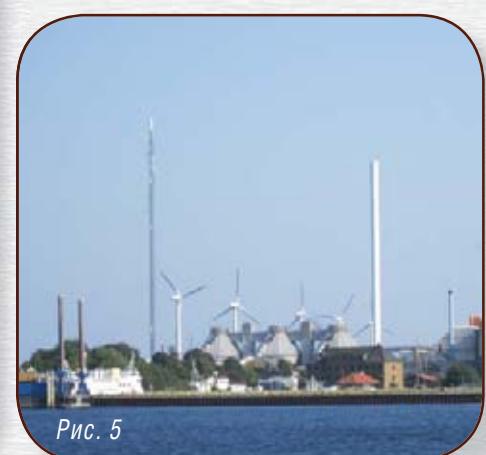
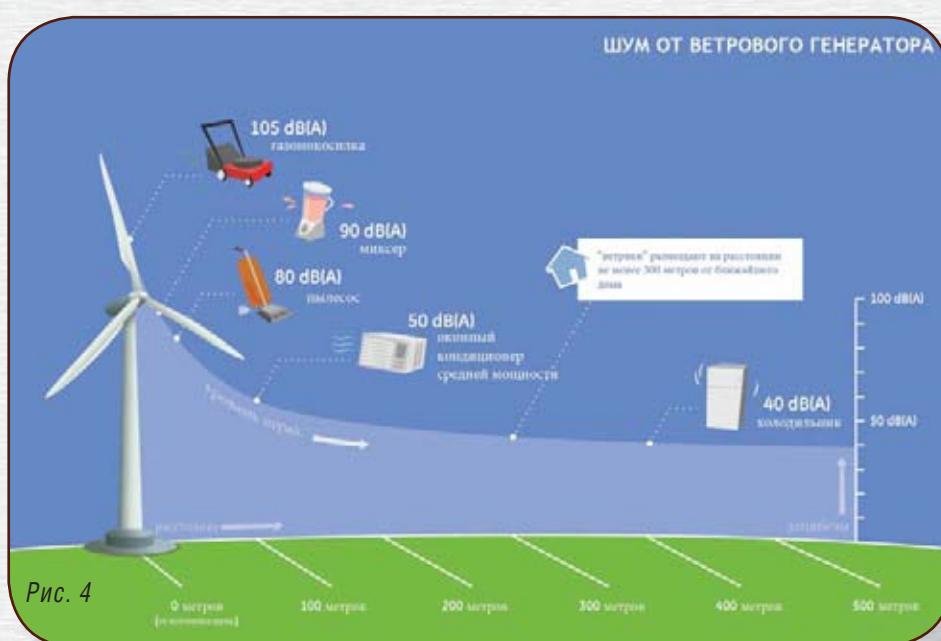
В течение полного цикла охлаждения или отопления система ATES поддерживает равновесие. При наличии избыточного тепла в теплой скважине в конце отопительного сезона оно удаляется с помощью градирни.

Дополнительно в здании устроена система вентиляции с изменяемым объемом потока (VAV). В сочетании с ATES она позволяет создать индивидуальный, наиболее комфортный для каждого постояльца микроклимат в номерах, лобби и конференц-залах.

Холодильная мощность установленной системы аккумулирования – 4,1 МВт, тепловая – 2,4 МВт. Благодаря ATES и VAV, общий годовой объем энергопотребления Crowne Plaza на отопление, кондиционирование воздуха, бытовое горячее водоснабжение и вентиляцию составляет 51 кВт на 1 м². Таким образом, система аккумулирования тепловой энергии окупится за 6–7 лет.

Система аккумулирования тепловой энергии в подземных водоносных пластах находится на цокольном этаже отеля. Перед созданием ATES были протестированы нижние слои грунта, состоящие из пористой известки. Проведенные исследования показали, что использование подземных вод для инженерных систем гостиницы не окажет никакого влияния на гео- и экосистемы нижних слоев.

Насосное оборудование системы ATES работает все сезоны, как на кон-



диционирование, так и на отопление, качая воду из скважины и распределяя теплоноситель инженерных систем между терминалами в номерах и другими обслуживаемыми этими системами помещениями отеля. Поэтому в целях обеспечения надежности и энергосбережения в системах кондиционирования и отопления использованы насосы датской компании Grundfos, оснащенные энергоэффективными двигателями класса энергоэффективности IE3 с частотным регулированием. Наличие частотного регулирования (встроенного или внешнего) позволяет обеспечить максимальный КПД оборудования в любой точке рабочей характеристики, что существенно сберегает электроэнергию. Всего работу ATES обеспечивают 12 насосов GRUNDFOS: 3 консольных насоса серии NB с внешними преобразователями частоты в системе жидкостного отопления здания; 3 консольных насоса NB с внешними преобразователями частоты в системе жидкостного охлаждения здания; 2 консольных насоса NBE со встроенными преобразователями частоты для контуров конденсаторов теплообменников (рис. 8); 2 консольных насоса NBE со встроенными преобразователями частоты для контуров испарителей теплообменников; 2 inline насоса TPE со встроенными преобразователями частоты (рис. 9) для контуров основной и вспомогательной градирен.

Свой вклад в энергообеспечение Crowne Plaza Copenhagen Towers могут внести и его постояльцы – в фитнес-центре отеля установлены два велотренажера-генератора, подключенные к источнику электропитания здания. Экологию же можно сохранить, взяв в аренду электромобиль или электровелосипед, стоянка которых находится в том же цокольном этаже отеля.

Заграница нам поможет

В РФ в настоящее время доля ВИЭ в совокупной выработке электроэнергии не превышает 1 %, однако в планах к 2020 г. увеличить ее до 2,5 %. По оценкам специалистов, экономический потенциал развития ВИЭ (с учетом мер господдержки) составляет более 25 ГВт. При этом, по последним данным

ОАО «Русгидро», потенциальные ресурсы ветровой энергии на всей территории России составляют 10,7 ГВт. Наша страна обладает мощным ветроэнергетическим потенциалом, оцениваемым в 40 млрд кВт/ч электроэнергии в год. В то же время, по прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), солнечная энергетика к 2050 г. может стать основным источником электричества благодаря сокращению расходов на оборудование.

На системы солнечных панелей и гелиотермоэлектрических электростанций к тому времени будет приходить, соответственно, 16 и 11 % общего объема вырабатываемой в мире электроэнергии.

В мае 2013 г. в г. Нариманове Астраханской области запущена в эксплуатацию солнечная станция на базе 2200 солнечных коллекторов Buderus Logasol CKN 1.0-s общей мощностью 2,5 МВт. Эта станция, созданная в результате сотрудничества с немецким концерном Bosch (Германия), обеспечивает в комплексе с котельной (30 МВт) теплоснабжение города с 12-тысячным населением, значительно снижая потребление углеводородного топлива, экономя денежные ресурсы и снижая выбросы CO и NO_x с мая по сентябрь до нуля.

Не меньшие перспективы в плане использования энергии ВИЭ открывает сотрудничество с датскими компаниями. Белгородская область стала первым регионом России, с которым представители Дании будут сотрудничать в сфере энергосбережения и рационального использования природных ресурсов. Так, 3 октября 2014 г. вопросы международного взаимодействия в сфере энергетики обсуждались на круглом столе по вопросам финансирования проектов в области энергосбережения, участниками которого стали представители экспортного-кредитного агентства Дании в России, а также специалисты датских компаний «Грундфос» и «Данфосс». Делегации из Дании были представлены два энергосервисных проекта, которые реализуются в Белгородской области. Речь шла о перспективах реализации инвестиционных проектов и развитии энергосервисных контрактов в бюджетной сфере и ЖКХ.



Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9



Об энергетической эффективности термических деаэраторов воды

В. Галустов, д. т. н.

Термическая деаэрация воды – основное и самое распространенное средство защиты от кислородной и углекислотной коррозии котлов, сетей тепло- и горячего водоснабжения, теплообменного оборудования и т.д. Учитывая, что КПД современных котлов близок к теоретически предельным значениям, снижение затрат на вспомогательные процессы и, прежде всего, деаэрацию воды, становится основным резервом повышения эффективности теплоэнергетических производств.

О деаэраторах

По давлению в колонке и соответственно температуре насыщения различают три типа деаэраторов: атмосферные, вакуумные и повышенного давления. Применение последних ограничено схемами регенерации паровых турбин, поэтому из предлагаемой ниже оценки они исключены.

Вакуумные деаэраторы, хотя и работают при пониженном давлении, при более низких температурах насыщения приводят к более высоким удельным энергетическим затратам на производство пара

или горячей воды. Это обусловлено тем, что создание и поддержание вакуума влечут за собой безвозвратные потери либо пара на пароструйных эжекторах, либо электроэнергии на привод насосов водоструйных эжекторов, притом что параметры среды за котлом строго заданы. То есть вакуумная деаэрация по энергетической эффективности, безусловно, уступает атмосферной.

Все атмосферные деаэраторы, предлагаемые в настоящее время на рынке, можно разделить на три группы: класси-

ческие пленочные и барботажные (ДА, ДСА), прямоточные распылительные (ДАПР) и относящиеся к струйной технике («Кварт», «Фисоник», «Авакс» и пр., которые обозначим как СД). Их принципиальное отличие в том, что последние работают только в режиме перегретой воды (подача теплоносителя в деаэратор не предусматривается, поэтому вода перед подачей в него должна быть нагрета выше температуры насыщения). В ДА, ДСА и ДАПРы подается греющий пар, который и доводит воду до температуры

Таблица. Удельный расход греющего пара $g_{\text{п}}$ в деаэрационной установке в зависимости от начальной температуры химически очищенной воды $t_{\text{н}}$ и типа деаэратора

$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$		5	10	20	40	50	60	70	80	90	100
$g_{\text{п}}, \text{кг/т}$	ДАПР	146	132	123	89	77	62	46	31	15	0
	ДА	152	144	129	95	85	68	52	37	22	6
	СД	171	163	147	132	116	101	85	70	38	19

насыщения. Однако перед ДА и ДСА во избежание гидравлических ударов вода подогревается до 70–80 °C. В ДАПРах возникновение гидравлических ударов исключается в принципе, поэтому вода в них может подаваться любой температуры.

Как ДА и ДСА, так и ДАПРы также могут работать в режиме перегретой воды, что актуально при дефиците или отсутствии греющего пара, например, в водогрейных котельных с температурой котловой воды выше 110 °C.

Второе отличие: в классических и струйных деаэраторах выпар (избыток по отношению к балансовому пару, необходимый для принятия и транспортирования за пределы колонки выделившихся газов) после колонки либо просто выбрасывается в атмосферу, либо проходит через поверхностный теплообменник и утилизируется, но в тепловом балансе деаэратора не участвует. В ДАПРах есть внутренний (встроенный) охладитель выпара, в котором теплота и конденсат выпара утилизируются частью деаэрируемой воды и остаются в деаэрационной установке.

Третье отличие в том, что давление в деаэраторах, требующих внешнего охладителя выпара, заметно выше атмосферного (2–4 м вод. ст.), что обусловлено необходимостью преодоления гидравлического сопротивления охладителя выпара (обычно кожухотрубного теплообменника).

Сравнительная оценка атмосферных деаэраторов

Очевидно, что атмосферный деаэратор тем совершенней, чем меньше температура деаэрированной воды в нем превышает 100 °C, т.е. чем давление в нем ближе

к фактическому атмосферному. Совершенство деаэратора в полной мере характеризует (при прочих равных условиях) удельный расход греющего пара (1 кг пара на 1 т деаэрированной воды).

В общем случае расход греющего пара зависит от его теплосодержания, параметров деаэрируемой воды (начальной температуры и температуры насыщения либо температуры максимально необходимого нагрева) и принятого удельного расхода выпара. Итак, для классических деаэраторов и прямоточных распылительных:

$g_{\text{п}} = g_{\text{н}} + q$,
где $g_{\text{п}}$ – удельный расход пара на деаэрацию воды, кг/т; $g_{\text{н}}$ – удельный расход пара, необходимый для нагревания воды от начальной температуры до температуры насыщения, кг/т; q – удельный расход выпара, кг/т.

Для удобства сопоставления примем температуру насыщения $t_{\text{н}}$ для ДАПРов 100 °C, а для ДА и ДСА – 104 °C. Учтем, что перед струйными деаэраторами вода подогревается до 106–108 °C.

Так как теплосодержание h греющего пара, применяемого при атмосферной деаэрации воды мало изменяется с изменением температуры (например, при температуре 100 °C и давлении 0,1 МПа теплосодержание равно 2676 кДж/кг, а при температуре 200 °C и давлении 1,6 МПа теплосодержание равно 2791 кДж/кг) и отклонение от среднего значения составляет 2,2 %, т.е. находится в пределах погрешности измерений, то в расчетах примем теплосодержание $h = 2730$ кДж/кг. Удельный расход выпара в расчетах принят равным 10 кг/т. Результаты расчетов приведены в таблице.

Заключение

1. Как можно видеть, деаэраторы струйного типа, хотя и не требуют подачи греющего пара непосредственно в деаэрационную установку, характеризуются максимальным удельным расходом пара на деаэрацию воды.

Лучшие показатели в этом отношении у прямоточных распылительных деаэраторов. Классические деаэраторы занимают промежуточное положение.

2. Расхождение по рассматриваемому показателю с ростом температуры исходной воды увеличивается. При этом следует иметь в виду, что подогрев воды при непосредственном контакте воды и пара более эффективен и экономичен, чем через стенку в поверхностном теплообменнике. Таким образом, в тех случаях, когда нет дефицита пара, а принцип работы колонки это допускает, предварительный подогрев воды перед подачей в колонку целесообразно исключить.

Дополнительно обращаем внимание на то, что если достижение уровня деаэрации требует барботажа пара в деаэраторном баке (т.е. переноса на бак функций второй ступени деаэрации с неизбежным преждевременным коррозионным износом бака), это свидетельствует о недостаточной эффективности выбранной деаэрационной колонки.

Оборудование на рисунках:

- ДАПР-50 (30/20) с двумя секциями, совмещенными в общем объеме (рис. 1)
- ДАПР-150 (75×2) с двумя автономными секциями (рис. 2)



Рис. 2



Стремление экономить материалы и топливо побуждают конструкторов энергетического оборудования к интенсификации его использования и увеличению мощности тепловых потоков на единицу площади теплообменных поверхностей. В свою очередь повышаются требования к качеству питательной воды промышленных и энергетических потребителей.

Обзор «некимических» методов обработки воды

Я. Резник

Приименение «некимических» методов обработки воды в энергетике расширяется благодаря технологическим и экономическим преимуществам: их внедрение позволяет значительно сократить количество используемых реагентов (кислот, щелочей, хлорида натрия) и тем самым избавиться от проблем утилизации сточных вод с высоким содержанием химических веществ. Активно развиваются такие технологии водоподготовки, как магнитная, электромагнитная (радиочастотная), акустическая (ультразвуковая), мембранные. Также к этим методам условно отнесены электрохимический (электродиализный) метод и обработка воды комплексообразователями (комплексонами).

Магнитная обработка воды

Магнитные аппараты устанавливают для предотвращения (или уменьшения) осаждения накипеобразующих веществ на теплообменной поверхности. Наиболее часто встречающаяся накипь образуется карбонатом кальция.

Температура осаждения карбоната кальция из природной воды – 40–130 °С. Следует помнить о том, что температура нагретой воды в топогенераторе или теплоиспользующем аппарате всегда ниже температуры стенки нагреваемой поверхности. Принято считать, что температура стенки трубы в топке водогрейного котла выше температуры нагретой воды на 30–40 °С, а в теплообменнике (бойлере) – на 15–20 °С. Но, конечно, эта разница температур уменьшается с

уменьшением габаритов и теплопроизводительности котлов.

Эти и другие соображения обусловили следующие требования к технологии и аппаратам магнитной обработки воды (СНиП II-35-76**** «Котельные установки», СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» (ранее СНиП 2.04.07-86*), СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов» (ранее «Руководство по проектированию тепловых пунктов». – М., Стройиздат, 1983);

– для чугунных и других паровых котлов с температурой нагрева воды до 110 °С допускается карбонатная жесткость исходной воды не более 7 ммоль/л (т. е. практически до наибольшего значения карбонатной жесткости природной воды, определяемого в лаборатории), содержа-

ние железа (Fe) – не более 0,3 мг/л. При этом обязательна установка шламоотделителя на продувочном трубопроводе парового котла;

– для водогрейных котлов с температурой нагрева воды до 95 °С в закрытой системе теплоснабжения допускается карбонатная жесткость исходной воды не более 7 ммол/л, содержание железа (Fe) – не более 0,3 мг/л. При этом исходную воду можно не деаэрировать, если в ней содержание растворенного кислорода не более 3 мг/л и/или сумма значений хлоридов (Cl^-) и сульфатов (SO_4^{2-}) не более 50 мг/л. Часть циркулирующей воды (не менее 10 %) должна проходить через дополнительный магнитный аппарат для предотвращения «затухания» магнитного воздействия.

Для системы горячего водоснабжения с температурой нагрева воды до 70 °С должны выполняться все указанные выше условия (ограничения по жесткости воды, содержанию железа, деаэрация или другая противокоррозионная обработка воды), но, кроме того, нужно обеспечить напряженность магнитного поля не более $159 \cdot 10^3$ А/м (2000 Э). Другие условия для этой системы указаны в СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» и в СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».

Отсутствие общепризнанной теории магнитной обработки воды и, следовательно, отсутствие методики расчета параметров, разрушенная система нормативной базы (перевод нормативов в разряд рекомендуемых и добровольно принимаемых), существование десятков (!) производителей – все это склоняет пользователей к случайному выбору аппаратов и приводит к положению,

при котором в одинаковых, казалось бы, условиях эффект магнитной обработки воды различается.

У «классических» физиков вызывает недоумение и неприятие притязания инженеров объяснить эффективность магнитной обработки воды действием магнита на внутриатомные силы. Конечно, для внутриатомных сил магнитный импульс применяемых аппаратов – то же самое, что пушечный выстрел в океан в надежде его «взволновать».

Можно предположить, что противоречие разрешается простым напоминанием: обработке воды подвергается не H_2O , а природная вода – сре́ды очень и очень разные.

Кроме того, недоверие вызывает существование, так называемой, «памяти воды», т. е. сохраняющейся в течение довольно длительного времени (по разным оценкам, 12–190 ч) после «омагничивания» способности воды предотвращать или хотя бы замедлять накипеобразование.

Из известных гипотез магнитной обработки воды представляется наиболее обоснованной гипотеза, выдвинутая сотрудниками кафедры водоподготовки МЭИ (Технический университет) и развитая далее в Институте проблем нефти и газа РАН.

Основное положение гипотезы: магнитная обработка воды может быть эффективной только при наличии в воде ферромагнитных частиц (хотя бы в количестве более 0,1–0,2 мг/л). Вода должна быть пересыщена по ионам кальция и карбоната. Магнитный поток способствует дроблению агрегатов ферромагнитных частиц на фрагменты и отдельные частицы, «освобождению» их от водной оболочки, образованию газовых микропузьрьков.

Ферромагнитные микрочастицы в многократно увеличенном количестве создают центры кристаллизации, и накипеобразующие элементы меньше осаждаются на теплонапряженной поверхности и больше – внутри водного потока. Газовые микропузьрьки действуют как флоатагенты.

Конструкции магнитных аппаратов разнообразны.

Лучшая эффективность – у аппаратов, полюсы которых выполнены не из углеродистой стали, а из редкоземельных металлов, сохраняющих «магнитную силу» до температуры воды 200 °С и имеющих длительный эксплуатационный ресурс (за 10 лет магнитные свойства ослабевают лишь на 0,2–3,0 %).

Магнитное поле должно быть переменным. Поэтому магнитные аппараты состоят из четырех и более магнитов – так, чтобы положительные и отрицательные полюсы чередовались.

Магниты могут располагаться как внутри, так и снаружи трубы. При внутреннем расположении полюсов происходит накапливание частиц железа на полюсах (что вызывает необходимость разборки аппарата для очистки). При наружном расположении магнитов нужно учитывать зависимость магнитной проницаемости материала трубы.

При большом количестве железа в исходной воде (5–10 мг/л) и небольшом расходе воды, когда экономически нецелесообразно организовывать специальное обезжелезивание воды, можно предусматривать перед магнитным аппаратом намагниченную фильтр-сетку: будут задерживаться и ферромагнитные, и другие взвешенные частицы.

С учетом положений описанной выше «ферромагнитной» гипотезы «омагничивания» воды требуется в каждом случае внимательно рассматривать условия установки аппаратов. Требуется также критически относиться к приведенному выше нормативу по железу: не более 0,3 мг/л. Нужно установить нижний предел содержания железа в исходной воде и, может быть, повысить верхний предел.

Во время магнитной обработки образуется углекислота. Получающийся углекислый газ в системе горячего водоснабжения и в промышленных оборотных системах выводится через водопроводную арматуру и градирни. В закрытой системе с большим расходом воды необходимо устанавливать дегазаторы.

Получающиеся хлопья необходимо выводить из системы – через шламоотделители. При этом нужно учитывать, что центробежный циркуляционный насос



должен устанавливаться после магнитного аппарата, чтобы хлопья не разрушались.

Электромагнитная (радиочастотная) обработка воды

Физические методы обработки воды сравнительно недавно пополнились радиочастотным методом. По эффекту действия этот метод подобен магнитному, поэтому все условия и ограничения применения, изложенные выше для магнитного метода, действительны и здесь.

Достоинством электромагнитной обработки является легкий монтаж: электрокабель просто наматывается на трубу (как правило, не менее шести витков). При подаче электротока в кабель образующиеся электромагнитные волны в природной воде изменяют структуру находящихся там веществ (прежде всего, как описано выше, ферромагнитных частиц). В результате накипеобразующие примеси кальция (в основном – карбонаты) меньше осаждаются на теплоизолированной поверхности.

Удобство такого способа обработки воды – возможность изменения воздействия на воду путем изменения подачи электроэнергии (мощности и силы тока).

Радиочастоты – один из классов электромагнитных волн – разделены в зависимости от частоты и длины волны на 12 диапазонов. Диапазон частот, используемых при описываемой обработке воды, – 1–10 кГц, т. е. часть диапазонов инфразвуковых частот (0,3–3 кГц) и очень низких частот (3–30 кГц).

Как и магнитная обработка воды (на постоянных магнитах), электромагнитная применима только для воды сравнительно низких температур нагрева – не более 110–120 °С и там, где нет пристенного кипения воды. Следовательно, такая обработка не может применяться для паровых котлов, где температура нагрева воды более 110 °С. Возможно, потому, что мощность тепловых потоков через нагреваемые поверхности паровых и больших водогрейных котлов несопоставимо велика по сравнению с мощностью электромагнитного сигнала, препятствующего накипеобразованию.

Показательны во много раз различающиеся оценки тепловых нагруз-

зок поверхностей нагрева, при которых эффективна электромагнитная обработка воды. Разные фирмы указывают для своих аппаратов допустимые значения мощности тепловых потоков: от 25–50 до 175 кВт/м². Но большинство фирм вообще не указывают это значение.

Физико-химические процессы радиочастотной обработки воды пока исследованы недостаточно, а добывшие в исследованиях факты не получили удовлетворительной интерпретации. Как бы там ни было, претензии изготовителей аппаратов к возможности применения этого метода в широком диапазоне значений жесткости, минерализации и температуры воды, для разных котлов и теплообменников – не обоснованы.

Акустическая (ультразвуковая) обработка воды

Выше указывалось, что из-за отсутствия общепризнанных обоснованных расчетных методик выбора параметров магнитных и электромагнитных аппаратов воспроизводимость результатов обработки воды плохая. В этом отношении ультразвуковая обработка воды имеет преимущество: результаты всегда однозначные и воспроизводимые.

Ультразвуковая технология предотвращения образования отложений на теплообменной поверхности оборудования основана на ультразвуковом возбуждении механических колебаний в толще водного потока и/или в теплообменных стенках оборудования.

Частота ультразвуковых колебаний рекомендуется в диапазоне 20–25 кГц. Современные противонакипные акустические аппараты (АПУ) генерируют ультразвук с частотой 22 кГц.

Пределы применения этой технологии, сообщаемые разными фирмами-изготовителями, очень различаются:

- жесткость исходной воды (преимущественно – карбонатной) – до 5–8 и более ммоль/л (верхний предел не найден);
- температура нагреваемой воды – до 80–190 °С (теплообменники и паровые котлы низкого давления – до 1,3 МПа).

Другие параметры работы, условия применения акустических аппаратов – см. «Промышленные и отопительные



котельные и мини-ТЭЦ», 2009, № 1.

Известны сотни объектов, где успешно действуют ультразвуковые противонакипные аппараты. Но сложность определения места установки аппаратов на оборудование требует руководства работами специалистов фирмы-производителя.

Электрохимические методы обработки воды

Есть несколько электрохимических методов и конструкций, позволяющих предотвращать образование отложений в оборудовании (в том числе, накипь в турбогенераторах и теплообменниках), улучшать, интенсифицировать процессы флотации, коагуляции, седиментации и др.

Конструкции разные, но суть заключается в том, что под влиянием электрического поля в воде инициируются процессы электролиза: соли жесткости, соединения железа, других металлов осаждаются на катодах, а на анодах образуются углекислый газ и углекислота. Образующиеся ионы также разрушающие действуют на бактерии и другие биологические примеси воды.

Расход электроэнергии зависит прежде всего от минерализации исходной воды и расстояния между электродами.



Пределы применения предварительно рассчитать трудно: сообщаются самые разные значения температуры воды – до 70 °С и до температур питательной воды паровых котлов.

Подробно технология электрохимической обработки воды разных производителей описана: «Аква-Терм», 2003, № 2 и «Аква-Magazine», 2008, № 3.

Разработана и уже применяется электроплазменная технология очистки воды, но ее применение требует еще дополнительных исследований в реальных условиях объектов.

Другие методы обработки

Многочисленными исследованиями и уже большим опытом работы теплообменного оборудования установлено, что введение в воду некоторых веществ-комплексообразователей дает возможность предотвращать накипеобразование.

Принципиально важно отметить, что количество вводимых комплексонов несравненно меньше стехиометрического количества. Это обстоятельство позволяет нам характеризовать такой метод в качестве «не совсем химического» – здесь нет обмена электронами между атомами, как в «классической» химической реакции.

И, напротив, увеличение дозы комплексона больше рекомендуемых значений не всегда приводит к желаемым

результатам, к тому же увеличиваются стоимость обработки воды и в ряде случаев значения концентраций этих веществ в сточных водах.

В этой технологии гарантированный успех достижим только при обязательном учете тепловых и гидродинамических условий работы оборудования. Необходим комплекс исследований на каждом объекте и непременный надзор квалифицированных специалистов за эксплуатацией оборудования.

Сообщения, публикации о реагентах и технологии, пределах применения этого способа обработки воды столь многочисленны, что описание его находится вне пределов данной статьи. Особенности этого способа необходимо осветить в отдельной статье.

Последнее замечание, безусловно, должно быть отнесено и к мембранным методам.

Все рассмотренные технологии водоподготовки, несмотря на различие в принципах и особенностях, обладают общими признаками: их энергетические мощности невелики.

А мощности тепловых потоков очень сильно различаются. Может оказаться, что действие магнитных, электромагнитных, ультразвуковых импульсов, комплексонов будет недостаточно, и накипеобразующие вещества будут «успевать» осаждаться на теплообменной поверхности.

Также весьма различны скорости движения водных потоков.

Участившиеся в последние годы сообщения об авариях жаротрубных котлов – подтверждение, в частности, прямой зависимости накипеобразования от скорости водных и мощности тепловых потоков.

Современные жаротрубные котлы, в отличие от котлов производства 30–40-х гг. прошлого века, обладают хорошими показателями соотношения теплопроизводительности и габаритов, но сохранили конструктивные недостатки жаротрубных котлов: малые скорости потоков воды и наличие застойных зон.

И, наоборот, в гидронных котлах, где в медных трубах с малой шероховатостью скорость воды повышенная, накипь не образуется при прочих равных условиях: содержание ионов жесткости, температура воды и др. В этом отношении выгодно отличаются и новые конструкции водогрейных котлов «Смоленск» Дорогобужского котельного завода.

Выводы

1. Успешное и эффективное использование описанных выше технологий может быть гарантировано только тогда, когда будут исследованы и обоснованно установлены предельные условия их применения.

2. Обязательно должны быть установлены пределы:

- температуры поверхностей нагрева, в том числе повышенные местные температуры – с учетом перегрева;

- мощностей тепловых потоков на единицу площади нагретой поверхности;

- наименьшей скорости водного потока в трубах и емкостях оборудования;

- содержания в исходной воде кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}), железа (Fe), гидрокарбонатов (HCO_3^-), сульфатов (SO_4^{2-}), минерализации, «органики», других возможных накипеобразователей, коррозионных агентов, ингибиторов накипеобразования (некоторая часть «органики»);

- наличие или отсутствие застойных зон.

I.VAR Industry – КОТЛЫ НАИВЫСШЕГО КАЧЕСТВА



Компания «ИВАР промышленные системы», официальный представитель итальянского производителя промышленных котлов I.VAR Industry S.r.l. на территории России, предлагает полную линейку котлов этой марки, а также вспомогательное оборудование, необходимое для создания котельных. Продукция I.VAR привлекает заказчиков как высоким качеством, так и возможностью получить энергоэффективное оборудование, оптимальное по стоимости.

Производство жаротрубных водогрейных и паровых котлов – сложный и трудоемкий процесс, требующий не только парка современных высокотехнологичных станков, но и высочайшей квалификации инженеров-технологов, операторов производственных линий, монтажников, резчиков и других специалистов. Не в последнюю очередь качество конечной продукции, т. е. возможность долгой высокоэффективной работы котла, зависит от качества металла и сварных швов, а также автоматизации рабочих процессов в энергоустановке.

В связи со всемирной глобализацией и стиранием границ в Европейском союзе поставка металла для любого производителя осуществляется по одним и тем же контрактам и с одних и тех же сталелитейных заводов для всех производителей котлов. Поэтому качество поставляемого металла на завод I.VAR INDUSTRY S.r.l. удовлетворяет самым жестким требованиям. Как и другие ведущие европейские и мировые производители котлов, I.VAR INDUSTRY S.r.l. имеет полный цикл их производства, начиная с полностью автоматизированного склада листового металла на 396 мест и заканчивая лабораторией испытаний готовой продукции. Цех резки металла включает:

- станки лазерной резки с цифровым контролем для резки стального и нержавеющего листа толщиной до 25 мм в комплекте с автоматической системой загрузки/разгрузки LiftMaster;

- дыропробивной пресс с автоматической системой загрузки/разгрузки LiftMaster;

- машину комбинированной резки HT2000 с автоматической системой загрузки/разгрузки LiftMaster для резки листов толщиной до 30 мм и многие другие переносные станки и устройства.

Гибочный цех также представлен новейшим высокотехнологичным оборудованием: это автоматический гибочный

станок с цифровым контролем для сгиба панелей и кожухов изделий, машина автоматического сгиба длиной 14 м для работы с листами толщиной до 30 мм и полная линия оборудования для сгиба листового металла. Цех сварки оснащен новейшими автоматическими сварочными аппаратами последнего поколения для сварки деталей любой сложности.

Гидравлические испытания оборудования проводятся в течение 24 ч в собственной лаборатории. Это является скорее исключением из правил: обычно испытания проводятся всего несколько часов, после чегодается заключение огодности котла к эксплуатации. Кроме того, испытания подвергается вся система котла в сборе, включая насосную группу, навесное оборудование и соединительные трубопроводы. На гидравлических испытаниях присутствует независимый эксперт международной экспертной организации, что тоже является критерием серьезного отношения производителя к качеству выпускаемой продукции.

Система качества, внедренная на всех уровнях производства (с контролем по времени, с тщательными проверками отдельных узлов и компонентов), – принципиальное звено в стратегии компании. Сегодня I.VAR INDUSTRY S.r.l. может предложить самому искушенному заказчику котлы и дополнительное оборудование наивысшего качества, абсолютно ничем не уступающие мировым лидерам котлостроения как в экономии энергии, так и в соблюдении требований по защите окружающей среды. Современная конструкция котла, качественное навесное оборудование и арматура таких известных марок, как ARI Armaturen, GESTRA, KSB, DANFOSS, GRUNDFOS и др., позволяют достигать высокого КПД и сохранять высокие эксплуатационные характеристики и безаварийную работу в течение всего срока службы.

Как партнер I.VAR.INDUSTRY является компанией точной и пунктуальной в



ежедневном общении с клиентом; представляя высокотехнологичные решения, соответствующие существующим международным нормам, компания использует гибкий подход в проектировании и реализации энергообъектов. По желанию заказчика возможно комплексное решение задачи, включающее полную автоматизацию системы, механическое и электрическое соединения всех ее компонентов, комплексные испытания на заводе с выдачей общего сертификата соответствия для упрощения согласования с надзорными органами. За счет полного цикла производства сроки изготовления любой, даже самой сложной продукции, минимальны.

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 помогут выбрать оптимальное по ценовым и техническим характеристикам оборудование I.VAR Industry S.r.l. 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»
125130, Москва, ул.Клары Цеткин, д.33/35
тел.: (495) 669-58-94, www.ivar-industry.ru



Официальный представитель итальянских котлов в России



Компания I.VAR. – производители высококачественных котлов бытового и промышленного назначения. Более 50 лет компания производит промышленные котлы и котлы отопления различных моделей и мощностей, что позволяет удовлетворять запросы каждого конкретного Клиента. Компания способна предоставить своим Клиентам высокотехнологичные решения задач, как в области проектных разработок, так и при производстве, постоянно поддерживая связь с Клиентом и уделяя должное внимание вопросам энергоэффективности и охране окружающей среды в соответствии с международными стандартами.

Основной задачей является контроль качества с обязательным и постоянным его сохранением на всех уровнях – тщательной проверкой эксплуатационной надежности промышленных и отопительных котлов при производстве, эффективным послепродажным сервисом и плановым техническим обслуживанием.

Компания I.VAR. находится в Италии и является организацией с высококвалифицированным персоналом, всегда готовой к сотрудничеству и решению поставленных задач. Компания работает по всему миру через свои представительства и надежных партнеров.

Реклама



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

Деаэрация питательной воды для паровых котлов от лидера отрасли

Несколько десятков лет компания *Viessmann* устойчиво позиционируется на рынке как технологический лидер в отопительной отрасли. Такую же позицию компания занимает в сегменте промышленных водогрейных и паровых котлов. Современные серии котлов *Vitomax*, воплотившие в себе самые передовые конструкторские и технологические решения, представляют собой высокоеффективные, надежные и простые в эксплуатации установки.

По итогам детального анализа актуальных тенденций компанией разработана «Программа комплексных поставок» или, иными словами, «Комплексные решения для паровых котельных», что позволяет на самой начальной стадии проработки проекта исключить ошибки в подборе основного оборудования котельной, поскольку за это отвечает не только проектировщик, но и сотрудники инженерных подразделений компании *Viessmann*. В процессе консультаций и взаимодействия между участниками проекта появляется сбалансированное по всем параметрам и отвечающее конкретным (уникальным) требованиям технологического процесса комплексное решение. Весь объем оборудования поставляется в рамках единого договора на согласованных условиях с одним юридическим лицом, отвечающим за комплектность, сроки поставки, качество оборудования, за его сервис и гарантию.

Одним из основных элементов паровой котельной, выводимой компанией на рынок, является комплекс термической водоподготовки (деаэрации), который включает деаэрационную колонку, бак запаса питательной воды, сепаратор непрерывной продувки, охладитель стоков и станцию сбора конденсата. Главная цель комплекса – сбор, подготовка и подача термически очищенной воды для обеспечения безупречной работы котельной установки. Это значит, что из воды необходимо либо устранить растворенный в ней кислород, либо связать его посредством добавления различных химических реагентов.

На воду или пар, которые используются в установках *Viessmann*, распространяются требования к обязательному сохранению содержания допустимых примесей. Соблюдение граничных показателей не только определяет надежную и экономическую эксплуатацию котельной установки, но и является условием сохранения гарантийных обязательств компании.

Для выполнения этих требований необходимо осуществлять обработку исходной сырой воды. Применяемые для этого технологии, как правило, представляют собой комбинацию химической и термической водоподготовки.

Химическиенная вода из установки для снижения ее жесткости подается на термическую подготовку (дегазацию) в деаэратор совместно с возвращенным от потребителя конденсатом. Для обеспечения нормативной концентрации остаточного кислорода в питательной воде (максимум 0,02 мг/л) его дополнительно связывают с помощью химических реагентов. Только их применение для связывания кислорода в большинстве случаев экономически нецелесообразно.

При нагреве воды растворимость газов уменьшается. Если вода испаряется (превращается в пар), что и происходит в паровых котлах, все растворенные газы высвобождаются. Чаще всего при этом они вступают в новые соединения. Свободный кислород, например, может вступать в реакцию с ферритной сталью котла. В паровых котлах такие соединения приводят к самой опасной точечной (сквозной) коррозии. Наибольшая вероятность ее появления за короткое время – на входе питательной воды. Поэтому очень важно удалять газы из такой воды. Надежным средством является термическое удаление. Полная термическая деаэрация – наиболее эффективный способ для удаления растворенных в питательной воде газов.

В деаэраторе за счет нагрева питательной воды до температуры, близкой к температуре насыщения, удаляются все растворенные в ней газы (глубокая деаэрация). Параллельно деаэрации паром низкого давления происходит поддержание температуры воды на уровне около 102 °С, чтобы избежать повторного поглощения газов водой.

Процедура полной деаэрации в большинстве случаев зарекомендовала себя



как наилучший метод. Особенно эффективной оказалась усовершенствованная конструкция струйной деаэрационной колонки с подводом греющего пара непосредственно в колонку и дополнительной встроенной ступенью дегазации (двуухстенчатая деаэрация).

Для разработки комплексного решения необходимо воспользоваться опорным листом (ОЛ), связаться с руководителем проекта. В зависимости от полноты предоставленных данных, внесенных в ОЛ, на подготовку комплексного предложения потребуется от двух до пяти рабочих дней.

В настоящее время компания полностью готова системно предлагать своим клиентам новый продукт – комплексные поставки, а так же осуществлять обработку и поддержку продаж на всех этапах поставки оборудования: от проектирования до момента монтажа, пусконаладочных работ и ввода оборудования в эксплуатацию.

Группа инженерно-технической поддержки отдела продаж промышленного оборудования всегда готова оказать помощь и предоставить клиентам наиболее полную информацию о новом продукте.

VIESSMANN ООО «Виссманн»
129337 г. Москва, Ярославское ш., 42
тел.: +7 495 6632111
факс: +7 495 6632112
www.viessmann.ru

Реконструкция котельных

Повышение энергоэффективности котельных, снижение затрат на выработку тепловой энергии – актуальные задачи, стоящие перед многими российскими предприятиями.

Их оптимальное решение в большинстве случаев – строительство новой блочно-модульной котельной. Другой путь реализации энергосберегающих мероприятий – проведение реконструкции действующей котельной.

Эти два направления строительства уже много лет являются основными видами деятельности ЗАО «Завод БМК ЭнергоЛидер». Компания специализируется на изготовлении сертифицированных блочно-модульных котельных тепловой мощностью до 50 МВт, а также осуществляет новое строительство и реконструкцию действующих стационарных котельных общей тепловой мощностью до 300 МВт.

Из нашего опыта следует, что отечественными предприятиями наиболее востребованы такие виды работ по реконструкции и техническому перевооружению стационарных котельных, как:

- устранение дефицита или избытка тепловой мощности имеющейся котельной;
- перевод котельной на другой вид топлива;
- оснащение котельной современным теплоэнергетическим оборудованием с повышенным КПД;
- комплексная автоматизация котельной;
- плановая замена оборудования. Департамент СМР Завода БМК ЭнергоЛидер выполняет полный комплекс работ по реконструкции стационарных котельных «под ключ»: проектирование, согласование проекта в надзорных органах, комплектация оборудования, монтаж тепломеханической части и изоляции, оборудования КИПиА, силовой электрики, программирование верхнего уровня АСУ ТП, создание АСТУЭ, пусконаладочные работы и режимно-наладочные испытания, а также работы по наружным инженерным сетям и благоустройство территории.

В департаменте СМР трудятся квалифицированные специалисты, что позволяет одновременно проводить реконструкцию до 10-ти крупных котельных в различных регионах России. Для осуществления данных видов деятельности Завод БМК ЭнергоЛидер имеет современное оборудование и все необходимые свидетельства и лицензии.

Заказчики работ по реконструкции котельных – большое число известных компаний – лидеров российского бизнеса: ОАО «РЖД», ОАО «Газпром», ОАО «АК «Транснефть», УГМК, ЕВРАЗ и многие другие.

Примеры сданных объектов департаментом СМР Завода БМК ЭнергоЛидер:

- техническое перевооружение ТЭЦ ЗАО «Тепло РКК «Энергия» – дочернего предприятия ракетно-космической корпорации «Энергия», где заменено морально устаревшее и физически изношенное оборудование: паровые котлы ТП 20 на новые котлы ДЕ 25/24-380 ГМ с горелками Weishaupt суммарной паропроизводительностью 150 т/ч. Выполнена автоматизация и диспетчеризация технологических процессов с созданием единого АРМ, проведена реконструкция редукционно-охладительной установки и паропроводов. Кроме того, завод выполнил ремонт паровых турбин ОР-1,5, замену генераторов турбин, осуществил автоматизацию и диспетчеризацию турбин, запуск паровых турбин в работу и обеспечил собственные нужды ТЭЦ дешевой электроэнергией;

- строительство пароводогрейной котельной (48 т/ч и 6 МВт) ООО «Сорочинский маслоэкстракционный завод», Оренбургская область. Основное топливо котельной – подсолнечная лузга. Завод БМК ЭнергоЛидер выполнил футеровку двух котлоагрегатов JNO-SAS фирмы Vupcke, монтаж электрофильтра очистки дымовых газов;

- техническое перевооружение котельной филиала ППМ ОАО «Уралэлектромедь», Свердловская область. Завод БМК ЭнергоЛидер выполнил проектные работы, принял участие в строительно-монтажных и пусконаладочных работах. В котельной проведена замена паровых котлов «Гарбе-Юмт» на водогрейные котлы КВ-ГМ-35-150, парового котла «ЗВГ» на водогрейный котел КВ-ГМ-23,26-150, а также вспомогательного, электросилового оборудования и системы автоматизации. Суммарная мощность устанавливаемых водогрейных котлов – более 90 МВт.

Специалисты департамента СМР всегда готовы проконсультировать по вопросам совершенствования теплогенерирую-



Многофункциональный комплекс
«Университетский» (вторая очередь),
г. Екатеринбург



Реконструкция котла ДЕ 25-14-225ГМ
в паровой котельной
(ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина»)

щего оборудования и при необходимости приедут к вам на объект. Выполнение Заводом БМК ЭнергоЛидер работ по реконструкции обеспечит значительное повышение технико-экономического уровня имеющейся на вашем предприятии стационарной котельной.

ЗАО «Завод БМК ЭнергоЛидер»
620146, Россия, г. Екатеринбург,
ул. Расковой, д.19
Тел.: (343) 228-25-16,
e-mail: smr@bmk-energolider.ru
www.bmk-energolider.ru

Циркуляционные насосы KSB: многообразие вариантов и амплуа

Концерн KSB, мировой производитель насосного оборудования и трубопроводной арматуры, предлагает обширную линейку насосов с «сухим» и «мокрым» роторами для систем циркуляции зданий и сооружений, промышленных комплексов, систем централизованного тепло- и холодоснабжения, а также для обеспечения циркуляции в различных системах энергетических объектов.



В системах зданий малой и средней этажности, в коттеджах, ИТП небольших зданий наиболее оптимальным выбором является насос с «мокрым» ротором, который имеет компактные размеры и вес, монтируется непосредственно в трубопроводе, практически бесшумен, не требует технического обслуживания, потребляет минимальное количество электроэнергии. В производственной линейке немецкого концерна KSB это насосы серии RIO-N, RIO-ECO N, RIO-Therm N, Rio-Z N, а также высокоеффективные насосы серии Calio и Calio S.

При необходимости обеспечения более высоких параметров напора и подачи, например в системах отопления, горячего водоснабжения, кондиционирования, охлаждения и вентиляции промышленных комплексов, высотных зданий (жилых комплексов, гостиниц, офисных и общественных зданий), крупных ИТП и ЦТП, когда насосная станция располагается в отдельном помещении, целесообразно применять насосы с «сухим» ротором. Концерн KSB предлагает обширнейший ассортимент насосов данного типа для различных областей применения. В гражданском строительстве в системах отопления наиболее востребованы насосы семейства Eta

(консольные насосы Etanorm, моноблочные насосы с патрубками в линию серии Etaline, вертикальные моноблочные – Etaline-R, консольные моноблочные – Etablock), в качестве подпиточного насоса в котельных применяется насос высокого давления Movitec, в качестве питательного насоса паровых котельных – насос Multitec.

Если речь идет о промышленном теплоснабжении, например циркуляции высокотемпературного масляного теплоносителя или перегретой воды, компания KSB предлагает высокотехнологичные насосы, такие, как Etaline-SYT, Etanorm-SYT, Etabloc-SYT, HPK, HPK-L.

В масштабе энергетических объектов также применяются насосы KSB с «сухим» ротором. На электростанциях это насосы для обеспечения циркуляции в различных системах, таких, как системы обеспечения циркуляции теплоносителя в контуре котла или реактора – серии LUV, RUV, RER, системы питательной воды на АЭС и ТЭС – серии CHTA, CHTD, HGM, HGD, системы подпитки – насосы RHMR, CHTR.

Для безаварийной подачи питательной воды в парогенераторы со стороны второго контура АЭС KSB предлагает специальную комплексную систему из двух насосных агрегатов, работающих при минимальном кавитационном запасе – серия RHD+YNK.

Являясь одним из лидеров насосостроения для атомной и тепловой энергетики и благодаря широкому разнообразию агрегатов для различных условий применения, в производственной линейке компании KSB всегда есть оптимальное оборудование и индивидуальное решение в зависимости от специфики объекта, условий эксплуатации и круга задач, которые будут решаться с его помощью.

Некоторые из перечисленных выше серий насосов были подробно рассмотрены на страницах предыдущих выпусков журнала «Промышленные котель-

ные и мини-ТЭЦ»: в №2 2014 г. давался обзор обновленных серий насосов семейства ETA, в №4 2014 г. шла речь о новом поколении насосов рециркуляции для крупных промышленных систем отопления, а также котлов с принудительной циркуляцией и систем централизованного теплоснабжения (серии HPK-L).

Одним из представителей насосов с «сухим» ротором, применяемых в системах централизованного теплоснабжения и холодоснабжения с недавнего времени, являются насосы серий Omega и RDLO. Ранее в стандартном исполнении они преимущественно применялись на гидротехнических сооружениях различного назначения, насосных станциях для подачи и отвода воды, в производственном водоснабжении, судостроении, системах пожаротушения, на станциях ирригации и осушения, в процессных системах в промышленности, одним словом, везде, где требовалось надежное и экономичное перекачивание чистой воды. С 2012 г. насосы изготавливаются в исполнении на горячую воду до 140 °C и используются для подачи сетевой воды.

Конструкция

Насосы Omega и RDLO – одноступенчатые насосы горизонтальной или вертикальной установки, имеющие спиральный корпус с продольным разъемом и рабочее колесо двустороннего входа. Горизонтальный привод может располагаться как с левой, так и с правой стороны насоса.

Конструктивные особенности насосов Omega и RDLO позволяют обеспечить оптимальную работу в соответствии с предъявляемыми требованиями заказчика в зависимости от особенностей конкретного объекта, где будет установлено данное оборудование. Гидравлика оптимизированного рабочего колеса двустороннего входа (гладкие поверхности и обтекаемые формы) гарантирует более высокий КПД и низкие значения NPSH, что уменьшает риск возникновения кави-

тации и делает работу насоса более стабильной, надежной и тихой.

Материальное исполнение насосов подбирается индивидуально в зависимости от условий эксплуатации, агрессивности перекачиваемой среды и с учетом требований конкретного объекта, где они будут установлены. Так, спиральный корпус насоса изготавливается из серого чугуна, высокопрочного чугуна с шаровым графитом, чугуна повышенной коррозионной стойкости с добавлением никеля либо износо- и коррозионностойкой дуплексной стали. Рабочие колеса – из бронзы или дуплексной стали. Вал насосов не имеет резьбы и ступеней, что увеличивает его прочность. Защитные втулки изолируют от контакта с перекачиваемой средой, что соответственно повышает его коррозионную защиту. Гайка вала также не контактирует с перекачиваемой средой – исключается возможность ее окисления и блокировки на валу. Отсутствие резьбовых соединений в проточной части повышает коррозионную устойчивость и продлевает срок службы. Герметизация вала вместе с защитными втулками обеспечивается сальниковой набивкой либо торцевыми уплотнениями, не зависящими от направления вращения. Одним из удачных инженерных решений при конструировании этих насосов является небольшая длина вала, что придает жесткость всему ротору и позволяет расположить подшипники на меньшем расстоянии друг от друга, а также делает размеры самих агрегатов оптимально компактными. Жесткий опорный узел и жесткий на изгиб вал обеспечивают плавный пуск и исключают появление нежелательной вибрации, соответственно продлевая срок службы оборудования. Свободное вращение вала осуществляется закрытыми под-

шипниками качения с консистентной смазкой. Насос исключительно надежен в эксплуатации благодаря тому, что рабочее колесо двухстороннего входа компенсирует осевые усилия и разгружает подшипники в осевом направлении. Коэффициент срока службы подшипников $L10 = 100$ тыс. ч.

Благодаря самоцентрирующейся верхней части корпуса и упругому креплению подшипников на роторе, монтаж и демонтаж деталей корпуса и ротора максимально прост и удобен, так как не требуется выполнение дополнительных регулировочных работ. Шестигранные болты, применяемые для крепления крышки корпуса, при проведении работ по техническому обслуживанию удаляются из корпуса, обеспечивая свободный доступ к внутренним деталям насоса. Произвести чистку разъема корпуса не составляет труда. Есть возможность автоматизации.

Многообразие исполнений

Насосы Omega изготавливаются для DN от 80 до 350 мм, RDLO – для DN выше 350 мм. Рабочее колесо подрезается с шагом один 1 мм, чтобы общая производительность насоса максимально соответствовала заданным параметрам системы, а насос работал строго в требуемой рабочей точке в оптимальном энергоэффективном режиме. Для перекачивания больших объемов от 2 800 до 10 000 м³/ч применяются насосы RDLO, для подачи до 18 000 м³/ч – RDLP. В зависимости от специфики объекта компания KSB предлагает различные варианты установки насосов, проявляя максимальную гибкость и предоставляя оптимальный продукт для каждого конкретного применения. Возможна горизонтальная установка насосов Omega и RDLO в трех вариациях: насос

и двигатель на фундаментном основании, насос и двигатель на общей фундаментной раме, а также насос и двигатель на отдельных фундаментных рамках. В случае необходимости вертикальной установки возможно расположение насоса и двигателя на разных уровнях, отдельная установка опоры двигателя на пьедестале и насоса на раме, а также непосредственный монтаж опоры двигателя на насосе.

По желанию заказчика возможно агрегатирование с низковольтными и высоковольтными двигателями, в том



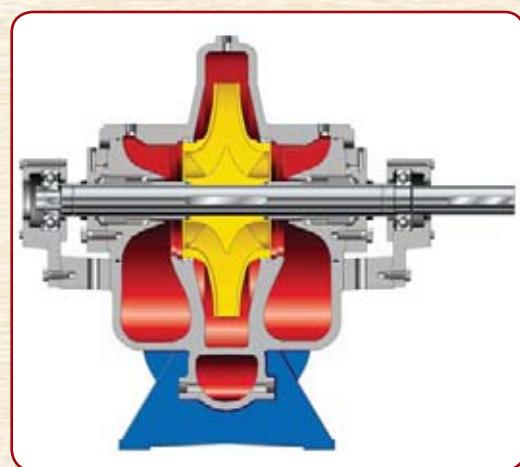
числе синхронными. С помощью автоматизированной программы подбора оборудования EasySelect можно самостоятельно подобрать насос под требуемые рабочие параметры или обратиться за консультацией специалистов компании KSB.

Положительный опыт

В мировой практике насосы Omega и RDLO применяются повсеместно: на объектах ЖКХ, промышленности, строительства, а также в энергетических комплексах. В России насосы Omega и RDLO уже многие годы успешно используются на таких объектах, как ОАО «Теплоэнерго», г. Нижний Новгород; ТЭЦ-27 ОАО «Мосэнерго»; ООО «РН-Комсомольский НПЗ» (Роснефть), г. Комсомольск-на-Амуре; филиал ОАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» (ТЭЦ-2), г. Улан-Удэ, ОАО «НЛМК», г. Липецк (охлаждение печи №7). В 2013–2014 гг. насосы OMEGA и RDLO поставлены на объекты ОАО «Сызранский НПЗ» (БОВ-3), а также ТЭЦ-12,16 и 20 ОАО «Мосэнерго». Широкая география применения данных насосов лишний раз подтверждает их эксплуатационную надежность, оптимальную стоимость жизненного цикла и энергоэффективность.

Оборудование KSB необходимо там, где решаются сложнейшие задачи государственной важности, требующие от оборудования максимальной надежности, качества, продуманной конструкции и эффективного расходования энергоресурсов.

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



Когенерационные установки

Когенерационные установки – это высокоэффективное оборудование, позволяющее одновременно вырабатывать две формы энергии – электрическую и тепловую. Благодаря своим универсальным качествам, такие установки получают все большее распространение в энергетике.

В последние годы когенерационные установки вызывают большой интерес среди российских потребителей. Не случайно экспозиция компании ООО «ЭнергоГаз Инжиниринг» на выставке Aqua-Therm Moscow 2014, где были представлены образцы когенерационных установок, привлекала особое внимание участников и гостей выставки на протяжении всего времени ее работы.

В настоящее время вниманию российских потребителей предлагается широкий выбор когенерационных установок, работающих как на природном и сжиженном газе, так и на биогазе. Электрическая мощность установок составляет 5–2000 кВт, диапазон тепловой мощности – от 10 до 2112 кВт.

Когенерационные установки, предназначенные для работы на биогазе, наиболее популярны в агропромышленном секторе.

Основными конструктивными элементами когенерационных установок является двигатель внутреннего сгорания (производства компаний GM, MAN, MWM и GUASCOR), работающий на природном или сжиженном газе, электрогенератор, система отбора тепла и автоматизированная система управления. Тепло отбирается из выхлопа масляного радиатора и охлаждающей жидкости двигателя. При этом на 100 кВт электрической мощности

потребитель ориентированно получает 150 кВт тепловой мощности в виде горячей воды для отопления и горячего водоснабжения.

ном и шумопоглащающем контейнере), так и в закрытом – с шумоизолирующим кожухом.

Для увеличения диапазона мощности может использоваться одновременно несколько установок, объединенных каскадным подключением. При этом диапазон электрической мощности может быть увеличен до 10,0 МВт, а тепловой – до 9,9 МВт.

Автономная работа установки позволяет обеспечить потребителей электроэнергией с более стабильными параметрами по частоте и напряжению вырабатываемого переменного тока, а также температуре и расходу горячей воды.

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

Вся продукция, представленная на российском рынке компанией ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории Российской Федерации.

Ознакомиться с ассортиментом продукции компании, получить полную техническую информацию и необходимые сведения о предоставляемых услугах можно на сайте компании www.energogaz.su, тел./факс (495) 980-61-77.



Когенерационные установки могут поставляться как в открытом исполнении (на раме – для монтажа в помещении энергоцентра либо в теплоизолирован-

«Город Солнца» в России

Солнечные коллекторы впервые применены в России для централизованного теплоснабжения населенного пункта с 12-тысячным населением. В г. Нариманове Астраханской области в мае 2013 г. запущена в эксплуатацию солнечная станция, которая обеспечивает город теплом и горячей водой.

Реализованный в г. Нариманове проект «Солнечный город» — экспериментальный, и место для его запуска выбрано не случайно. В Астраханской области суммарное поступление энергии солнечной радиации на горизонтальную поверхность составляет 5 кВт·ч/м², среднегодовая температура воздуха — +11,6 °С. Технология, представленная в России компанией ООО «Бош Термотехника», предусматривает использование источника возобновляемой энергии централизованно и круглогодично. Главные цели реализации «солнечного проекта» — уменьшение зависимости от традиционных видов топлива и снижение тарифа на горячую воду. В будущем строительство таких станций может быть перспективно и в других регионах РФ, где среднегодовая дневная сумма солнечной радиации не менее 4–5 кВт·ч/м².

Объем инвестиций в проект составил около 80 млн. рублей.

Оборудование и принцип действия

Солнечная станция в г. Нариманове собрана из 2,2 тыс. солнечных коллекторов Buderus Logasol CKN 1.0-s общей мощностью 2,5 МВт, она работает в комплексе с газовой котельной мощностью 30 МВт, которая нагревает воду в холодный сезон. Система горячего водоснабжения от солнечных коллекторов включает два циркуляционных контура. Первый контур — закрытый.

В установленных на четырех площадках блоках коллекторов утилизируется энергия солнечного излучения, нагревая теплоноситель — дистиллиированную воду. Тепло от нагретой воды передается второму контуру через поверхности пластинчатых теплообменников, затем остывший теплоноситель возвращается циркуляционными насосами в коллекторы. Второй контур — открытый: вода из двух аккумуляторных баков котельной циркуляционными насосами подается на пластинчатые теплообменники. Затем нагретая вода возвращается в два аккумуляторных бака

и насосами котельной передается потребителям.

Каркас коллекторов Buderus Logasol CKN 1.0-s изготовлен из стекловолокна — материала, отлично зарекомендовавшего себя в автомобильной и авиационной отраслях. Его применение дало возможность значительно уменьшить вес панелей и упростить монтаж.

Отличительные преимущества

Коллекторы позволяют получать тепло с минимальными затратами, комфорtnым и безопасным способом. Энергия расходуется только на работу циркуляционного насоса. В ясный день солнечные коллекторы способны прогреть воду до +60...+70 °С.

В условиях российского климата применение таких коллекторов эффективнее всего в период наибольшей солнечной активности — с марта по ноябрь. Однако даже за девять месяцев использования возобновляемых источников энергии потребление газа в г. Нариманове снижается на 6,4 млн м³, это сокращает затраты приблизительно на 18,5–19 млн рублей. Потребление углеводородного топлива в городе без использования энергии солнца на протяжении года составляет 42–50 тыс. м³/мес. Применение же солнечных коллекторов позволяет с мая по август снизить расход углеводородов до нуля, т. е. все городские нужды в горячем водоснабжении обеспечиваются в это время только за счет работы солнечной станции.

Не менее важен экологический эффект от применения солнечных коллекторов: с мая по сентябрь вовсе не происходит выбросов в атмосферу СО₂, как и NO, котельная не работает. Но и в наиболее холодный период (декабрь — январь), когда в работу включается газовая котельная, уровень выбросов ниже на 18–20 %.

Инвестиции в будущее

Ежегодно запасы ископаемых углеводородов (угля, нефти и природного газа) неизбежно иссякают. Солнце — неисчерпаемый источник энергии. Так, 1 м² поверхности Солнца излучает 62 900 кВт



энергии, а за 20 мин светило снабжает Землю энергией в количестве, используемом человечеством за год. Кроме того, это один из экологически безопасных энергетических источников, не загрязняющий окружающих среду.

Отопительные системы на основе коллекторов Buderus Logasol CKN 1.0-s эффективно преобразуют солнечную энергию в тепло, необходимое для бытовых нужд, снижая зависимость от ископаемого топлива, цены на которое постоянно растут. Благодаря этому, системы, использующие солнечную энергию, окупаются в течение нескольких лет. За год системы солнечных коллекторов могут обеспечить экономию до 60 % энергии, расходуемой на подогрев воды для бытовых целей, и до 30 % энергии, затрачиваемой на отопление.

Новое поколение солнечных коллекторов

В январе 2015 г. на российском рынке будут представлены новые солнечные коллекторы Buderus SKS 5.0. Коллекторы наполнены инертным газом для уменьшения теплопотерь, корпус выполнен из стекловолокна, алюминиевый абсорбер имеет специальное высокоселективное покрытие PDV, а покрытие из стекла 3,2 мм обладает максимальной светопропускательностью. Данные коллекторы обладают более длительным сроком службы, герметичной конструкцией и усовершенствованной системой монтажа.

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 приведена схема однотрубной системы отопления трехэтажного здания с естественной циркуляцией теплоносителя. Стойки 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 исполне-

ние 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 системы 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 зависи-

сала от электроэнергии. С учетом новых свойств применяемых теплотехнических устройств очевидно, что при отоплении зданий этажностью до 5 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 девятиэтажного 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 (антидромом 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 обрушаются деревья на линии электропередач, автоматический клапан открывается и продолжается естественная циркуляция. Согласно техническому

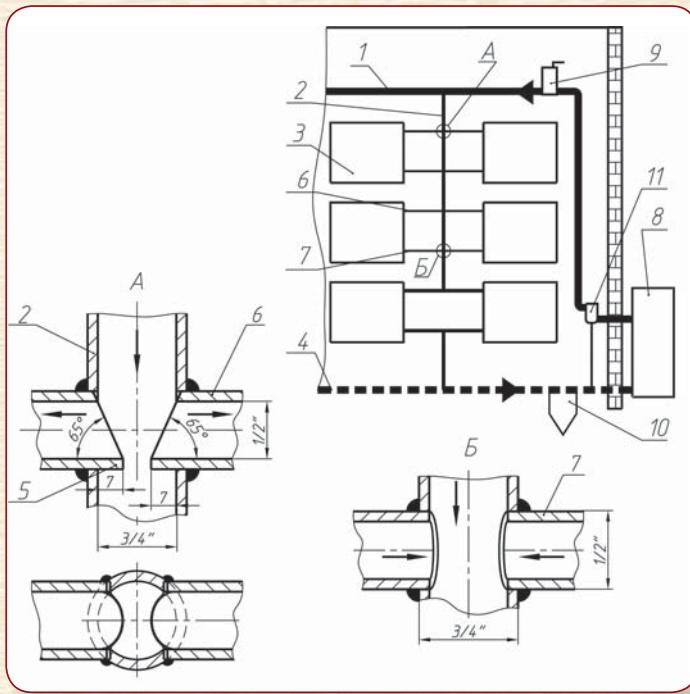


Рис. 1. Схема системы отопления трехэтажного жилого дома с двусторонним присоединением приборов отопления: 1 – прямая линия; 2 – стояк с условным проходом $\frac{3}{4}$ дюйма; 3 – прибор отопления; 4 – обратная линия; 5 – ускоритель циркуляции; 6 – подводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 7 – 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.

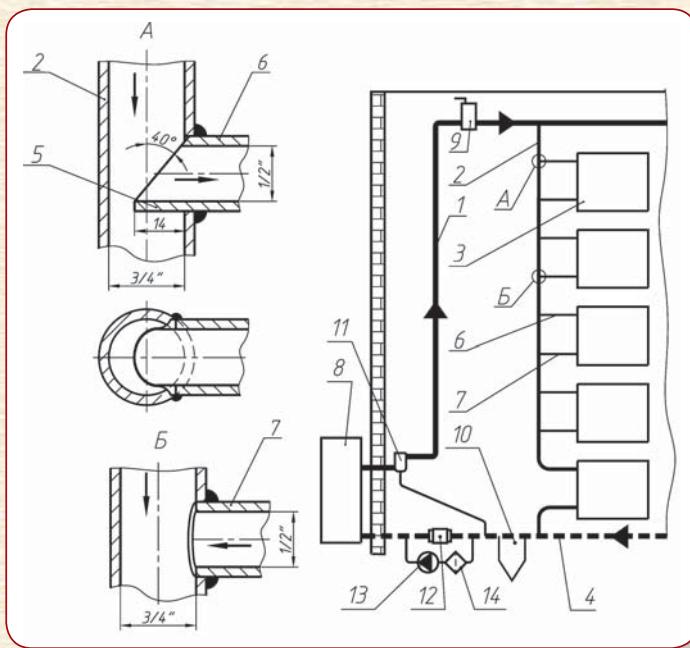


Рис. 3. Схема системы отопления пятиэтажного жилого дома с односторонним присоединением приборов отопления с комбинированной системой циркуляции: 1 – прямая линия; 2 – стояк с условным проходом $\frac{3}{4}$ дюйма; 3 – прибор отопления; 4 – обратная линия; 5 – ускоритель циркуляции; 6 – подводка с условным 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

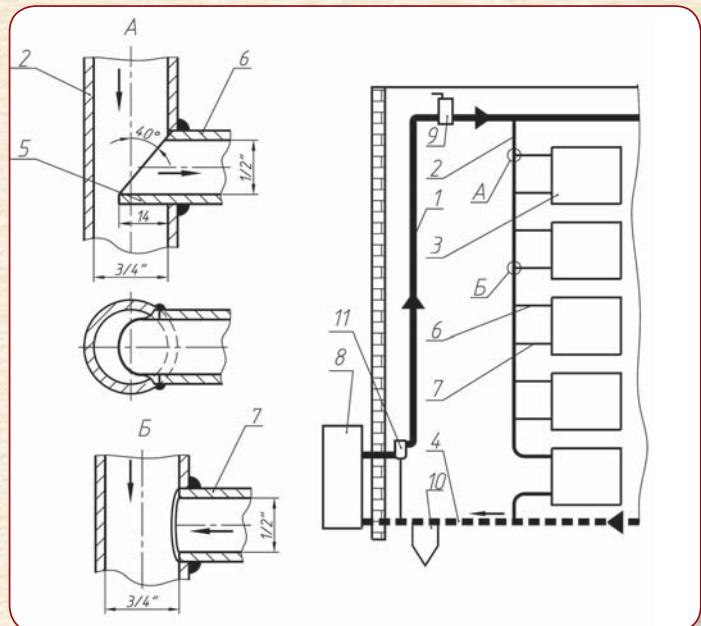


Рис. 2. Схема системы отопления пятиэтажного жилого дома с односторонним присоединением приборов отопления: 1 – прямая линия; 2 – стояк с условным проходом $\frac{3}{4}$ дюйма; 3 – прибор отопления; 4 – обратная линия; 5 – ускоритель циркуляции; 6 – подводка с условным проходом $\frac{1}{2}$ дюйма; 7 – 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.

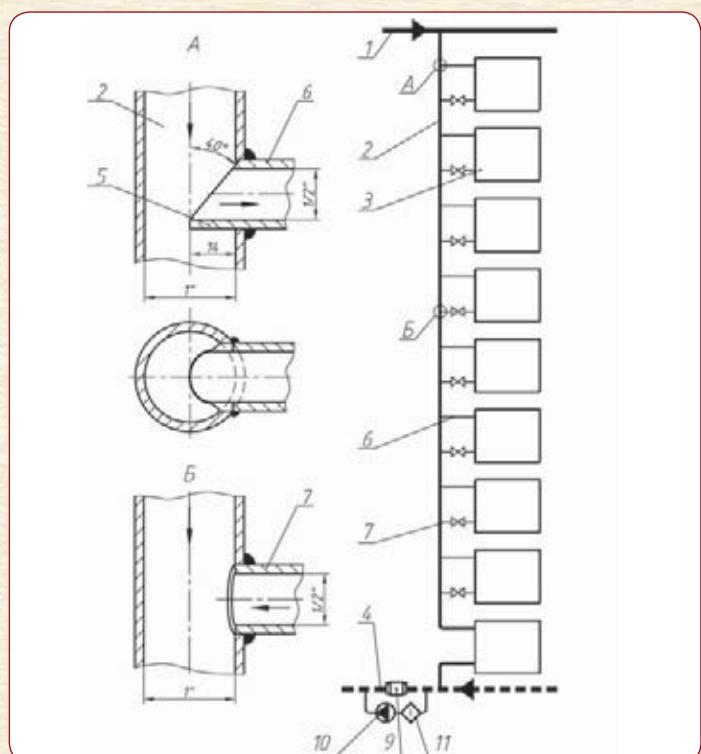


Рис. 4. Схема обвязки стояка с условным проходом 1 дюйм отопления шести- и двенадцатиэтажного жилого дома с односторонним присоединением приборов отопления с комбинированной системой циркуляции: 1 – прямая линия; 2 – стояк с условным проходом 1 дюйм; 3 – прибор отопления; 4 – обратная линия; 5 – ускоритель 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

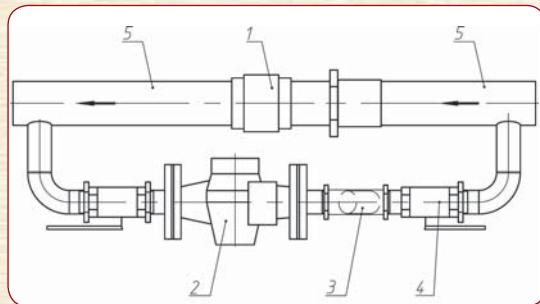


Рис. 5. Автоматический клапан проходного типа в сборе с насосом для комбинированной системы циркуляции: 1 – автоматический клапан проходного типа; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – запорная арматура; 5 – монтажные патрубки

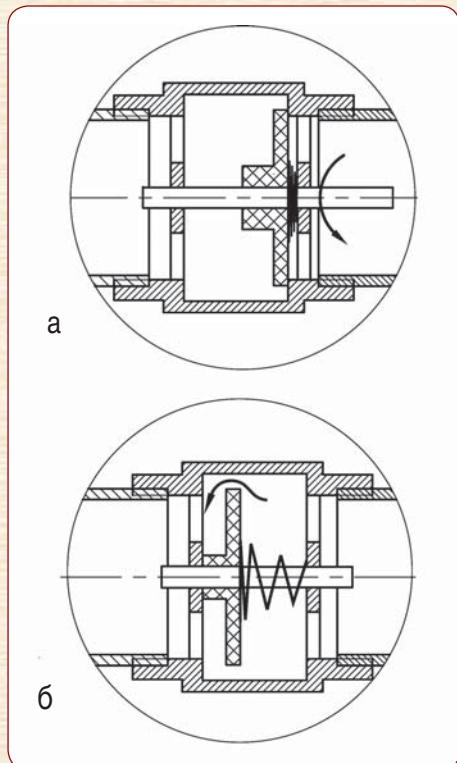


Рис. 6. Клапан в закрытом (а) и открытом (б) состоянии

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 электронезависимых котлов КСУВ, или комбинированную циркуляцию с мощностью естественной циркуляции до 100 кВт, свыше 100 кВт – с насосной циркуляцией. Заказчики должны получать качественную проектную документацию, учитывающие последние разработки. Автономные однотрубные системы отопления с естественной или комбинированной циркуляцией защищены патентами RU 2382283 С2, RU 2355950 С2, патентом на полезную модель 123483.

Особое значение для долговечных автономных систем отопления имеет деаэрация теплоносителя. Объединением предлагается использовать для этих целей вакуумный деаэратор. Деаэрация основана на падении растворимости газов при нагреве теплоносителя и уменьшении давления теплоносителя. На рис. 7 показан график Генри. Деаэраторный бак устанавливается в верхней точке автономной системы отопления, в которой максимальная температура и минимальное давление. Процесс деаэрации происходит вследствие нагрева теплоносителя до 70 °C 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 деаэраторно-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 деаэраторно-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, PE-X, PE-X-AL-PE, 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.

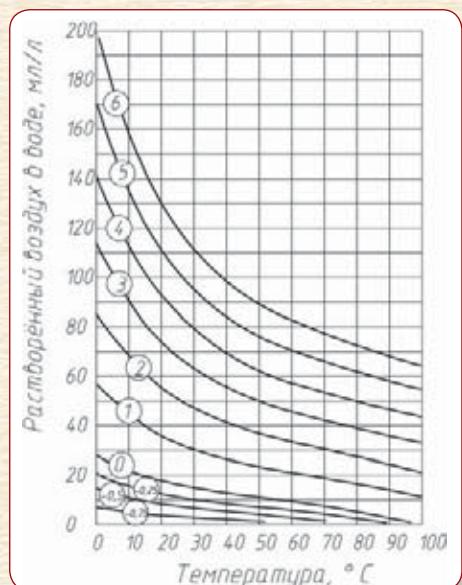


Рис. 7. График Генри



ОАО «МПНУ ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ»

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

19-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

бытового и промышленного оборудования для отопления,
водоснабжения, сантехники, кондиционирования,
вентиляции, бассейнов, саун и СПА

aqua THERM

MOSCOW

3-6 февраля 2015

Крокус Экспо | Москва

www.aquatherm-moscow.ru



Developed by:

 Reed Exhibitions®
Messe Wien

Организаторы:

 Reed Exhibitions®
ООО «Рид Элсивер»

 ITE
Группа компаний

Специальные разделы:

 World of
Water & Spa

 Климатическое
Оборудование

Специальный проект:

 new
energy



Санкции и рынок оборудования для энергетики

Нестабильная политическая ситуация, взаимные санкции между Россией и странами ЕС и США заставляют ряд зарубежных компаний корректировать свою деятельность на территории РФ. Однако далеко не для всех компаний эти корректировки столь существенны: позиции на перспективном российском рынке не для того завоевывались в конкурентной борьбе, чтобы легко были утрачены. В частности, о своей стратегии на российском рынке в ближайшее время прямо заявили представительства двух датских компаний Danfoss и Grundfos.



Михаил Шапиро, генеральный директор компании ООО «Данфосс»

Позиция «Данфосс»

Компания ООО «Данфосс», представляющая в России одного из мировых лидеров производства энергетического оборудования и применения энергосберегающих технологий – концерн Danfoss, организовала 2 октября в Москве бизнес-завтрак на тему «Санкции как «шок-тест» для европейского бизнеса в России». На мероприятие были приглашены журналисты российских деловых СМИ. Генеральный директор компании «Данфосс» Михаил Шапиро рассказал о текущей ситуации и перспективах локализации бизнеса в России.

Открывая встречу, он сделал акцент на том, что сегодня Россия является наиболее перспективным в мире рынком оборудования для ЖКХ, энергетики и ряда других отраслей. Энергосберегающее оборудование от компании «Данфосс», которое позволит повысить эффективность предприятий и сделать жизнь людей более комфортной, как и энергосберега-

ющие решения в этих отраслях, будут востребованы даже в периоды экономических спадов, поскольку позволяют оптимизировать работу систем жизнеобеспечения зданий, основных узлов сетей тепло- и водоснабжения, газо- и нефтепроводов, предприятий энергетики, нефтехимической, пищевой и фармацевтической индустрии, используются в машиностроении и судостроении, в медицинских и социальных учреждениях, на транспорте, в сельском хозяйстве и торговле. «Данфосс» – компания с высокой долей производства в России, и хотя проблемы в экономике затрагивают всех, компания рассматривает их лишь как повод для укрепления своих позиций.

По словам генерального директора «Данфосс», стратегия компании направлена на увеличение локализации производства, которая на сегодня уже превышает 30 %. За 20 с лишним лет своего существования российское представительство «Данфосс» инвестировало в локальное производство более 80–100 млн евро. Ввод новых мощностей продолжается и сегодня. Завершается проектирование третьего по счету завода по производству теплового оборудования в Нижнем Новгороде. Стоимость проекта составит порядка 1 млрд рублей. В числе прочего новое предприятие будет выпускать блочные тепловые пункты и теплообменники, что позволит значительно увеличить имеющиеся производственные мощности в Нижегородском регионе, где компания уже производит теплообменное оборудование.

Также до конца 2014 г. в России будет локализовано производство оборудования «Данфосс» для распределения тепловой энергии. Производство преобразователей

частоты компания локализует для своих крупнейших клиентов, например, производителей лифтового оборудования в Беларусии.

Помимо перечисленных видов продукции, на российских предприятиях компании сегодня выпускаются радиаторные терморегуляторы и квартирные распределительные шкафы для систем отопления, стальные шаровые краны для трубопроводов теплоснабжения, программное обеспечение и шкафы автоматики для управления тепловыми пунктами. Компания имеет развитую сеть сервисного, гарантийного и постгарантийного обслуживания, а также представительства во всех крупных российских городах.

Обсуждая проблему импорта комплектующих, Михаил Шапиро пояснил, что поводов для беспокойства у партнеров компании нет. В настоящее время на российских складах компании есть запас готовой продукции на общую сумму порядка 2 млрд рублей. А в случае необходимости у Danfoss A/S, как международного концерна с 59 заводами в 18 странах мира (включая Азию и, в частности, Китай) есть возможности по перенаправлению логистических потоков. Существующий портфель комплектующих может быть заменен на продукцию аналогичного качества, произведенную компанией в Азии.

Для расширения производства в России «Данфосс» необходимы квалифицированные технические кадры, поэтому компания активно сотрудничает с ведущими отечественными вузами, организует переподготовку и повышение квалификации отраслевых специалистов, издает научную и учебную литературу.

Устойчивое развитие по всему миру.

Интервью с вице-президентом Grundfos Group Сореном Соренсеном

Компания *Grundfos* – ведущий мировой производитель насосного оборудования. Головной офис концерна находится в г. Бьеррингбро (Дания), здесь выпускают циркуляционные, погружные и центробежные насосы. С 2005 г. в Подмосковье работает российский завод «Грундфос Истра». На предприятии собирают вертикальные, центробежные, консольно-моноблочные насосы, а также установки повышения давления и пожаротушения. Осенью компанией «Грундфос» в России был организован пресс-тур, во время которого журналисты посетили оба предприятия. Представитель нашего издания (ПКМ) взял интервью у вице-президента концерна *Grundfos* Сорена Соренсона (Søren Ø. Sørensen). В беседе были затронуты вопросы работы компании на российском рынке.



Сорен Соренсен, исполнительный вице-президент *Grundfos Group*

ПКМ: Каково сегодня положение Вашей компании на мировом рынке насосного оборудования, какие географические направления ее развития являются приоритетными?

Сорен Соренсен: Обеспечение устойчивого развития по всему миру – одна из основных целей нашего концерна. Сегодня концерн *Grundfos* представлен на всех континентах, представительства есть в более 60-ти странах. Заводы концерна работают в Дании, Венгрии, Германии, Великобритании, России, США, Китае, Сингапуре, Тайване, Финляндии, Франции, Сербии, Мексике. Мы уделяем внимание развитию всех наших предприятий. На сегодняшний день рост продаж продукции *Grundfos* отмечается на рынках США и на Востоке – в Китае, Индии, Казахстане. Не меньшее значение для компании имеет продвижение нашей продукции на российском рынке, где уверенный рост отмечался все последние годы, за исключением 2009 г., когда некоторый

спад был вызван последствиями мирового экономического кризиса.

ПКМ: Оборудование применяется практически во всех областях промышленности, в инженерных системах коммерческих зданий и в бытовом секторе, какой из этих сфер на сегодняшний день уделяется наибольшее внимание в деятельности компании?

Сорен Соренсен: *Grundfos* отличается от остальных игроков рынка насосного оборудования наиболее широким ассортиментом выпускаемой продукции: наше оборудование представлено практически во всех его секторах. Главными же стратегическими направлениями развития, на которых сконцентрированы усилия компании, – это подача воды хорошего качества и в необходимом объеме для нужд потребителя. Мы стремимся быть законодателями мод и тенденций в области технологий подачи и обработки воды, и второе – энергоэффективность работы производимого нами оборудования.

ПКМ: Энергоэффективность сегодня – мировой тренд, напрямую касающийся и производства насосного оборудования. *Grundfos*, как известно, и на этом направлении находится в лидерах, выпуская каждый год новые энергоэффективные модели насосов. Как это учитывается при разработке моделей?

Сорен Соренсен: Руководство компании и специалисты, планирующие ее развитие, задают желаемые характеристики и параметры энергоэффективности разработчикам новой проектируемой модели, а они предлагают решения, с помощью которых достигается соответ-

ствие этим параметрам, и после утверждения мы реализуем их на практике.

ПКМ: Расскажите о планах Вашей компании.

Сорен Соренсен: Развитие российского рынка одно из очень важных и успешных направлений деятельности нашей компании. С 2005 г. у ООО «Грундфос», российского представительства датского концерна, есть собственное полноценное производство в Московской области – завод «Грундфос Истра». Подавляющая часть реализуемой продукции *Grundfos* в РФ собирается и производится на заводе в Истре. Это в первую очередь промышленное оборудование для инженерных систем зданий и сооружений, сферы ЖКХ, промышленных предприятий, то, что пользуется в России наибольшим спросом.

ПКМ: Какие новинки от *Grundfos* можно ожидать на рынке в ближайшее время?

Сорен Соренсен: Главная новинка этого сезона – энергоэффективный насос MAGNA3, уже представленный и в России. В ближайшее время мы планируем заниматься продвижением этой модели на международном рынке насосного оборудования, в том числе и на российском.



Центральный завод *Grundfos* в Дании

ISH-2015: комфорт в сочетании с технологичностью

12 ноября в Москве состоялась пресс-конференция, посвященная Международной выставке ISH, которая пройдет во Франкфурте-на-Майне 10–14 марта 2015 г. В пресс-конференции приняли участие старший вице-президент компании Messe Frankfurt GmbH Ирис Йеглица-Мошаге, генеральный директор Федеральной промышленной ассоциации энергетики и охраны окружающей среды Андреас Люке, генеральный директор Федеральной ассоциации в сфере кондиционирования и вентиляции Гюнтер Мерц и представители средств массовой информации.

ISH – крупнейшая выставка, посвященная санитарным технологиям, вентиляции и кондиционированию воздуха, инженерным сетям, возобновляемым источникам энергии. Она проходит раз в 2 года. Это единственная выставка инноваций и передовых направлений в производстве, охватывающая широкий спектр продукции экспонентов со всего мира. Участники мероприятия смогут увидеть технологии обогрева; санитарные технологии; технологии вентиляции и кондиционирования воздуха; фитнги; технологии утилизации отходов; инструменты и оборудование для измерений, тестирования, контроля и регулировок; трубы, трубопроводы и аксессуары к ним; насосы; информационные, коммуникационные и офисные технологии; ремонтное оборудование. Организатор выставки – ведущая международная выставочная компания Messe Frankfurt GmbH.

На выставке ISH-2015 будут представлены новейшие технологии и решения, которые, благодаря использованию энергоэффективного оборудования и возобновляемых источников энергии, позволят Европе добиться большей независимости в энергетической сфере. Причем, все эти технологии и изделия полностью готовы к представлению на рынке.

В 2015 г. выставка будет впервые проходить при поддержке страны-партнера. Для участия в ней уже зарегистрировались все ведущие лидеры отрасли. Предположительно на ISH-2015 будут представлены 2400 фирм-экспонентов из более чем 50-ти стран мира. Они продемонстрируют свои новинки в 22 залах на площади 260 тыс. м².



Среди участников выставки ISH-2015 более половины из Германии, остальные – зарубежные визитеры. Наша страна, по предварительным данным, будет представлена пятью компаниями. Прием заявок продолжается. Ежегодно растет и количество посетителей ISH из нашей страны. В 2013 г. выставка собрала около 3 тыс. россиян. Мы вошли в пятерку самых активных посетителей ISH.

На выставке будут представлены разделы: ISH Water, ISH Energy, ISH Aircontec. Первый раздел посвящен экологическим и дизайнерским решениям для ванных комнат. Девиз ISH Water в рамках предстоящей выставки – «Интерьер + технология – симбиоз дизайна и функциональности». Тематика раздела – эффективное использование водных ресурсов, очистка и гигиена, специальные решения для удовлетворения индивидуальных потребностей

заказчика. Раздел ISH Energy будет представлен системами энерго- и жизнеобеспечения зданий; техникой вентиляции, кондиционирования, охлаждения; оборудованием, использующим возобновляемые источники энергии. Девиз ISH Energy – «Энергоэффективность плюс». Раздел посвящен темам энергетической перестройки в отопительной сфере, комплексной экологичности, строительных технологий будущего и др. В разделе ISH Aircontec будут показаны системы кондиционирования, вентиляции и охлаждения. Участники мероприятия продемонстрируют новейшие энергоэффективные компонентные и системные решения, способствующие термическому комфорту и оптимальному качеству воздуха внутри зданий. Причем, будут рассмотрены технологии как для строительства новых, так и для ремонта имеющихся жилых, офисных и производственных помещений.

2015

ПОДПИСКА



**Уважаемые читатели!
Оформите подписку на 2015 г. на журналы
Издательского Центра «Аква-Терм»**

Вы можете подписаться в почтовом отделении:

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

Подписной индекс – 41057

Через альтернативные агентства подписки:

Москва

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

Регионы

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

Для зарубежных подписчиков

- «МК-Периодика», www.periodicals.ru,
 - «Информнаука», www.informnauka.com,
 - «Агентство «Урал-Пресс» (Россия, Казахстан, Германия), www.ural-press.ru.
- Группа компаний «Урал-Пресс» осуществляет подписку и доставку периодических изданий 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.

Международная выставка
систем отопления, водоснабжения,
сантехники, кондиционирования, вентиляции
и оборудования для бассейнов, саун и спа

aqua THERM NOVOSIBIRSK

17 – 20 февраля 2015
МВК «Новосибирск Экспоцентр»

www.aquatherm-novosibirsk.ru

Создатели:

 Reed Exhibitions®
Messe Wien

Организаторы:

 Reed Exhibitions®
ООО «Ред Экспо»

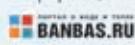
Специальный проект:

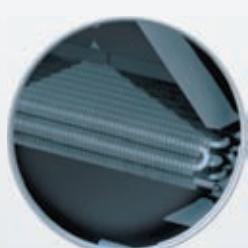
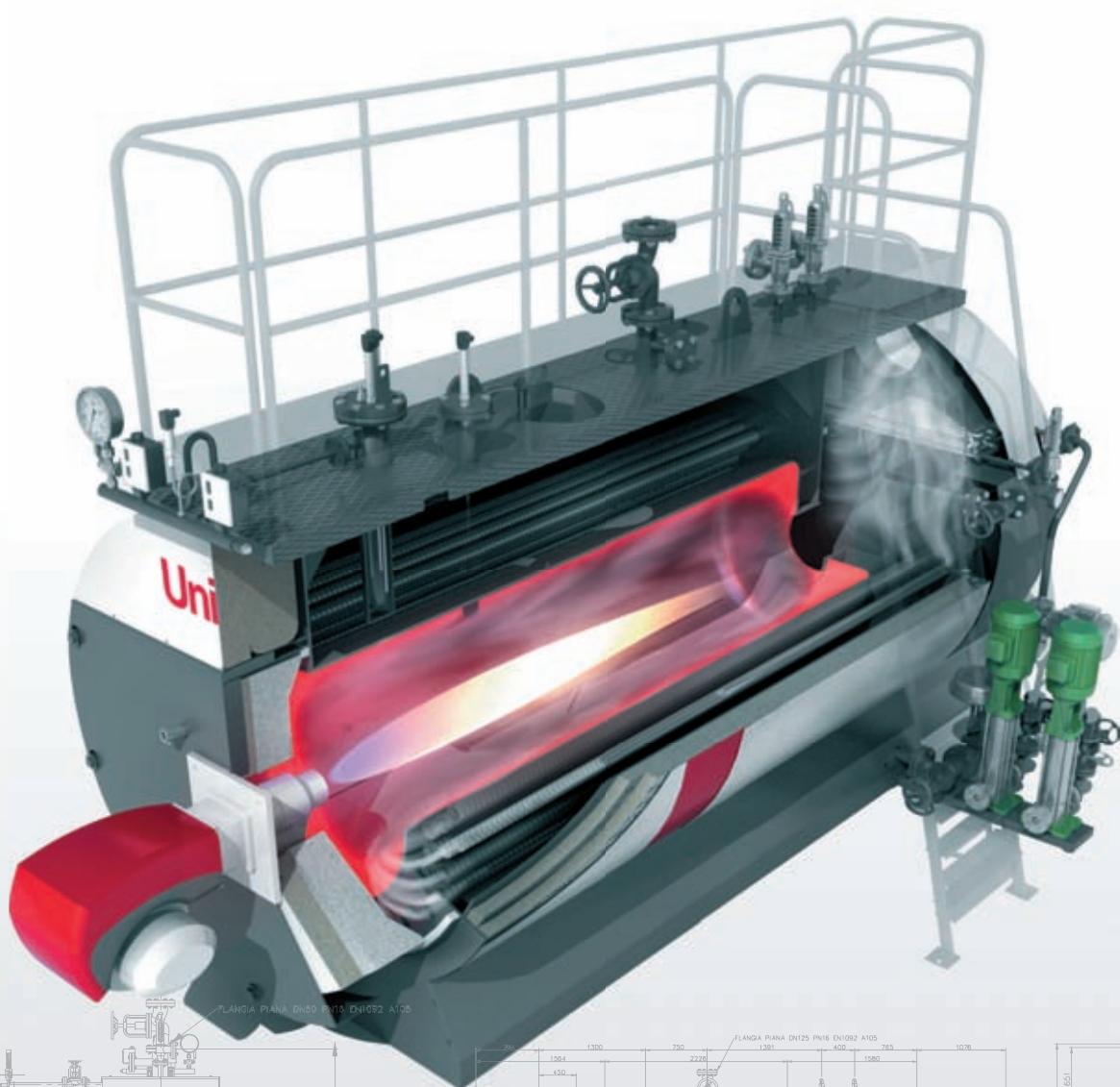
 new
energy

Генеральный
информационный партнер:

 AKVATERM

Информационный спонсор:

 BANBAS.RU



Приглашаем Вас посетить наш стенд на выставке «Aqua-Therm 2015»
павильон 3, зал 15, стенд 134

Представительство компании UNICAL AG S.p.A. в России:
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

ЭнергоГаз

Инжиниринг

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