

# КОТЕЛЬНЫЕ И МИНИ-ТЭЦ



## Котельные

Централизованное  
ГВС – особенности  
оборудования  
6

## Когенерация

Тригенерация  
в автономном  
энергоснабжении  
30

## Водоподготовка

Предупреждение  
отложений в  
пароперегревателях  
44



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

**ОАО «МПНУ ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ»**

**За 60 лет введено более 7 000 котельных**

**Монтаж котельных от 1 до 100 мВт**

**«под ключ» за 3-4 месяца**

**Проектирование и монтаж мини-ТЭЦ**

- предпроектные исследования;
- проектирование;
- комплектация оборудованием и материалами;
- монтаж;
- пусконаладочные работы;
- ввод в эксплуатацию;
- гарантийное и постгарантийное обслуживание установленного оборудования







## Содержание

**2** Новости

**6** Централизованное ГВС –  
особенности оборудования

**16** Регулирование параметров пара  
в котлах с естественной циркуляцией

**20** Внутренний газопровод

**26** Сланцевый газ

**30** Тригенерация в коммунальной  
и промышленной энергетике

**34** Тепловые насосы в России

**40** Пластинчатые теплообменники  
на российском рынке

**44** Пароперегреватели и турби-  
ны должны работать без отло-  
жений

**48** Теплообменное оборудование  
на сайтах Интернета

**51** Современные теплообменники  
для промышленности и ЖКХ

**52** Такие разные дымоходы



**53** Оптимальное решение в области  
теплообмена

**54** Энергоэффективное  
теплоснабжение от «Ридан»

**58** «Котлы и горелки» 2011

**60** Выставка, полезная для всех –  
«Вэйст Тэк – 2011»

**61** Микротурбины на «Нефть и газ»

**62** Из истории ГВС

Качественное горячее водоснабжение (ГВС) необходимо как в коммунальной сфере, так и на промышленных предприятиях для бытовых и производственных нужд. Обеспечение его невозможно без современного оборудования. Особенности оборудования, применяемого на сетях ГВС, посвящена статья с комментариями специалистов, открывающая рубрику «Котельные» этого номера. Тема энергоэффективного оборудования для систем ГВС и отопления поддерживается обзорами рынка и сайтов Интернета, посвященных теплообменникам, а также в рубрике «История».

Еще из одной статьи в рубрике «Котельная» можно узнать о принципах регулирования параметров пара в котлах с естественной циркуляцией. А о качестве пара, предупреждающим образования отложения в пароперегревателях и турбинах, можно прочесть в рубрике «Водоподготовка».

Традиционно мы продолжаем знакомить наших читателей с результатами состоявшихся крупных выставочных мероприятий отрасли. В данном номере рассказывается о прошедшей в Санкт-Петербурге международной выставке «Котлы и горелки», а также о презентованном на московской международной выставке «Вэйст Тэк–2011» оборудовании, представляющим интерес для теплотехники.

В этом номере впервые в нашем журнале появилась рубрика «Энергосбережение», ее открывает виртуальный круглый стол специалистов, на котором обсуждаются проблемы применения в России тепловых насосов для автономного теплоснабжения. Развитие этой темы мы планируем продолжить в последующих выпусках.

*Александр Преображенский,  
главный редактор*

Генеральный директор  
Лариса Шкарубо  
E-mail: magazine@aquatherm.ru  
Главный редактор  
Александр Преображенский  
prot@aquatherm.ru  
Выпускающий редактор  
Аркадий Лыгин  
Служба рекламы и маркетинга  
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66  
Елена Фетищева  
E-mail: sales@aquatherm.ru  
Ольга Синицына  
E-mail: book@aquatherm.ru

Члены редакционного совета  
Р. Я. Ширяев, генеральный  
директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,  
президент клуба теплотехников  
«Флогистон»  
Н.Н. Турбанов, технический  
директор Группы компаний  
«Рэинбоу»  
В.Р. Котлер, к. т. н.,  
заслуженный энергетик РФ,  
ведущий научный сотрудник  
Всероссийского  
теплотехнического института,

лауреат премии РФ в области  
науки и техники  
В.В. Чернышев, начальник  
отдела котлонадзора  
и надзора за подъемными  
сооружениями  
Федеральной службы  
по экологическому,  
технологическому  
и атомному надзору  
Научный консультант  
Я.Е. Резник

Учредитель журнала  
ООО «Издательский Центр  
«Аква-Терм»

Издание зарегистрировано  
Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)  
13 августа 2010 г.  
Per. № ПИ № ФС77-41685  
Тираж: 7 000 экз.  
Отпечатано в типографии  
«ВИБА-СТАР»

Полное или частичное воспроизведение  
или размножение каким бы то ни было  
способом материалов, опубликованных  
в настоящем издании, допускается  
только с письменного разрешения  
редакции.  
За содержание рекламных объявлений  
редакция ответственности не несет.  
Мнение редакции может не совпадать  
с мнением авторов статей.

**Фото на 1-й стр. обложки:**  
ООО «Ридан» [www.ridan.ru](http://www.ridan.ru)

## До 16 котлов в каскаде

Компания Вахі предлагает вниманию потребителей новинку в сфере отопления и водоподготовки: напольные конденсационные котлы увеличенной мощности POWER HT 1.230, 1.280 и 1.320 (мощностью 230–320 кВт). Они способны эффективно отапливать большие помещения как многоэтажных, так и торговых или офисных зданий благодаря возможности соединять в один каскад до 16 котлов. Высокая эффективность наряду с надежностью силуминового теплообменника позволяет обеспечить экономичную и долговечную работу котла. Для российских условий эксплуатации важна возможность работы без потери мощности при низком (до 5 мбар) входном динамическом давлении газа. Низкие выбросы  $\text{NO}_x$  гарантируются работой горелки полного предварительного смешения воздуха и газа с возможностью непрерывной электронной модуляции пламени в диапазоне до 1:6,5. Встроенная погодозависимая автоматика и возможность подключения датчика уличной температуры делает работу котла еще более экономичной. Широкий диапазон регулирования температуры в системе отопления (25–90 °C) создает условия для подключения и управления несколькими разнотемпературными контурами зональных систем с помощью встроенных и внешних модулей расширения (опционально). В том числе – контуров «теплого пола» и солнечного коллектора.

## Счетчик газа СГТ-16Э

Открытое акционерное общество «Арзамасский приборостроительный завод имени П. И. Пландина» пополнило свой модельный ряд новым турбинным счетчиком газа с электронным корректором для измерения суммарного объема, температуры и давления природного газа СГТ-16Э. В производственной линейке присутствуют модели, характеризующиеся расходом от 100/5 до 4000/80 (максимальный/минимальный соответственно) при температуре измеряемой среды (5–20) °C. Счетчик предназначен для учета объема газа температурой от –20 до +50 °C при избыточном давлении до 1,6 МПа в плавно меняющихся потоках, на установках промышленных и коммунальных предприятий, в напорных трубопроводах газораспределительных пунктов и станций (ГРП, ГРС), теплоэнергетических установок и других технологических объектах. Высокая устойчивость к агрессивной окружающей среде, способность выдерживать как высокую влажность воздуха (до 95 % при +25 °C), так и широкий диапазон температур (от –35 до +50 °C), обеспечивают стабильную работу в самых жестких условиях и возможность установки данного оборудования даже во взрывоопасных зонах.

## Неприхотливые электростанции на попутном газе

Компания «БПЦ Инжиниринг» заключила контракты с ОАО «Татнефть» на поставку микротурбинных систем Capstone для строительства двух электростанций на месторождениях дочерних предприятий ОАО «Татнефть» с целью повышения к 2012 г. до 95 % доли полезного использования попутного нефтяного газа (ПНГ). В частности, электростанция на базе микротурбинного блока Capstone C600 будет установлена на Урмышлинском нефтяном месторождении ОАО «Татойлгаз», а микротурбинный блок Capstone C800 будет утилизировать попутный нефтяной газ Онбийского нефтяного месторождения ЗАО «ТАТЕХ». «БПЦ Инжиниринг» выполнит шеф-монтаж, пусконаладочные работы и проведет обучение персонала заказчика. Запуск электростанций в промышленную эксплуатацию запланирован на конец текущего года.

Анализ различных технических решений, проведенный заказчиком, показал, что микротурбины Capstone являются наиболее эффективным оборудованием для применения на месторождениях ОАО «Татнефть», отличающихся высоким содержанием (до 4 %) сероводорода в ПНГ. Неприхотливость микротурбины, способной функционировать на газе с переменным компонентным составом, различной теплотой сгорания и содержанием сероводорода до 7 %, позволяет подавать ПНГ непосредственно в энергоустановки сразу после сепаратора и сэкономить на строительстве и последующем обслуживании дорогостоящей системы предварительной газоочистки, необходимой для газопоршневой электростанции. Использование бросового сырья и низкие эксплуатационные затраты на микротурбины снизят стоимость собственной электроэнергии в три раза по сравнению с местными сетевыми тарифами.

Новая 800-киловаттная электростанция Онбийского месторождения будет работать в автономном режиме совместно с уже установленной в начале 2007 г. микротурбиной Capstone C30, а энергоцентр Урмышлинского нефтепромысла планируется эксплуатировать параллельно с сетью и тремя поставленными ранее микротурбинами Capstone C65. Строительство новых энергоцентров повысит надежность энергоснабжения собственных нужд месторождений, позволит ОАО «Татнефть» сократить объем сжигаемого в факелах газа более чем на 4,5 млн м³ в год и избежать экологических штрафов.





## Новые газовые электростанции

В модельном ряду европейского промышленного оборудования ЕТ, представленного ранее бензиновыми и дизельными электростанциями, появилась новая серия электростанций GAS (мощностью 30–110 кВт), оснащенных двигателями внутреннего сгорания GM (General Motors Powertrain Industrial Engines), которые работают на природном газе (пропан-бутан или метан). Станции могут работать в основном или резервном режиме, в зависимости от этого обеспечивая энергоснабжением объект постоянно или при аварии во внешней сети. Выпускаются электростанции GAS в двух исполнениях: открытая версия – для установки в закрытых помещениях, закрытая (в кожухах) – для установки на улице. Наличие кожуха обеспечивает высокий уровень шумоизоляции и защиту от неблагоприятных погодных условий. Рекомендуемые производителем области применения: медицинские учреждения, промышленные предприятия, жилые дома, объекты сельского хозяйства, спортивные сооружения.



## Тепловой насос Danfoss DHP-AQ

В начале июля 2011 г. на заводе «Данфосс» состоялся семинар «Подбор, монтаж и сервисное обслуживание тепловых насосов Danfoss», где специалисты концерна представили новый для российского рынка продукт: тепловой насос Danfoss DHP-AQ (воздух/вода). Его мощность может составлять от 6 до 36 кВт в зависимости от модели. Danfoss DHP-AQ производится для российского рынка и уже поступил в продажу весной текущего года. Семинар на заводе «Данфосс» был организован для сотрудников компаний, подбирающих, проектирующих, монтирующих и обслуживающих отопительное оборудование в коттеджном сегменте. Также в нем приняли участие представители организаций, которые занимаются бурением скважин для тепловых насосов. Приглашенные из Швеции специалисты провели на семинаре профессиональное обучение методикам выбора теплового насоса и расчета его эффективности.

## Многоканальный и многофункциональный

Новый теплосчетчик производства ОАО «Арзамасский Приборостроительный Завод» – ТС-11 – предназначен для измерений и регистрации переданного или полученного потребителем количества теплоты и теплоносителя, а также других параметров закрытых и открытых водяных систем при учетно-расчетных операциях. Прибор рассчитан на применение в составе тепловых пунктов жилых, общественных и производственных зданий, ЦТП и др.

Многоканальность (количество модулей, подключаемых к тепловычислителю для реализации различных схем расчета энергоресурсов, может изменяться от 1 до 9) в сочетании с многофункциональностью (каналы, не используемые при расчете теплоносителя, могут быть использованы для учета горячей и холодной воды) и возможностью передачи данных на расстоянии с использованием GSM обеспечивают широкую сферу применения счетчика и, в частности, использование в информационных сетях сбора данных для служб расчета и мониторинга.

Высокая экономичность (потребляемая мощность не более 30 Вт), многофункциональность, повышенная сохранность (блок ТВ-11 выполнен в вандалостойком корпусе), возможность передачи данных на расстоянии с использованием GSM, широкий диапазон измерения параметров теплоносителя (температуры – от 3 до 150 °С, разности температур – от 5 до 145 °С, давления – от 0,1 до 1,8 МПа, расхода – относительный  $Q_{\min} : Q_{\max} = 1 : 200$ ) обеспечивают надежный срок службы (до 12 лет) и гарантированную исправную работу (до 24 месяцев).



## Новая система водоподготовки

Специалисты по водоподготовке немецкой компании SYR разработали автоматическую модульную многофункциональную систему водоподготовки LimexIQ, которая может дополняться элементами по мере необходимости. Удобство монтажа и эксплуатации обеспечивается единой системой подключения для всех компонентов установки (байпас и подмес включены в комплект) и возможностью подключения фильтра с обратной промывкой к единому фланцу. Дезинфекция установки проводится в автоматическом режиме. При необходимости стандартный блок умягчения и обезжелезивания можно дополнить с помощью универсального присоединительного фланца дозирующей установкой с насосом DOS, высокотехнологичным фильтром с обратной промывкой Drufi и/или модулем защиты от протечек Safe-T. Все это функционирует в любой комбинации, а необходимые составляющие системы подбираются в зависимости от состава исходной воды. Система оснащена контроллером с русифицированным электронным управлением и сенсорным дисплеем, единым для установок любого размера. Контроллером водоумягчителя можно управлять с любого устройства, подключенного к сети и оснащенного Интернет-браузером.



## Регулирующая арматура для энергетики

В этом году в линейке оборудования компании ARI-Armaturen, официальным партнером которой на российском рынке является ГК «Магистраль», появились новые регулирующие клапаны ARI-Stevi с номинальным давлением PN63, 100 и 160. Модели разработаны для высоких давлений и применяются в энергетике. Среди технических особенностей и преимуществ модели: прецизионная полировка штока для увеличения срока службы уплотнений клапана, резьбовое кольцо седла для понижения пропускной способности клапана (пять значений  $K_{vs}$ ), заменяемые комплекты затворов и седел, точное направление ведения штока и затвора, различные исполнения затворов (параболический, перфорированный, с разгрузкой по давлению для тяжелых промышленных применений). Регулирующие клапаны представлены в исполнении с фланцами и концами под приварку диаметрами DN15–100.



## Климат-контроллер Upronor C-46

На российском рынке представлен новый климат-контроллер Upronor C-46 – интеллектуальное устройство, способное управлять температурой тепло- и холодоносителя в зависимости от погодных условий.

Его основная функция заключается в регулировании температуры подаваемой воды в системах поверхностного отопления и охлаждения с помощью интеллектуального и точного управления клапаном смешения. Это позволяет эффективно управлять микроклиматом помещений в любом здании – как в жилом доме, так и в офисном помещении.

Тепловой комфорт обеспечивается благодаря быстрому реагированию контроллера на изменение параметров внутренней и наружной среды. Устройство получает данные от датчиков наружной и внутренней температуры, термостатов, датчиков температуры подаваемой и обратной воды, шести беспроводных датчиков влажности и быстро рассчитывает необходимую температуру подачи, в том числе предотвращая образование конденсата на поверхности труб, полов, стен и потолков.

Возможны различные режимы эксплуатации контроллера: отопление, охлаждение, отопление и охлаждение, снеготаяние. Предусмотрены возможности автономной работы, присоединения к проводной системе управления Upronor 24B, а также комплексной интеграции с беспроводной системой управления Upronor DEM. Климат-контроллер прост в монтаже и эксплуатации: беспроводное соединение облегчает размещение устройства, специальная программа-помощник обеспечивает настройку, а меню быстрого доступа позволяет легко управлять основными параметрами.

Интеграция C-46 с другими решениями Upronor еще более повышает эффективность работы систем поверхностного отопления и охлаждения, позволяя с минимальными затратами регулировать климат в любом помещении.



## Пеллетные котлы на набережной р. Москвы

Компания «БиоТерм» реализует в Москве проект по строительству системы отопления для плавучего офиса на базе дебаркадера высотой в пять этажей с полностью автономной системой водоснабжения и отопления. На дебаркадере использованы пеллетные котлы GRANDEG общей мощностью 400 кВт, которые будут обогревать жилые и офисные помещения, а также обеспечат нагрев горячей воды. Дебаркадер-офис (раньше это была плавучая мастерская) будет расположен на набережной Москвы-реки и построен в строгом соответствии с речным и морским регистром.



## Электростанция на попутном газе

Компания «Энерготех» признана победителем в проведенном в конце мая 2011 г. тендере на строительство газопоршневой электростанции мощностью 21,5 МВт на Кальчинском месторождении, разрабатываемом «ТНК-Уват». Комиссия признала предложенное «Энерготех» решение на базе пяти энергоблоков модульного исполнения самым эффективным. В качестве генерирующего оборудования будут использованы газопоршневые генераторные установки MWM (Германия) серии TCG 2032V16 единичной мощностью 4 390 кВт. Топливом для работы газопоршневых агрегатов будет выступать попутный нефтяной газ, добываемый на Кальчинском месторождении. Проект предполагает увеличить коэффициент полезного использования ПНГ на месторождении до регламентированного уровня в 95 %. Согласно подписанному между двумя сторонами контракту, «Энерготех» проведет разработку конструкторской документации проекта, осуществит пакетирование ГПГУ в модули и произведет доставку до места эксплуатации. Шефмонтажные и пусконаладочные работы на объекте, которые должны стартовать уже в конце текущего года, также находятся в зоне ответственности компании «Энерготех».

## Пресс-система для газовых трубопроводов

Пресс-система Viega Profipress G сертифицирована в 2011 г. в России и имеет все необходимые сертификаты соответствия, а также разрешение на применение, выданное Федеральным Агентством по экологическому, технологическому и атомному надзору в РФ. С помощью Profipress G в РФ без ограничений разрешается соединение прессованием трубопроводов, фитингов, арматуры. Для подсоединения потребителей и газовой арматуры допускается использование разъемных соединений. Скрытая прокладка газовых трубопроводов, соединенных методом прессования, разрешается в специальных каналах, выполненных в толще строительных конструкций.

Надежность пресс-системы обеспечивается применением уплотнительного кольца желтого цвета из HNBR, и контура безопасности (SC-Contur). Четкая маркировка фитингов исключает вероятность ошибки. Контур безопасности позволяет наглядно обнаруживать утечки при проведении пневматических испытаний. Герметичность системы визуально определяется по показаниям контрольного манометра в диапазонах испытательных давлений от 22 мбар до 3 бар. Пресс-система позволяет собирать газовые трубопроводы и устанавливать на них арматуру диаметром 15–64 мм.



## Электроэнергия из биомассы

На выставке POWER-GEN Europe, проходившей в Милане 7–9 июня, был представлен проект новой электростанции Boscaro, расположенной в Вильяно-Бьеллезе (Италия) и работающей на биомассе. Электростанция была разработана и построена компанией Ingeco of Silea. Компания Boscaro специализируется на обрубке сучьев и компостировании зеленой массы. Станция построена на базе двух энергетических установок Clean Cycle с использованием вторичного тепла мощностью 125 кВт каждая. Кроме того, в проекте используется котел перегретой воды на твердом топливе. Успех проекта обусловлен преимуществами котла и органического цикла Ренкина. Котел с движущейся решеткой позволяет использовать в качестве топлива биомассу самого разного происхождения, в том числе древесные отходы, листву, древесину сучьев, образующуюся при благоустройстве парков и скверов.





Горячее водоснабжение (ГВС) промышленного объекта, как и любого другого, может быть централизованным или децентрализованным (местным). Соответственно избранному способу производства горячей воды будет применяться и разное оборудование.

## Централизованное ГВС – особенности оборудования

А. Кочин

**П**ри децентрализованном ГВС тепло вырабатывается теплогенераторами (водогрейные двухконтурные котлы, котлы, оснащенные бойлером, проточные и накопительные водонагреватели), которые находятся на месте потребления горячей воды или в непосредственной близости. Также в целях обеспечения децентрализованного ГВС может утилизироваться тепло природных источников энергии (солнце, геотермальная энергия) или сбросовое тепло промышленных предприятий. Для этого обычно применяются тепловые насосы или солнечные коллекторы.

В большинстве случаев децентрализованные схемы теплоснабжения, включающие отопление и ГВС, применяют-

ся на индивидуальных жилых объектах (коттеджах, загородных домах) или на удаленных промышленных предприятиях, объектах социального назначения. Отдельно можно говорить о поквартирном теплоснабжении многоквартирных домов, когда в каждой квартире устанавливается бытовой двухконтурный котел или одноконтурный, оснащенный бойлером. В жилом фонде сохранилось также еще централизованное отопление в сочетании с местным ГВС от индивидуальных газовых колонок.

Все же в России, в коммунальном секторе и на промышленных предприятиях исторически наибольшее распространение получило централизованное снабжение горячей водой.

### Главные принципы

Существует несколько основных технологий централизованного производства горячей воды:

- в центральных тепловых пунктах (ЦТП), с нагревом в водоводяных подогревателях водой, поступающей из квартальной (районной) котельной или от ТЭЦ;
- аналогично, но в индивидуальных тепловых пунктах (ИТП) здания;
- в домовых или групповых котельных, где вода нагревается непосредственно в водогрейных котлах или в пароводяных подогревателях, присоединенных к паровым котлам;
- на ТЭЦ или в котлах квартальных (районных) котельных с непосредствен-





ПТО в составе ЦТП

ным разбором воды из присоединенной к ним тепловой сети.

Кроме теплогенератора и водоподогревателя (за исключением случая непосредственного разбора воды из тепловой сети, когда водоподогреватель отсутствует) система централизованного теплоснабжения включает также: трубопроводы теплоносителя, соединяющие генератор тепла с водоподогревателем; трубопроводы, разводящие горячую воду потребителям; сетевые устройства (компенсаторы линейных удлинений, воздухоотводчики); арматуру (водоразборную, предохранительную, запорную); аккумуляторы (баки); циркуляционные насосы, а при необходимости — и насосные установки повышения давления; контрольно-регулирующие устройства (регуляторы расхода, температуры), приборы учета потребления воды и тепла.

Поступающая к потребителям в жилых и общественных зданиях горячая вода должна быть питьевого качества.

### Варианты от целесообразности

В коммунальном комплексе наиболее распространены схемы производства горячей воды с водоводяными подогревателями, входящими в состав ЦТП или ИТП. Причем, схема ГВС с ИТП считается более перспективной в отношении энергосбережения.

На ЦТП холодная вода из наружной сети через ввод, водомерный узел и установку повышения давления подается в

работы на ЦТП диктуются необходимостью устранения последствий коррозии и образования накипи в подогревателях и трубопроводах. Профилактика проводится по окончании отопительного сезона, как правило, летом, однако на все это время потребитель лишается горячей воды. Если в закрытой системе теплоснабжения передача тепла с первичного теплоносителя происходит не в ЦТП, а на ИТП, то длительных перебоев в обеспечении ГВС удастся избежать.

В отличие от ЦТП, обслуживающих от двух зданий и более, к ИТП присоединяются системы отопления, вентиляции, ГВС и технологических теплоиспользующих установок только одного здания или даже его части. Для передачи тепла с первичной сети ИТП, как правило, комплектуются разборными или паяными пластинчатыми теплообменниками, которые компактнее, эффективнее, а также менее, чем кожухотрубные, подвержены коррозии и формированию отложений. Процесс чистки пластинчатых теплообменников ИТП занимает во много раз меньше времени

водонагреватель, где нагревается до нужной температуры, забирая энергию теплоносителя, поступающего из первичного контура сети теплоснабжения. Далее нагретая вода доставляется по распределительной сети ГВС непосредственно к потребителю. Остывшая вода из системы ГВС также возвращается в водонагреватель для подогрева.

Обязательные профилактические

(несколько часов в год), чем профилактические работы на ЦТП (до 30 суток в год), и, как следствие, не происходит перебоев в обеспечении ГВС потребителя.

Системы с ИТП обходятся дешевле за счет снижения капитальных затрат на строительство ЦТП, требующих отдельного строения. Для современных малогабаритных ИТП не обязательно даже иметь специально оборудованное помещение. Снижаются капитальные затраты и за счет замены четырехтрубной (для ЦТП) на двухтрубную подводку к зданию, так как ГВС готовится на ИТП, размещенном непосредственно в самом здании. По той же причине исключаются теплотери в наружных сетях ГВС. Появляются дополнительные удобства для потребителя. Организация системы теплоснабжения здания с ИТП, оснащенного современной погодозависимой автоматикой, позволяет отапливаться в более гибком и экономичном режиме. Практически полностью исключаются так называемые «недотопы» и «перетопы». ИТП могут применяться не только при организации систем теплоснабжения вновь возводимых объектов, но и при реконструкции зданий.

Основные положения по проектированию и строительству ЦТП и ИТП собраны в «Своде правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловых пунктов» (СП-41-101-95).

Схему с подогревом воды в пароводяных подогревателях используют соответственно там, где для производ-



ПТО в составе ИТП



ства тепла применяется паровой котел – часто в промышленности, на предприятиях, требующих производства пара или горячей воды с высокими значениями температуры.

### Водоподогреватели в системах ГВС

В системах ГВС применяются водоводяные и пароводяные водоподогреватели.

Ранее в России широкое распространение в составе ЦТП получили водоводяные и пароводяные водоподогреватели в кожухотрубном исполнении.

Традиционный кожухотрубный теплообменник (КТО) не допускает прямого контакта теплоносителя с подогреваемой водой. Теплообмен между средами осуществляется через стенки трубок при встречном движении несмешивающихся сред.

Съем тепла в КТО осуществляется через стенки металлических трубок. Трубки делаются из устойчивых к коррозии металлов, таких как латунь или нержавеющая сталь. Используются как гладкие, так и профилированные трубки. Эффективность профилированных тру-

бок выше, но они несколько сложнее в производстве.

В системах отопления теплоноситель, как правило, движется внутри трубок КТО, в то время как нагреваемая вода – по межтрубному пространству. В системе ГВС нагреваемая вода движется по трубкам, а нагревающий ее теплоноситель (пар или вода) по межтрубному пространству.

Водоводяной подогреватель на основе КТО состоит из секций необходимого размера, наиболее распространены двух- и четырехметровые. Между собой

### Комментарий специалиста

Рекомендации по выбору теплообменного оборудования от специалистов компании «Ридан».

#### Выбор теплообменного оборудования

ПТО сегодня – наиболее рациональный вариант подключения систем ГВС зданий к тепловым сетям. Однако выбор оптимального теплообменного оборудования для решения конкретной задачи требует профессионального подхода, поэтому разумнее всего предоставить этот выбор производителям, которым доверяет заказчик.

При самостоятельном расчете ПТО (на расчетных программах производителей) следует учитывать следующее.

Теплообменник должен одинаково хорошо справляться со своей функцией на всех режимах работы, поэтому основной (конструкторский) расчет необходимо выполнять на самый напряженный режим. В большинстве случаев таким является переходный режим работы, который рассчитывается на точку излома температурного графика. Целесообразно проверить с помощью функции поверочного расчета работу выбранного оборудования и на других характерных режимах. Следует помнить, что при отсутствии баков аккумуляторов расчет ведется на максимальное потребление расхода горячей воды.

При расчете надо предусмотреть запас теплообменной поверхности (запас по коэффициенту теплопередачи). Он нужен для сохранения необходимых рабочих параметров оборудования при загрязнении поверхности теплообмена в процессе работы. Согласно СП41-101-95 для систем ГВС рекомендуется запас поверхности теплообмена – 15–30 %. Окончательный выбор запаса теплообменной поверхности производится заказчиком с учетом баланса надежности оборудования и его цены. Граница разумной экономии не должна превышать пороговых значений: запас для разборных ПТО не должен быть меньше 7 %, для паяных – не меньше 20 %.

Во избежание преждевременного выхода из строя ПТО, а также повышенного шума во время его работы нельзя допускать высоких скоростей сред в теплообменнике. Максимальные скорости жидкости лучше ограничить 4,5 м/с. ПТО – эффективное оборудование, но чрезмерная эффективность может привести к чрезмерной чувствительности к загрязнению, поэтому коэффициент теплопередачи желательно ограничить значениями 4500–5000 ккал/(м<sup>2</sup>·ч·С).

#### Рекомендации по выбору материалов для ПТО систем ГВС

Стандартное материальное исполнение теплообменного оборудования большинства производителей предусматривает: пластины – сталь AISI 316, прокладки – EPDM, порты теплообменника – углеродистая сталь. В большинстве случаев этот комплект оптимален по соотношению «цена-качество». Однако в случаях, когда вода холодного водоснабжения (ХВС) подвергается регулярному гиперхлорированию (например, в период снеготаяния), или берется из скважины (или водоема) и не соответствует по качеству нормативам ХВС (прежде всего по концентрации хлорид-ионов, в совокупности с достаточным содержанием солей жесткости), существенно повышается риск возникновения на пластинах местных видов коррозии (питтинг, коррозионное растрескивание). В этом случае необходимо предусмотреть применение пластин из более коррозионностойкого материала (SMO254, Titan). В любом случае для систем ГВС нельзя использовать в качестве материала пластин стали с меньшей коррозионной стойкостью, чем AISI 316 (например, AISI 304 и др.). Порты теплообменника, выполненные из углеродистой стали, могут являться дополнительным источником оксидов железа в системе ГВС. Для предотвращения контакта воды системы ГВС с углеродистой сталью можно предусмотреть выполнение портов теплообменника по нагреваемой стороне из нержавеющей стали, или наличие особых вставок в порты (обычно стальные или резиновые).





Пластинчатые теплообменники



**Высокие стандарты обслуживания  
каждого клиента**



г. Нижний Новгород, ул. Коминтерна, 16,  
тел./факс: (831) 277-88-55  
e-mail: [office@ridan.ru](mailto:office@ridan.ru)  
[www.ridan.ru](http://www.ridan.ru)  
Тел./факс: 8-800-700-8885  
(звонок по России бесплатный)







Водоводяные водоподогреватели на основе КТО

секции соединяются «калачами», по которым между секциями передается вода из трубного пространства, и патрубками, по которым движется вода межтрубного пространства. Диаметр секций может составлять от 57 до 377 мм, что позволяет подобрать оптимальную мощность системы. В среднем, срок службы такого водоводяного подогревателя составляет около 25 лет.

Водоводяные КТО рассчитаны на эксплуатацию при температуре теплоносителя до 150 °С и относительном давлении до 1 МПа для секций с латунными трубками и до 1,6 МПа для секций со стальными трубками. Для того чтобы избежать прогиба трубок, используются блоки опорных перегородок. При этом перегородки смещаются друг относительно друга, благодаря чему достигается поперечно-винтовое омывание трубок водой из межтрубного пространства.

КТО нуждаются в регулярном техническом обслуживании. Чистка трубок от накипи, которая снижает эффективность теплообмена, должна осуществляться не реже одного раза в 2 года. Если КТО эксплуатируется в тяжелых условиях, техническое обслуживание рекомендуется производить чаще.

Пароводяные КТО используются для подогрева воды систем теплоснабжения, отопления и ГВС, могут применяться в системах, работающих по наиболее распространенным графикам температурного регулирования 70–150 °С, 70–130 °С, 70–95 °С, 5–60 °С. Первичный теплоноситель в пароводяных подогревателях – пар давлением 0,7 МПа для подогрева

воды до 130 и 150 °С и давлением 0,2 МПа для подогрева воды до 95 и 60 °С. Давление воды не должно быть выше 1,6 МПа. Для температурного режима 70–150 °С используются четырехходовые подогреватели, для остальных режимов – двухходовые. Во избежание вскипания воды ее давление в подогревателях должно быть не менее чем на 0,1 МПа выше давления пара.

Кожухотрубные теплообменники, получившие широкое распространение



Пароводяные водоподогреватели на основе ПТО

в качестве водоводяных и пароводяных подогревателей в XX в., просты в конструкции. Однако простота конструкции не всегда исключает недостатки. В КТО сложно обнаружить внутренние протечки, следствием которых является нежела-

тельное смешивание сред. При простоте конструкции КТО сложны в изготовлении и ремонте. Они требуют много места при установке, что не всегда удобно при монтаже тепловых пунктов. Наконец, КПД КТО относительно невысок.

Сегодня в роли водоподогревателей – все чаще в составе ЦТП и почти исключительно в составе ИТП – применяются пластинчатые теплообменники (ПТО), лишенные ряда недостатков, присущих КТО и обладающие дополнительными преимуществами.

В пластинчатых теплообменных аппаратах потоки теплоносителя движутся между стальными пластинами, которые имеют рельефную поверхность, создающую турбулентность потока для более эффективного теплообмена между несмешивающимися средами. КПД пластинчатых теплообмен-

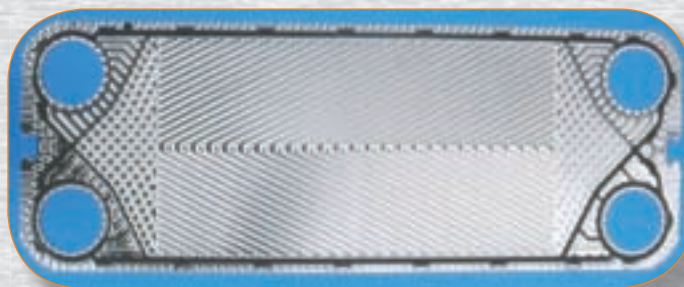
ников может достигать 99 %.

Высокая эффективность теплообмена создает предпосылки для использования на тепловых пунктах современных систем автоматики с погодной компенсацией, что позволяет перейти на качественное регулирование теплоносителя в системе отопления в переходный период (при температуре

наружного воздуха от 1 до 8 °С). Кроме того, турбулентность потока снижает вероятность образования отложений на поверхностях теплообмена. Как следствие, пластины ПТО меньше подвергаются коррозии, чем рабочие поверхности

КТО, пластинчатые аппараты реже нуждаются в очистке и служат дольше. Сам ремонт ПТО сводится к замене пластины или прокладки.

Герметичность пластинчатого теплообменника обеспечивается резиновыми



Пластина ПТО с прокладкой



#### **Комментарий специалиста**

Константин Воскресенский, технический представитель компании Viega в России

#### **Особенности «горячего» трубопровода**

При выборе типа трубопроводной системы для горячего водоснабжения на первый план выходит термостойкость труб. У металлических труб эта характеристика лучше, чем у полимерных (при долговременном воздействии высокой температуры они со временем выходят из строя). Альтернативой пластиковым трубам могут служить металлополимерные.

Не менее важно учитывать также коэффициент линейного теплового расширения (КЛТР), характеризующий степень удлинения трубы при нагревании. По этому показателю металлические трубы также предпочтительнее полимерных, так как КЛТР для разного вида металлов составляет от 0,012 до 0,015 мм·м·К. Коэффициент теплового расширения полимерных трубопроводов гораздо выше – от 0,15 до 0,18 мм·м·К. Поэтому полимерные трубы начинают выгибаться и провисать даже при незначительном нагреве, вследствие чего возникает внутреннее напряжение в стенках труб и фитингов, что может привести не только к деформации, но и к разрушению уязвимых участков системы, например, мест соединений.

Несмотря на то, что металлические трубопроводы гораздо меньше подвержены линейному тепловому расширению, полностью игнорировать КЛТР и в их случае нельзя. При проектировании металлических трубопроводов горячего водоснабжения необходимо на их длинных участках ставить компенсаторы линейного удлинения, чтобы в точках подсоединения арматуры и оборудования из-за теплового расширения не возникали сильные механические напряжения. Например, следует формировать специальные участки-компенсаторы, имеющие форму букв Z, Т и U. Там, где невозможно создать такой участок, используют сильфонные компенсаторы – конструкции, своим видом напоминающие гармошку. Они примут на себя многоцикличные деформации сжатия, растяжения, изгиба и их комбинаций под воздействием внутреннего или внешнего давления, температуры и механических напряжений и компенсируют напряжения в трубопроводе без нарушения его герметичности.

И, конечно же, при выборе системы для горячего водоснабжения необходимо учитывать химический состав воды, поскольку при высокой температуре химическое воздействие на трубы усиливается. Даже безвредная по своему составу для человека вода может стать разрушительной для труб. Для металлических систем важно значение pH (кислотность), а также наличие растворенного кислорода, хлора и его соединений. Большие концентрации хлора также опасны и для многих видов полимерных труб.

Наилучшим образом ведут себя трубы из нержавеющей стали – они нейтральны по своей природе, не вступают в реакцию с примесями в воде и не изменяют качества воды. На втором месте – трубы из меди. Они также обладают рядом преимуществ (коррозионная стойкость, бактерицидность), но для них важны исходные параметры воды – pH, скорость потока, наличие органических примесей и т.д.

Наконец, последний показатель, с которым нельзя не считаться – газопроницаемость. Стенки некоторых видов полимерных труб, подходящих для применения в системах теплоснабжения, проницаемы для кислорода. Кислород не опасен для самих труб, но вызывает коррозию стальных приборов, а также образует воздушные пробки, вызывающие неполадки в работе системы. Поэтому в системах теплоснабжения должны использоваться полимерные трубы с защитным антидиффузионным слоем.

прокладками, располагающимися между пластинами. Пластины стягиваются в пакет, и число их может меняться в соответствии с нуждами заказчика. Эта же особенность конструкции ПТО позволяет легко наращивать рабочую мощность аппарата за счет добавления новых пластин.

Высокий КПД и большая площадь теплообменных поверхностей, находящихся в контакте с теплоносителем, определяют компактность пластинчатых аппаратов. ПТО с габаритными размерами 3×2×1 м может иметь площадь теплообменных поверхностей от 200 м² и более. В сравнении с КТО той же производительности ПТО компактнее в 4–6 раз.

По способу сборки ПТО разделяются на две основные группы: разборные

и паяные. В разборных герметизация достигается за счет уплотнений, а в паяных – посредством пайки в вакуумной печи. Различаются эти группы и по способности теплообменника выдерживать ту или иную температуру теплообменных сред. Для разборных ПТО максимальная рабочая температура составляет 150–180 °С, где 150 °С – температурный предел для уплотнений из резины EPDM, а 180 °С – для уплотнений из резины Vitol или эксклюзивных материалов. Для паяных теплообменников рабочая температура достигает 220–250 °С.

#### **Трубопроводы ГВС**

Для устройства трубопроводов внутренних систем горячего водоснабжения используется большой набор труб



Медный трубопровод ГВС



**Комментарий специалиста**

Дмитрий Денисенко, региональный руководитель по Москве и МО, компания ООО «Вило Рус»

**Надежность насосов с мокрым ротором в системах ГВС**

Отличия циркуляционных насосов для ГВС от их аналогов, применяемых в системах отопления, прежде всего определяются свойствами рабочей среды. Вода в системах ГВС не подвергается той водоподготовке, которая проводится для теплоносителя систем отопления, поэтому, как правило, характеризуется большей концентрацией кислорода и солей жесткости. Контактирующие с водой детали циркуляционных насосов для ГВС изготавливаются из материалов, устойчивых к действию кислородной коррозии. Материалом исполнения корпуса таких насосов обычно служит чугун с нанесенным на него катафорезным покрытием, бронза, латунь или легированная сталь с добавками, определяющими указанные свойства. Из легированной стали изготавливают и вал мокрых циркуляционных насосов для ГВС, а материалом для подшипников служит графит, пропитанный синтетической смолой.

В циркуляционных насосах для ГВС с сухим ротором применяется в основном рабочее колесо, изготовленное из бронзы, а также специальные торцевые уплотнения вала, предназначенные для контакта с питьевой водой.

При этом конструкция моделей насосов с сухим ротором, предназначенных для эксплуатации в системах горячего водоснабжения, не отличается от аналогов для систем отопления, а у мокрых циркуляционных насосов должны быть специфические отличия, как, например, в серии Wilo Top-Z. Это касается устройства рабочей камеры данных насосов, частично изолированной от контура ГВС.

В насосе с мокрым ротором, который не имеет в своей конструкции крыльчатки вентилятора, той, что в составе конструкции насоса с сухим ротором охлаждает потоком воздуха мотор, охлаждение мотора происходит следующим образом: перекачиваемая вода поступает из зоны повышенного давления за рабочим колесом в отсек с ротором, омывая изнутри стенку стакана роторной камеры, с другой стороны которой расположены обмотки статора. Сняв таким образом тепло со стенки стакана роторной камеры, вода поступает в отверстие, расположенное на задней части вала и по каналу внутри вала возвращается в зону пониженного давления, перед рабочим колесом. Рабочая камера насоса и камера ротора при этом не изолированы друг от друга, вода постоянно движется из одной в другую.

Рабочая камера насосов Wilo Top-Z разбита на два изолированных отсека – отсек рабочего колеса и отсек ротора. При первичном заполнении системы ГВС водой отсек с рабочим колесом заполняется теплоносителем – водой, которая далее по каналу внутри вала поступает через обратный клапан, расположенный в этом канале, в отсек с ротором. Там она, как и для всех других моделей мокрых циркуляционных насосов, выполняет функцию охлаждения мотора «изнутри», однако несколько иным способом. Поступившая в моторный отсек вода запирается с помощью торцевого уплотнения вала повышенным давлением за рабочим колесом, выйти же обратно через канал внутри вала ей мешает обратный клапан, расположенный там. Запертая в роторном отсеке вода начинает выполнять роль теплопроводника. Теплообмен между водой роторного отсека и водой в системе ГВС осуществляется через запирающую металлическую пластину – этого, а также теплообмена от кожуха мотора в окружающий воздух оказывается достаточно, чтобы не дать мотору перегреться при работе насоса. Если же вода в камере ротора нагревается сверх предусмотренного значения температуры, возросшим от температуры давлением в отсеке ротора отжимается запирающее уплотнение и часть воды сбрасывается в отсек рабочего колеса и далее в трубопровод ГВС. При последующем охлаждении (когда насос не работает) объем рабочего тела воды в роторном отсеке уменьшается, давление там падает и через обратный клапан внутри канала вала необходимая для уравнивания давлений порция воды поступает из отсека рабочего колеса.

Таким образом, дополнительные элементы в конструкции насосов WILO, предназначенных для систем ГВС (по отношению к конструкции насоса для системы отопления) – торцевое уплотнение вала, обратный клапан внутри вала. Эти элементы служат для запираания воды внутри камеры ротора. Такой принцип охлаждения мотора циркуляционного насоса с мокрым ротором, сохраняя его преимущества, позволяет избежать интенсивного протока воды через роторный отсек и, как следствие, выпадения солей жесткости в пространстве между ротором и стенкой стакана роторной камеры, а также в щели между валом и подшипником скольжения. Именно там это чаще всего происходит в насосах обычной конструкции (для систем отопления), которые пытаются применить в системах ГВС, и служит главным фактором заклинивания вала, перегрева и сгорания мотора.



Металлопластиковая труба для холодного и горячего водоснабжения

из различных материалов. Доминируют по-прежнему стальные трубы, но все больше применяются трубопроводы из пластиковых материалов (сшитого полиэтилена, полипропилена, полибутена, дополнительно хлорированного поливинилхлорида и др.) и металлопластиковых. Применяются также медные трубы российских производителей, а также поставляемых из-за рубежа. Термостой-

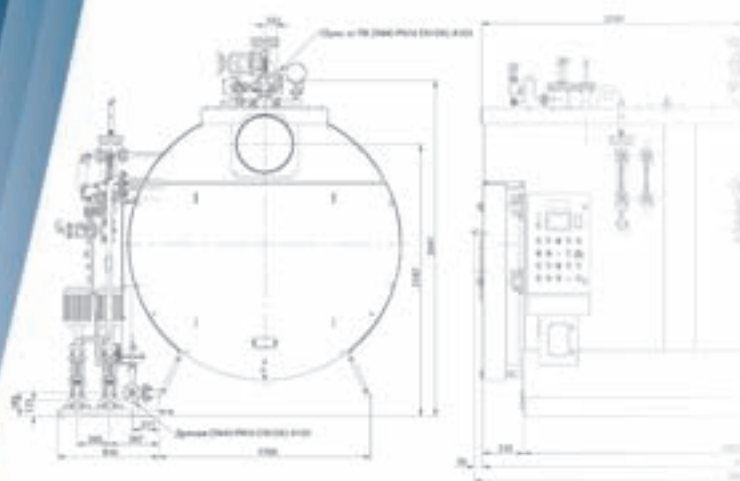
кость – один из важнейших факторов, влияющих на выбор труб для системы горячего водоснабжения.

**Циркуляционные насосы в системах ГВС**

Сети трубопроводов систем централизованного горячего водоснабжения состоят из подающих и циркуляционных трубопроводов. Циркуляционные трубо-



## Котлы паровые двух- и трехходовые высокого и низкого давления

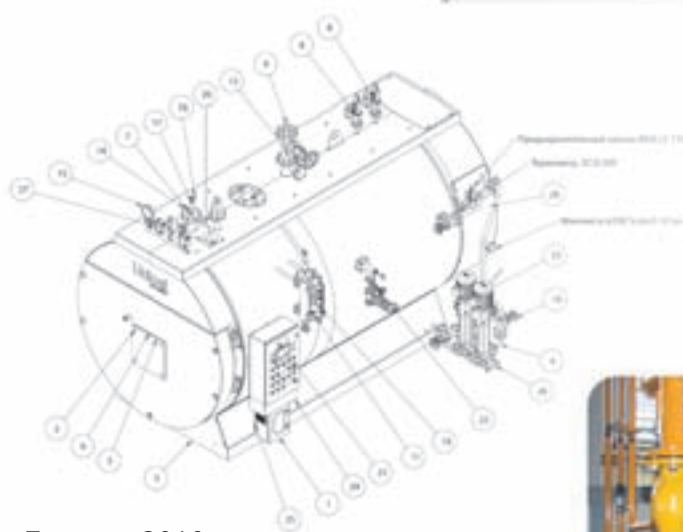


### **BAHR' UNO**

давление до 0,7 бар  
паропроизводительность  
до 3000 кг/ч

### **BAHR' 12/15 НР и НРЕС**

давление до 12/15 бар  
паропроизводительность  
до 5000 кг/ч



### **TRYPASS' 12/15**

давление до 12/15 бар  
паропроизводительность  
до 17 250 кг/ч

Поставки 2010 года:

ООО «Молочные Эко-фермы», г. Белгород  
ООО «КонсервСушПрод», г. Брянск  
ООО «Прохоровский  
комбикормовый завод», г. Белгород  
ООО «Кондитерская фабрика  
«Богатырь», г. Москва  
ООО «Промбетон», г. Орел



**Авторизованный сервисно – дилерский центр,  
официальный партнер компании UNICAL AG S.P.A. в России:  
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»**

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





Циркуляционный насос с мокрым ротором для систем ГВС



Циркуляционный насос с сухим ротором для систем ГВС

проводы устраивают для естественной или искусственной циркуляции воды в сети через водоподогреватель, чтобы при недостаточном водоразборе или его отсутствии вода не остывала и вне зависимости от условий разбора имела одинаковую температуру на выходе. Искусственная циркуляция воды в циркуляционных трубопроводах обеспечивается работой циркуляционных насосов.

В системах ГВС, как правило, находят применение насосы меньшей мощности, чем в системах отопления, поэтому в большинстве случаев даже в промышленных системах устанавливаются насосы с мокрым ротором – более удобные в монтаже и обслуживании, более надежные, но характеризующиеся меньшим КПД, чем циркуляционные насосы с сухим ротором. Лишь там, где протяженность, а как следствие, и гидравлическое сопротивление в контуре ГВС требует применения агрегатов большой мощности, значение которой выходит за мощный диапазон существующих линеек мокрых циркуляционных насосов, устанавливаются насосы с сухим ротором (так называемые насосы in line).

Отличие насосов с сухим и мокрым ротором заключается в том, что у первых рабочая камера агрегата, через которую прокачивается рабочая среда, герметично изолирована от ротора двигателя, а в агрегатах с мокрым ротором рабочая

жидкость вместе с рабочим колесом омывает ротор, выполняя одновременно функции смазывания подшипников и охлаждения электромотора. Части мотора насоса с мокрым ротором, которые находятся под напряжением, герметично защищает от соприкосновения с жидкой рабочей средой разделительный стакан, выполненный из нержавеющей немагнитной стали. Вал ротора часто изготавливают из керамики, а подшипники из графита.

В целом мокрые насосы проще сухих по конструкции, дешевле, но обладают меньшей мощностью и КПД. Если для насосов с сухим ротором КПД колеблется в пределах 40–80 %, то для большинства мокрых циркуляционных насосов этот показатель составляет 10–60 %.

К достоинствам именно мокрых циркуляционных насосов необходимо отнести и такие качества, как надежность и простота в эксплуатации – они могут работать годами без технического обслуживания. Монтаж, ремонт и замена этих насосов не требуют трудоемких операций. Для

облегчения ремонта и профилактики многие современные мокрые циркуляционные насосы собраны по блочному принципу и легко разбираются на пять блочных модулей: корпус насоса, рабочее колесо, вал с подшипниками и ротором – единым блоком в картуше, корпус мотора со статором, клеммная коробка.

Работают мокрые циркуляционные насосы практически бесшумно.

На российский рынок циркуляционных насосов с мокрым ротором постав

ляет ряд мировых лидеров производства насосного оборудования: DAB (Италия), Grundfos (Дания), Nocchi pumps (Италия), Smedegaard (Дания, Великобритания), Wilo, Wirbel (Германия) и др.



Теплообменный аппарат на основе ПТО в сборе





Корпорация

**ПРОФЕССИОНАЛ**

Россия, 410047, г.Саратов,

ул.Сибирская, 2А

т/ф: (8452) 66-11-66, 66-06-24,

66-06-25, 66-06-27, 76-88-33

e-mail: prof-sar@mail.ru www.prof-sar.ru

- Проектирование
- Согласование
- Производство
- Монтаж
- Пусконаладка
- Тех.Обслуживание
- Диспетчеризация
- Эксплуатация

**“ПОД КЛЮЧ” по всей России**

**Котельные “Professional”**



котельные

**“Professional”**

на любом виде топлива

• отдельно стоящие  
• пристроенные  
• встроенные  
• крышные

**ВОДОГРЕЙНЫЕ И ПАРОВЫЕ  
КОТЕЛЬНЫЕ**

Россия, 410047, г.Саратов, ул.Сибирская, 2А

тел./факс: (845-2) 66-11-66, 66-06-24,

66-06-25, 66-06-27, +7 (904) 706-88-33

e-mail: prof-sar@mail.ru www.prof-sar.ru

Водогрейные и паровые  
котельные “Professional”  
от 100 кВт до 100 МВт  
на любом виде топлива

**Надёжность стратегического партнёра!**



# Регулирование параметров пара в котлах с естественной циркуляцией

В. Котлер, к.т.н.

Каждый паровой котел рассчитан на получение определенного количества насыщенного или перегретого пара при заданных давлении и температуре. Как известно, для подачи воды в котел используется питательный насос, давления которого должно быть достаточно для преодоления сопротивления подводящих трубопроводов и экономайзера. Из барабана пар может подаваться непосредственно потребителю (и тогда температура насыщенного пара будет жестко привязана к его давлению). Однако при выработке перегретого пара его температура определяется тепловосприятием поверхности нагрева, которая называется пароперегревателем.

Понятно, что на выходе из пароперегревателя давление будет уже ниже, чем в барабане котла, но для получения потребителем перегретого пара нужного давления изготовители котла учитывают и давление в барабане, и сопротивление пароперегревателя.

Сложнее обстоит дело с температурой перегретого пара. Дело в том, что расход топлива (следовательно, и тепловыделение в топочной камере) настраивается на определенный расход пара, необходимый в данный момент потребителю. И вот тут-то и начинаются сложности: если поверхности нагрева пароперегревателя разместить в топке (т.е. в случае радиационного пароперегревателя), то увеличение нагрузки приведет к снижению температуры пара, так как удельное тепловосприятие пароперегревателя возрастает в топке медленнее, чем увеличивается нагрузка. Но если пароперегреватель выполнен в виде конвективных поверхностей нагрева (что встречается чаще на промышленных котлах), то количество проходящих через него продуктов сгорания увеличивается почти пропорционально увеличению нагрузки и, кроме того, повышается температура газов на выходе из топки, т.е. перед пароперегревателем. Соответственно повышаются коэффициент теплоотдачи в пароперегревателе и температурный напор. В результате удельное тепловосприятие поверхности пароперегревателя растет быстрее, чем нагрузка котла, и температура перегрева возрастает.

На рис. 1 показано, как будет меняться температура перегретого пара, если при нагрузке 65 % номинальной она будет

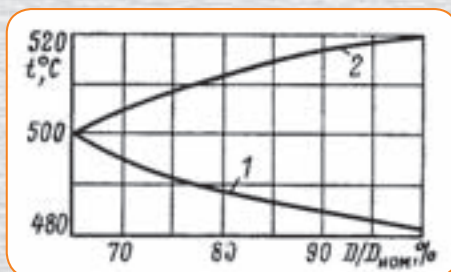


Рис. 1. Зависимость температуры перегрева пара от нагрузки котла (без регулятора температуры пара): 1 — радиационный пароперегреватель; 2 — конвективный пароперегреватель

равна 500 °C. Увеличение нагрузки до 100 % приведет к росту  $t_{пг}$  до 520 °C при конвективном, и к снижению  $t_{пг}$  до 480 °C — при полностью радиационном пароперегревателе.

На практике крупные энергетические котлы оборудуют смешанными, радиационно-конвективными пароперегревателями. На температуру перегрева пара влияют не только нагрузка котла, но и некоторые режимные факторы: шлакование топочных экранов, загрязнение труб конвективного пароперегревателя, избыток воздуха и т.д.

Для того чтобы при всех режимах обеспечить необходимую температуру пара у потребителя, котлы оборудуют поверхностными или впрыскивающими пароохладителями. Поверхностный пароохладитель по конструкции представляет собой трубчатый теплообменник, в котором протекающая внутри труб питательная вода охлаждает протекающий снаружи перегретый пар (рис. 2). По потоку питательной воды пароохладитель может быть включен параллельно или последовательно с экономайзером (рис. 3). При параллельной схеме включения (рис.

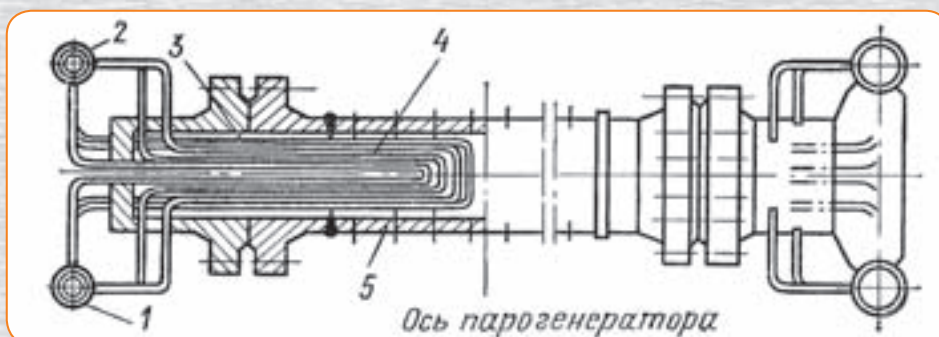


Рис. 2. Поверхностный пароохладитель: 1 — входной коллектор охлаждающей воды; 2 — выходной коллектор воды; 3 — входная камера; 4 — трубы, охлаждаемые водой; 5 — корпус пароохладителя



[ Воздух ]

[ Вода ]

[ Земля ]

[ Buderus ]

## Эксперт в области энергоэффективных решений

Товар сертифицирован. На правах рекламы.



Водогрейный котел  
Buderus Logano S825

Buderus – это эксперт и комплексный поставщик энергоэффективных систем отопления, горячего водоснабжения, кондиционирования, генерации одновременно электрической и тепловой энергии, в том числе оборудования на возобновляемых источниках энергии. Современное инновационное оборудование Buderus позволяет значительно снизить потребление энергии и сократить вредное воздействие на окружающую среду.

**Тепло – это наша стихия**

[www.buderus.ru](http://www.buderus.ru)

Телефон горячей линии +7 495 510 33 10

# Buderus



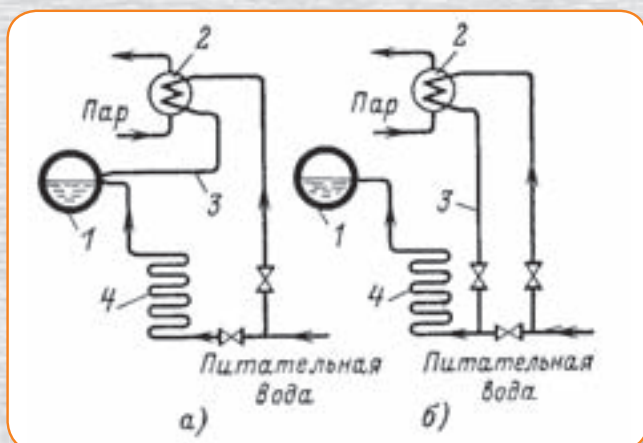


Рис. 3. Параллельная (а) и последовательная (б) схемы включения поверхностного пароохладителя: 1 – барабан котла; 2 – парохладитель; 3 – отвод охлаждающей воды из парохладителя; 4 – экономайзер

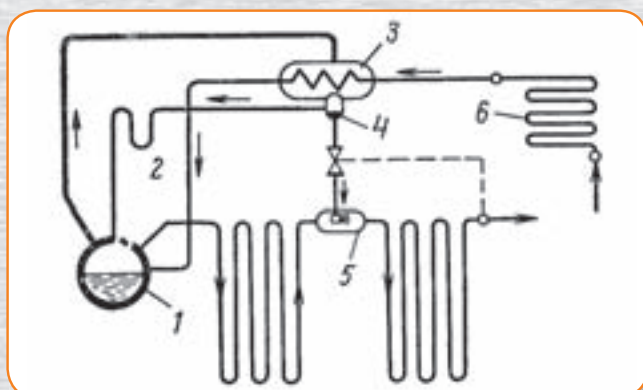


Рис. 4. Схема регулирования температуры пара впрыском собственного конденсата: 1 – барабан; 2 – гидрозатвор; 3 – парохладитель; 4 – емкость конденсата; 5 – коллектор с впрыскивающим устройством; 6 – экономайзер

За) по мере увеличения количества проходящей через него питательной воды ухудшаются условия охлаждения экономайзерных труб и, соответственно, повышается температура дымовых газов за экономайзером. Поэтому чаще применяется схема последовательного включения парохладителя (рис. 3б).

Количество питательной воды, проходящей через парохладитель при полной его нагрузке, может достигать 30–40 % общего ее расхода. Устанавливают поверхностный парохладитель обычно в рассечку пароперегревателя, так как при этом обеспечивается снижение температуры частично перегретого пара и, соответ-

ственно, его конечной температуры. Второй метод регулирования температуры перегретого пара – впрыск питательной воды или конденсата в поток перегретого пара. Этот метод чаще используют на котлах средней мощности и на крупных энергетических котлах. Впрыск осуществляется через перфорированные трубы с отверстиями диаметром 3–5 мм. Для предотвращения попадания на стенку паропровода относительно холодных струй конденсата, в месте установки распылителя в паропроводе устанавливается защитная рубашка длиной не менее 0,5 м с зазором между ней и паропроводом от 6 до 10 мм.

Во избежание отложения солей в пароперегревателе для впрыскивающих парохладителей лучше использовать не питательную воду, а конденсат. На многих барабанных котлах конденсат для впрыска вырабаты-

вают непосредственно в котле. На схеме (рис. 4) показана установка, в которой за счет охлаждения пара частью питательной воды получается конденсат, который и впрыскивается в рассечку между двумя пакетами пароперегревателя. При этом, конечно, на величину впрыска увеличивается количество пара, проходящего через выходную ступень пароперегревателя (после впрыскивающего парохладителя).

На старых котлах, изготовленных в 50–60-е годы, можно встретить еще один метод регулирования температуры пара: при сжигании газа, мазута или малокалорийных топлив котлы средней мощности иногда оборудовали дымососами рециркуляции дымовых газов. Отбор газов производили из газохода с температурой дымовых газов около 400 °С. Затем с помощью дымососа (рис. 5) подавали эти газы через холодную воронку в топочную камеру. Рециркуляция газов в нижнюю часть топки снижала температуру факела и, соответственно, тепловосприятие экранов. В результате увеличивалось тепловосприятие конвективных поверхностей (увеличивались объем и скорость дымовых газов), что и повышало температуру пара. Этот способ регулирования температуры пара встречается все реже: рециркуляция повышает температуру уходящих газов, увеличивает аэродинамическое сопротивление котла, а для некоторых малореакционных углей (тошние, АШ) вообще не применима. Метод регулирования с использованием поверхностного парохладителя оказался более удобным для промышленных и отопительных котлов, генерирующих перегретый пар.

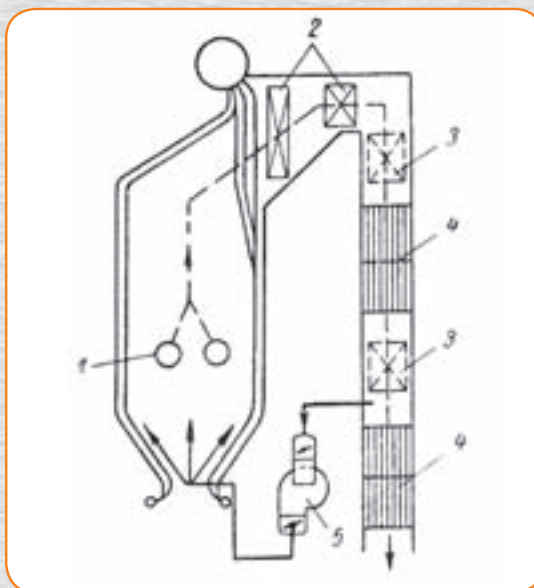


Рис. 5. Схема рециркуляции газов: 1 – горелка; 2 – пароперегреватель; 3 – две ступени экономайзера; 4 – две ступени воздухоподогревателя; 5 – дымосос рециркуляции газов





### Domiproject D

Настенный газовый котел  
с функцией быстрого приготовления горячей воды

- цифровая система управления на базе двух микропроцессоров
- компактный медный теплообменник нового образца
- системы антиблокировки насосов и защиты от замерзания
- рациональная конструкция
- оптимальное решение для системы поквартирного теплоснабжения

Реклама. Товар сертифицирован.





Важнейшей составляющей внутреннего газопровода являются трубы, по которым транспортируется газовое топливо. Учитывая взрывоопасность природного газа, а также возможный вред здоровью людей при большой его концентрации в окружающей среде, к трубам газопровода, а также к особенностям их прокладки и газовой арматуре предъявляются строгие требования.

## Внутренний газопровод

А. Баркасов

Согласно СНиПу 42-01-2002 «Газораспределительные системы»: «Внутренние газопроводы следует выполнять из металлических труб». Кроме того, рекомендуется прокладывать внутренние газопроводы открытым способом. Допускается прокладка стальных газопроводов в штробах при соблюдении дополнительных мер по их гидроизоляции и предусмотренной возможности доступа для профилактического осмотра газопровода. Также участки газопровода в штробах не должны содержать арматуры и разъемных соединений.

Соединения внутренних газопроводов осуществляются сваркой. Разъемные соединения разрешаются в местах присоединения газового и газоиспользующего оборудования, арматуры и КИП.

В качестве дополнительных мер гидроизоляции стальных труб предусматривается покраска их в два слоя желтой масляной краской.

Традиционно и в согласии с требованиями нормативной документации прошлых лет широкое распространение для применения в составе внутренних газопроводов на территории РФ получили стальные трубы, реже – более дорогие медные.

Наиболее широко применяются так называемые трубы стальные водогазопроводные, которые производятся методом формовки из ленты (штрипса). При электросварке производится усиление сварного шва, что обеспечивает безопасность и долговечность трубы.

К водогазопроводным стальным трубам изготавливают и широко используют различные отводы, сгоны, переходы, тройники, бочата, заглушки. Выпускаются электросварные стальные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262-75 длиной от 5,5 м до 11,7 м. Основные заводы, производящие водогазопроводные трубы, – «ТагМет», «Первоуральский новотрубный завод», «Колпинский завод», «Волгореченский трубный завод» и др.

Для водогазопроводной трубы допускается разная толщина стенок, однако наружный диаметр остается неизменным.

Стальным трубам присущи долговечность, устойчивость к высокому давлению, низкий температурный коэффициент



линейного расширения, что позволяет также применять их в системах отопления и горячего водоснабжения. Но есть у стальных труб и существенные недостатки: они подвержены коррозии, которая может приводить к протечкам; их внутренняя поверхность засоряется отложениями, снижая пропускную способность; сталь проводит электрический ток, а под действием блуждающих токов коррозия значительно усиливается; монтажные работы по прокладке стального газопровода трудоемки и относительно дорогостоящи.

Высокая подверженность коррозии стальных труб и обуславливает необходимость открытой прокладки изготовленных из них газопроводов в целях обеспечения возможности ревизии и замены.

Медные трубы обладают всеми преимуществами стальных труб, только они значительно меньше подвержены коррозии, а покрывающий их со временем оксид (патина) выступает как защитное покрытие, имеет красивый цвет и улучшает качество и внешний вид трубопровода. Кроме того, медь обладает бактерицидными свойствами, что имеет значение при использовании медных труб в водопроводах холодного водоснабжения, но никак не сказывается при использовании медных труб для транспортировки газа.

Выпускаются медные газовые трубы очень широкой номенклатурой: диаметр может быть от 6 до 267 мм, толщина стенки – от 0,7 до 3 мм. Труба может быть в оболочке и без нее. Соединяются медные трубы без особых проблем. Газовые трубы с капиллярной пайкой и сваркой часто соединяются с помощью компрессионных фитингов. Это позволяет многократно повысить скорость монтажа, производительность труда и прочность соединений.

В 2008 г. компания TECE получила разрешение Росстроя (сегодня функции Росстроя переданы Министерству регионального развития РФ) на использование металлополимерных труб TECEflex для строительства внутренних газопроводов. Россия при этом стала третьей страной (после Голландии и Германии), где разрешено использовать подобную технологию. Данные трубы имеют эксплуатационный срок более 50 лет, и в течение всего срока эксплуатации способны выдерживать нагрузки по давлению, на 2 порядка превышающие те, которые существуют в газопроводах. Кроме того, в течение всего срока эксплуатации данные трубопроводы не требуют обслуживания. Именно поэтому данная система может монтироваться в пол или стену (в специальных каналах или штробах).

Структура трехслойной металлополимерной трубы для газа TECEflex описывается аббревиатурой – PE-Xc\Al\PE. Основой многослойной конструкции является несущая труба из полиэтилена, сшитого электронно-лучевым методом (PE-Xc). Алюминиевый слой (Al) выполняет антидиффузионные и стабилизирующие функции. Внешний слой из полиэтилена (PE) желтого цвета защищает трубу от воздействия ультрафиолета и механических повреждений. Труба выпускается диаметром от 16 до 63 мм.

Надежность соединения трубы определяется свойствами самой трубы и способом соединения, исключая необходимость использования каких-либо уплотнений. Заключается

testo

Посвящая себя будущему

testo 330 LL - графическая визуализация данных измерений:  
**Анализ дымовых газов**  
**понятный с первого взгляда!**



Товар сертифицирован

реклама

Новинка

#### Газоанализатор Testo 330-2 LL

Цветной дисплей с высоким разрешением, помогает Вам анализировать работу котлов и горелок с помощью графической визуализации данных

Новое меню измерений с расширенными функциями анализа

Гарантия 4 года на прибор и сенсоры CO и O2, за исключением быстроизнашивающихся частей (фильтры)

Подробнее на [www.testo.ru/330LL](http://www.testo.ru/330LL)

Российское отделение testo AG: Тел.: (495) 221-62-13, факс: (495) 221-62-16;  
info@testo.ru; www.testo.ru





технология в аксиальной запрессовке предварительно расширенной трубы на фитинг с использованием пресс-втулки. Герметичность соединения достигается за счет «эффекта памяти» сшитого полиэтилена, образующего внутренний слой трубы. После запрессовки стенка трубы стремится вернуться к первоначальному, не расширенному, состоянию и обжимает фитинг по всей поверхности соединения. Благодаря надежности такого соединения газопроводы из этой трубы могут монтироваться внутри строительных конструкций.

### Гибкий подход

СНиП 42-01-2002: «Присоединение к газопроводам бытовых газовых приборов, КИП, баллонов СУГ, газогорелочных устройств переносного и передвижного газоиспользующего оборудования разрешается предусматривать гибкими рукавами, стойкими к транспортируемому газу при заданных давлении и температуре.». Возможно, конечно и жесткое присоединение, но очевидно, что гибкой подводкой подсоединять газоиспользующее оборудование в условиях, например, кухни удобнее. Еще более оправдано присоединение на гибких рукавах для переносного и пере-

движного газоиспользующего оборудования.

В этих целях сегодня широко используется гибкая полимерная подводка. Проблема ее применения заключается в том, что на российском рынке присутствует большое количество продукции от разных производителей, в том числе и зарубежных, но не всегда должного качества. При этом полимерная подводка, произведенная в соответствии с технологией, разработанной ведущими производителями, надежна и выдерживает длительную безаварийную эксплуатацию при использовании в составе внутридомовых газопроводов. Так, например, полимерная гибкая подводка для воды и газа, производимая компанией ООО «ВИТКОС», имеет срок службы более 45 лет.

Такая полимерная подводка является прекрасным диэлектриком, характеризуется высокой устойчивостью к агрессивным средам, подходит для эксплуатации с температурой внешней среды от  $-50$  до  $+50$  °C и используется для транспортировки среды с рабочей температурой  $75$  °C при давлении  $1,2$  МПа. Допускается кратковременное (до 10 мин.) использование такого трубопровода при температуре  $200$  °C, испытательное давление –  $12,4$  МПа; при  $20$  °C – в течение 100 ч, давление на разрыв  $16-18$  МПа.

К достоинствам гибкой подводки, несомненно, относятся простота и сжатые сроки монтажа и демонтажа.

Для подводки к газоиспользующему оборудованию реализуется гибкая подводка длиной 30–300 см.

Гибкая подводка необязательно должна быть изготовлена из полимерных материалов. Гибкостью в достаточной мере обладает и стальная подводка, изготовленная по специальной технологии. Более того, такая подводка может использоваться не только для присоединения газоиспользующих приборов, но и для внутридомовой газовой разводки. Речь идет о гофрированной трубе из нержа-

вующей стали. Такую трубу для монтажа внутридомовых газопроводов производит и предлагает, в частности, ООО «Кофулсо-Олтон». В ассортименте этой компании трубы диаметром 15–50 мм, а также прилагающиеся для монтажа трубопроводов латунные фитинги с особыми уплотнителями. Длина подводки не ограничена стандартными размерами, трубы поставляются на рынок в бухтах длиной 20, 30 и 50 м.

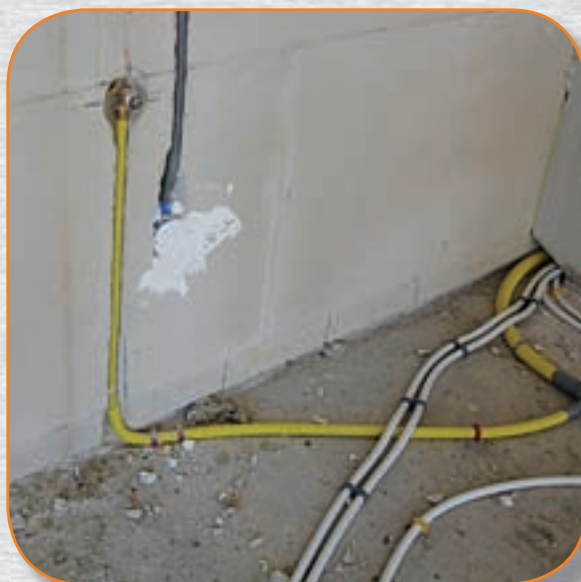
Аналогичную продукцию производит и предлагает на российском рынке и южнокорейская компания Dong-A Flexible Metal Tubes Co., Ltd. Гибкие трубы этого производителя классифицированы в два типа: кольцевой (внутренний диаметр 12,7–52,4 мм) и винтовой (внутренний диаметр 8,5–39 мм). Труба кольцевого типа имеет повышенную гибкость, но обладает повышенным гидравлическим сопротивлением. Труба винтового типа менее гибка, но более прочна на разрыв и характеризуется пониженным гидравлическим сопротивлением. Продукция поставляется в бухтах длиной 25 м.

Принципиальной особенностью таких гибких труб из нержавеющей стали является то, что они легко гнутся без всяких приспособлений, не нарушая проходного сечения и не образуя при этом микротрещин и механических напряжений в металле. В основе этих свойств лежит технология изготовления трубы. Изначально нержавеющая сталь скручивается в спираль, а затем сваривается по шву лазерной сваркой. Толщина шва составляет 0,6 мм, что соизмеримо с толщиной стали. Снаружи трубы покрываются защитным покрытием из полиэтилена желтого цвета.

Такие гофрированные трубы многократно выдерживают без повреждения циклы сгибания-разгибания (до 100 раз – труба KOFULSO, до 30 раз на  $180^\circ$  – труба Dong-A).

Монтаж газопроводов из этих труб прост (из инструментов требуется труборез и два накидных ключа), не занимает много времени и может производиться в труднодоступных местах. Трубу отрезают с помощью трубореза, убирают защитное покрытие с 4-х витков, надевают на трубу гайку. Затем вставляют буртик стопорного кольца в третий паз между витка-





ми, устанавливают резиновую прокладку уплотнения перед стопорным кольцом, к ней приставляют муфту, которую подсоединяют к гайке. Такая же операция производится и с другого конца муфты.

Получающийся в итоге трубопровод не проводит электричества благодаря уплотнителям из диэлектрика, которые используются в местах соединения труб с латунными фитингами. В итоге гибкая газовая подводка отвечает требованиям ГОСТ 10705, 15763, 12.2.003-91 (диэлектрическое соединение).

Срок службы нержавеющей стали и латунных фитингов неограничен (не менее 120 лет), а у уплотнительных колец из диэлектрика составляет не менее 30 лет. Гибкие газовые трубы из нержавеющей стали устойчивы к землетрясениям и оседанию земли, выдерживают растяжение в 180 кгс/см<sup>3</sup>. При испытаниях фитинги без повреждения выдерживают гидравлические удары силой в 135 кгс/см<sup>3</sup> и давление опрессовки до 178 кгс/см<sup>3</sup>. Трубы обоих вышеуказанных производителей сертифицированы для использования на территории РФ.

### Отключение и подключение

На внутридомовых газопроводах газовое оборудование, таким образом, представлено, прежде

всего, отключающими устройствами, в качестве которых в РФ традиционно использовались пробковые краны.

Пробковый кран (а за ним сгон) устанавливался на каждом ответвлении от стояка в квартиру, а также для выключения отдельных участков сети и газовых приборов на линии газопровода. Чугунные краны разрешалось ставить на вводе, на ответвлениях в квартире от стояков, расположенных в лестничных клетках, а во всех остальных местах – бронзовые газовые пробковые краны с конусными пробками. В верхней части корпуса пробкового крана имеется

вырез для шпильки, ввернутой в верхнюю часть конуса пробки и служащей ограничителем, так что пробку можно поворачивать только на 90°. На торце квадратной головки пробки расположен с направлением оси трубы, кран открыт; при положении риски, перпендикулярном оси трубы – закрыт.

Сегодня современные системы внутренних газопроводов подразумевают использование более широкого спектра запорно-регулирующей арматуры и контрольных устройств, как это можно проследить, например, на примере про-

дукции лидера рынка газового оборудования, компании Viega. Инновационный ассортимент компании включает все компоненты системы – от главного подключения до отдельных точек потребления.

Наряду с ходовыми фитингами, ассортимент включает также газовые отсекающие вентили, фланцы и соединительные элементы с пресс-соединением для различных видов газовой арматуры, а также шаровые краны и узлы подключения счетчиков для прямой опрессовки газопроводов.

Для подключения газового оборудования предлагаются на выбор: система подключения Profipress G с трубами подводки и пресс-фитингами из меди или комплексная система из высококачественной нержавеющей стали для скрытого или открытого монтажа газового оборудования.

В системе безопасности газоснабжения главная роль отводится отсекающим клапанам (GS), которые должны устанавливаться в новых системах газоснабжения, а также при модернизации и ремонте существующих газовых систем. Если поток объема газа превышает предварительно заданное значение из-за неконтролируемых потерь газа в системе, клапаны автоматически перекрывают трубопровод. Отсекающий клапан рекомендуется устанавливать на главной линии подключения.

Значительно уменьшить трудозатраты при подключении газоиспользующего оборудования призваны газовые розетки. С помощью них можно быстро и без труда подключать не привязанные к месту размещения приборы, например газовые печи, сушилки для белья, обогреватели и грили, и в любой момент отключать их от газовой сети. Скрытые газовые розетки компании обеспечивают надежность и безопасность подключения, в то же время являясь элементом дизайна современного интерьера. Предохранительный затвор гарантирует, что розетка открывается только при подключении гибкой подводки.







## Европейский стандарт внутренних газопроводных систем

### *Viega Profipress G*

*Природный газ удобен, экологичен и экономичен – неудивительно, что спрос на этот эффективный энергоноситель постоянно растет. Однако в России уже долгие годы технология монтажа внутренних газопроводов не менялась и представляет собой довольно примитивную устаревшую конструкцию из сварных железных труб. Особенно актуальна проблема модернизации газопроводов в связи с пристальным вниманием Правительства РФ к реформированию фонда ЖКХ.*

А что же в Европе? Как там сегодня монтируют разводку газа внутри зданий? В конце 90-х годов компания Viega предложила современное, простое и надежное решение с применением трубопроводной пресс-системы Profipress G. Эта технология давно перешагнула границы Германии и теперь широко применяется не только в странах Западной, но и Восточной Европы: Чехии, Венгрии, Польше и т.д. А с 2011 года к числу стран, где применяется Profipress G, присоединилась и Россия.

#### **Соответствие нормам**

Viega Profipress G – это проверенная временем трубопроводная система, состоящая из медных труб и пресс-фитингов из меди и бронзы с уплотнительным кольцом из высококачественного полимера HNBR (гидрированный бутадиен-нитрильный каучук), предназначенная для монтажа внутренних газопроводных систем. Profipress G пригодна практически для всех систем с горючими средами: для газа согласно сертификатам DVGW (Немецкое объеди-







нение специалистов по газу и воде), для сжиженного газа в газообразной фазе согласно разрешению DVFG (Немецкий союз специалистов по сжиженному газу), а также для трубопроводов дизельного топлива согласно нормам DIBT (Немецкий институт строительной техники).

Пресс-система Viega Profipress G сертифицирована в России, имеет все необходимые сертификаты соответствия, а также разрешение на применение, выданное Федеральным Агентством по Экологическому, Технологическому и Атомному надзору в РФ

#### **Надежное соединение**

Благодаря желтой маркировке, уплотнительному кольцу желтого цвета из HNBR, а также контуру безопасности SC-Contur система Profipress G гарантирует самый высокий уровень надежности. За счет четкой маркировки системы ошибки исключены. Кроме того, Viega SC-Contur позволяет наглядно обнаруживать утечки при испытании на герметичность. Контроль осуществляется централизованно по показаниям манометра. Диапазон давлений при контроле составляет для газообразных сред от 22 мбар до 3 бар.

#### **Разносторонние возможности**

Размерный ряд системы Profipress G включает диаметры от 12 до 64 мм. В программе представлены резьбовые фитинги, фланцы для газовой арматуры на пресс-соединениях, шаровые краны и узлы подключения газовых счётчиков – это лишь малая часть ассортимента, которая в любой момент обеспечит быстрый, эффективный и надежный монтаж внутренних газопроводных систем. Profipress G обеспечивает 100% комплектацию.



**Шаровый газовый кран Viega с термоотсекателем и SC-Contur – дополнительная безопасность в жилых домах**

- Система медных пресс-фитингов по EN 1254 и труб по DIN EN 1057 диаметром от 12 до 64 мм.
- Резьбовые переходники и газораспределительная арматура из бронзы.
- Быстрый и надежный монтаж внутренних газопроводов с гарантией надежности.
- Широкий ассортимент комплектующих: фитинги с фланцевым соединением, шаровые краны, монтажные узлы для подключения газовых счетчиков.
- Уплотнительное кольцо из высококачественного полимера HNBR.
- Все диаметры с действующим контуром безопасности SC-Contur.

Больше информации на [www.viega.ru/profipress\\_g](http://www.viega.ru/profipress_g)





Газовое топливо производится из различных видов добываемых полезных ископаемых, и один из способов его классификации основывается на происхождении: рудничный газ, попутный нефтяной газ, шахтный газ, свалочный газ, сланцевый газ. В последние годы сланцевому газу уделяется особое внимание.

## Сланцевый газ

М. Петров

**С**ланцевый газ был впервые получен еще в 1826 г. в США при бурении пластов залежей горючих сланцев. Почти целиком он состоит из метана, который выделяют горючие сланцы.

Сами сланцы состоят из минеральной и органической составляющих. Минеральная часть (50 – 80 % от общего количества данного топлива) включает преимущественно карбонат кальция, а также в меньших долях карбонаты магния и железа. Основной органической части горючих сланцев являются керогены. Эти компоненты представляют собой био- и геохимически преобразованные вещества из остатков растений

и морских организмов. Под действием высоких температур и давлений в течение длительного срока эти остатки превращаются сначала в кероген, затем в битум, и уж в последнюю очередь – в нефть и газ. При сухой перегонке горючие сланцы дают значительное количество смолы, близкой по составу к нефти.

Элементарный состав керогенов включает 64–93 % углерода, от 1 до 10 % водорода, а также кислорода от 0,1 до 25 %. Остальные элементы, в число которых входят азот и сера, составляют от 0,1 до 8,0 % каждый. По своей структуре керогены – полимеры с молекулярной массой около 1000, каждая

молекула которых состоит из случайного набора различных мономеров.

Согласно существующим данным, мировые запасы горючих сланцев составляют 650 трлн т, причем содержание в них сланцевой смолы, известной как «искусственная нефть» в несколько раз превосходит разведанные месторождения натуральной нефти. Самые большие ресурсы по запасам горючих сланцев в количестве 430–450 трлн т сосредоточены на территории США, в штатах Колорадо, Юта, Вайоминг. Значительные запасы находятся в Бразилии и Китае, несколько меньше – в ряде стран Европы: Болгария, Украина, Великобритания, Голландия, Германия,



Франция, Испания. В России первым по значимости районом по добыче сланцев является Прибалтийский бассейн, расположенный в Ленинградской области.

Горючие сланцы образованы из мельчайших частиц песка, измельченного в глины, спрессованных и пропитанных жидкими составляющими нефти. Пласты сланцевых пород располагаются под землей на глубине от 1000 до 3000 м. Мощность промышленных пластов обычно может составлять 1,5–2,5 м. Метан в сланцах образуется в результате взаимодействия глубинного водорода с углеродсодержащей органикой сланцев. Процесс газообразования продолжается и сейчас, поэтому нет никаких оснований беспокоиться о скором его исчерпании.

Несмотря на то, что впервые сланцевый газ был получен за 30 лет до начала массовой разработки нефти, долгое время его добыча не имела коммерческого успеха. В первую очередь, это было вызвано малой производительностью с единичной скважины. За счет того, что сланцы характеризуются плотной структурой, в которой отсутствует развитая система сообщающихся пор, содержание сланцевого газа в пластах невелико – в пределах  $(0,2\text{--}3,2) \cdot 10^9 \text{ м}^3$  на  $\text{км}^2$  поверхности пласта сланцев. Бурение вертикальных скважин через горизонтальные пласты горючих сланцев приводит к небольшому сбору газообразных продуктов, однако при больших площадях сбора объем топлива становится весьма существенным.

Другим фактором, сдерживающим долгое время добычу сланцевого газа, были высокие расходы на строительство скважины при малом сроке ее эксплуатации. Интерес к добыче этого вида топлива вновь пробудился в начале XXI в. Во-первых, сказывалось постоянное повышение стоимости традиционных энергоносителей, таких как нефть, природный газ, уголь и постоянная угроза исчерпания данных видов топлива. Во-вторых, были разработаны современные методы добычи сланцевого газа. В-третьих – стремление многих государств к энергетической независимости от поставщиков традиционных видов топлива.

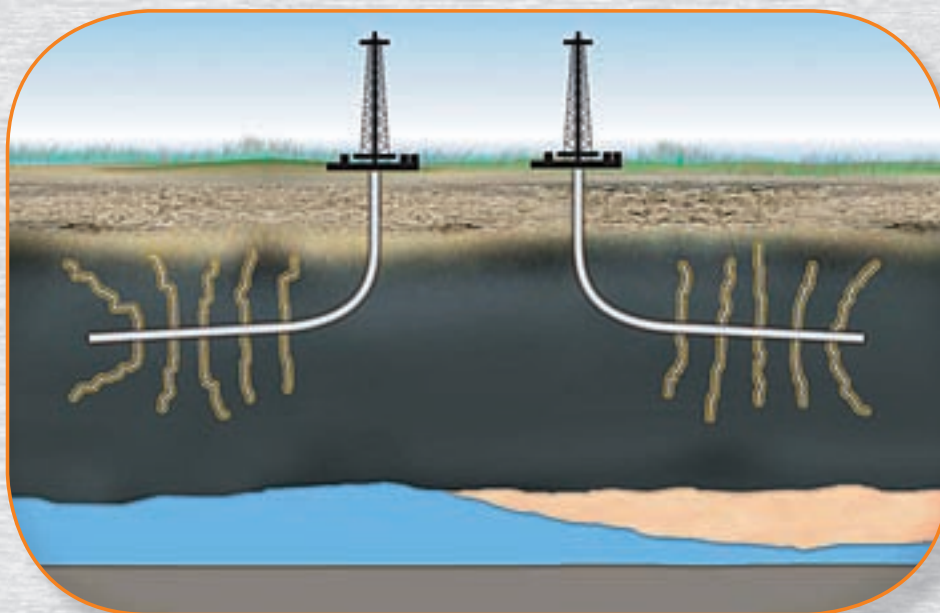
Сделать добычу сланцевого газа коммерчески выгодным предприятием, в первую очередь, позволила разработка методов горизонтального бурения. В этом случае, вместо вертикального расположения ствола скважины, проходящего через маломощный пласт, бурение осуществляется под углом к горизонту вдоль пласта, увеличивая поверхность сбора газообразных продуктов. Предшественниками горизонтальных были наклонные скважины.

Горизонтальное бурение повышает мощность скважины, но часто этого оказывается недостаточно. Для дальнейшего повышения мощности производится разрыхление боковой поверхности ствола скважины. Довольно часто для этой цели применяется гидравлический разрыв пласта. Метод заключается в образовании трещин в целевом пласте после закачки под высоким давлением с помощью мощных насосных станций специальных жидкостей. Для того чтобы щели в пластах после гидравлического разрыва вновь не смыкались, при газодобыче используют так называемые расклинивающие агенты: кварцевый песок, чаще синтетические вещества, например, пропан. При использовании кварцевого песка необходимо применять дополнительно особые жидкости-песконосители (водные растворы или

системы на нефтяной основе), которые предназначены для поддержания песка во взвешенном состоянии. Стабилизация систем достигается путем введения ПАВ и эмульгаторов, стабилизирующих суспензию песка в водной фазе.

Впервые гидроразрыв пласта с целью повышения мощности скважины осуществлен в 1949 г. компанией Halliburton (США). При этом в качестве жидкости разрыва использовалась техническая вода, а расклинивающим агентом был речной песок. Чуть позже, в 1954 г., в СССР, в Донбассе, был также произведен гидравлический разрыв угольного пласта. В наше время гидроразрыв пластов стал применяться довольно часто для добычи угольного и сланцевого газа, а также нефти. Однако ряд экспертов считает, что этот метод опасен для окружающей среды, и подвергает резкой критике компании «Юкос» и «Сибнефть» за его использование.

Эффективность добычи сланцевого газа может быть также повышена за счет применения методик моделирования процессов бурения и систематизации геологических данных о залежах месторождений горючих сланцев. Применение методик расчета позволяет с высокой точностью прогнозировать расположение проходки скважины, которая будет иметь наибольший уровень добычи и наивыс-



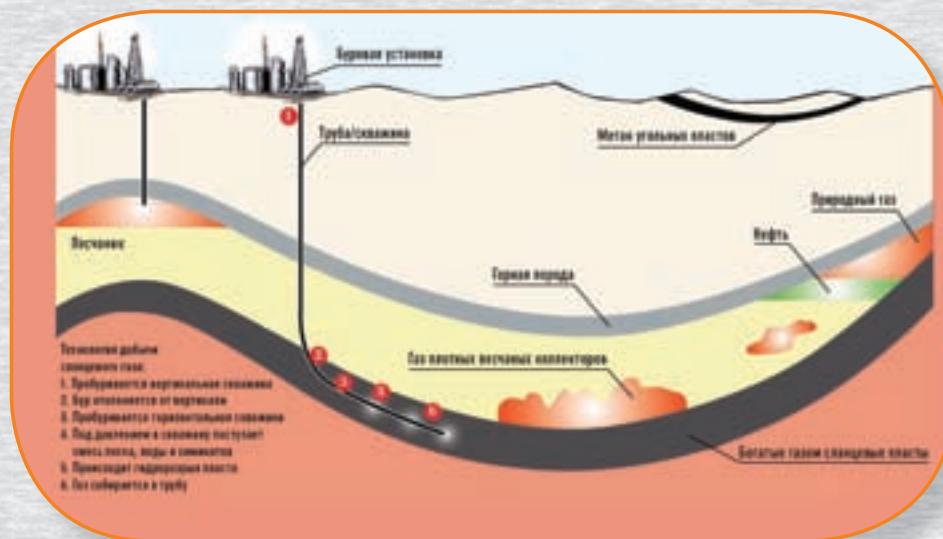
Добыча сланцевого газа.



ший коэффициент извлечения сланцевого газа. Одновременно с этим методики прогнозирования позволяют уменьшить операционные и капитальные затраты.

В настоящее время больше всего сланцевого газа добывается в США. Вызвано это и тем, что запасы горючих сланцев там очень велики, геологическая разведка выполнена в максимально возможном объеме, и добычу начали вести раньше, чем в других странах. Успешной добыче газа способствовало относительно неглубокое залегание сланцевых пластов, высокий технический потенциал страны и наличие квалифицированных кадров, а также «лояльное» законодательство при разработке природных недр. Объективным толчком для США, усилившим поиск энергетических ресурсов внутри страны, стал энергетический кризис 70-х гг.

Масштабная промышленная добыча сланцевого газа в США была начата в 2002 г. компанией Devon Energy, которая пробурила первую горизонтальную скважину. А уже в 2010 г. в США было добыто свыше 51 млрд м<sup>3</sup> сланцевого и угольного газа. Планируется, что к 2015 г. годовая добыча сланцевого газа в США составит около 180 млрд м<sup>3</sup>. Однако проверка, проведенная министерством энергетики США в начале 2010 г., установила, что данные об объемах добычи газа, предоставляемые газодобывающими компаниями, несколько завышены. В то же время занижены, по



Расположение сланцевых пластов, богатых газом.

мнению экспертов, оказались затраты на его добычу. Аналитики полагают, что реальные затраты должны составлять 210–280 \$ за 1000 м<sup>3</sup>.

Занижение себестоимости добычи газодобывающими компаниями, по мнению специалистов, обусловлено их стремлением к достижению коммерческого успеха в будущем за счет привлечения значительных денежных средств в эту отрасль. Этому способствовала большая шумиха в СМИ о приобретении США энергетической независимости от поставок топлива из стран арабского Востока. Результатом такого ажиотажа стал возросший интерес многих стран Европы к добыче сланцевого газа на своей территории.

Однако большие достижения США в этой области не гарантируют аналогичных успехов в странах Европы. Одним из препятствий может стать более глубокое залегание пластов и юридические барьеры в природоохранном законодательстве ряда стран. Так, средняя глубина залегания сланцевых пластов в Западной Европе составляет около 2500 м, а всякое увеличение глубины скважины значительным образом затрудняет газодобычу. Кроме этого, уже в 2011 г. во Франции принят закон, запрещающий добычу сланцевого газа с помощью гидравлических разрывов сланцевых пластов.

**FLOWERVE** GESTRA

Тел./факс: +7 (495) 988-44-18, [www.alvas-eng.ru](http://www.alvas-eng.ru)

ООО «АЛВАС Инжиниринг» представляет на российском рынке немецкую компанию GESTRA AG. Компания основана в 1902 г. и на сегодняшний день является одним из мировых лидеров в производстве оборудования для пароконденсатных систем и котельной автоматики. Мы предлагаем нашим клиентам надежные комплексные решения, которые работают максимально эффективно и окупают затраты на их внедрение в сравнительно короткий срок.

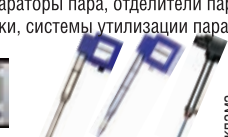
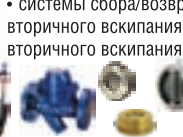
#### Мы предлагаем следующие услуги:

- инжиниринг пароконденсатных систем
- обследование пароконденсатных систем на предмет их оптимизации
- разработка и внедрение энергосберегающих решений для пароконденсатных систем
- шеф-монтаж и пуско-наладка поставляемого оборудования
- гарантийное и послегарантийное обслуживание поставляемого оборудования



#### Поставляемое оборудование:

- конденсатоотводчики, смотровые стекла, оборудование для тестирования конденсатоотводчиков
- межфланцевые обратные клапаны, сильфонные запорные вентили, сетчатые фильтры, предохранительные клапаны, клапаны непрерывной и периодической продувки паровых котлов
- регулирующие клапаны на пар и воду, перепускные клапаны, редукционные клапаны
- современные средства автоматизации котельных установок: электродные датчики уровня, солевого содержания, температуры, контроллеры
- системы контроля качества конденсата
- системы сбора/возврата конденсата, механические конденсатные насосы, сепараторы пара, отделители пара
- вторичного вскипания, деаэраторы, охладители пара, редукционные установки, системы утилизации пара
- вторичного вскипания



Реклама



**5-8 июня 2012**

**МВЦ «Крокус Экспо», Москва**



**10-й ЮБИЛЕЙНЫЙ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОДНЫЙ ФОРУМ  
ЭКВАТЭК**

**Водный форум №1  
в России, СНГ и Восточной  
Европе**

Международная выставка и конгресс «Вода: экология и технология»  
- ЭКВАТЭК  
[ecwatech@sibico.com](mailto:ecwatech@sibico.com)

[www.ecwatech.ru](http://www.ecwatech.ru)



Международная выставка «Централизованное теплоснабжение»  
- СитиТерм  
[citytherm@sibico.com](mailto:citytherm@sibico.com)

[www.citytherm.ru](http://www.citytherm.ru)



Посетите **[www.ecwatech.ru](http://www.ecwatech.ru)**  
для регистрации и актуальной информации







С использованием тригенерации (одновременного производства электричества, тепла и холода) автономное энергоснабжение становится еще привлекательней. В этом случае эффективная утилизация тепла осуществляется круглогодично: не только зимой для нужд отопления, но и летом для кондиционирования, а также для технологических нужд.

## Тригенерация в коммунальной и промышленной энергетике

А. Прудников

**Н**евостребованность теплоутилизации в летний период вела к внедрению когенерационных установок с более низкой мощностью и их ориентированию в основном на сегмент автономного энергоснабжения негазифицированных районов. Тригенерация же, напротив, востребована в урбанизированных районах, требующих бесперебойного ресурсообеспечения, поскольку нарушения технологических процессов могут быть чреваты миллионными убытками.

### Абсорбционные чиллеры в системах тригенерации

Под системой тригенерации понимается, прежде всего, соединение когенерационной установки с абсорбционным чиллером. Какое-то время назад тригенерацией называлось также соединение теплоэлектрогенератора с компрессорной холодиль-

ной машиной, у которой компрессор работает от электропривода. Но это технически неверно: если абсорбционная установка вырабатывает холод из бросовой тепловой энергии, утилизируя тепло отработанных газов и системы охлаждения двигателя (примерно 1 кВт холода из 1 кВт тепла), то компрессионный чиллер – сам потребитель электроэнергии, которую вырабатывает генератор установки на валу двигателя (хоть и производит при этом 4–5 кВт холода на 1 кВт потребленного электричества). С тем же успехом можно назвать узлом системы тригенерации оконный моноблок, холодильную камеру, сплит-систему или любой другой хладагрегат, питающийся от когенерационной установки.

Система тригенерации представляет собой сложный комплекс оборудования, куда помимо абсорбционного чиллера, двигателя и генератора входят теплооб-

менники для утилизации тепла системы охлаждения, котлы-утилизаторы отработавших газов, катализаторы, дымоходная система, градирня, а также средства автоматики и контроля. Собственно абсорбционный чиллер состоит из термохимического компрессора, теплогенератора, конденсатора, испарителя, абсорбера и насосов. В отличие от компрессорных чиллеров, чья работа базируется на эффекте изменения агрегатного состояния хладагента, цикл охлаждения в абсорбционных холодильных машинах основан на калорическом эффекте растворения одного вещества в другом. Жидкий хладагент поступает в испаритель, где он закипает при температурах, близких к 0 °С, отбирая тепло из холодильной камеры. После испарения водяной пар попадает в абсорбер, где непрерывно поглощается абсорбен-





## ООО «ЗАВОД КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОЦЕНТРОВ, БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ, ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ И ДЫМОВЫХ ТРУБ



МНОГОЛЕТНИЙ ОПЫТ РАБОТЫ, КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПЕРСОНАЛ, КОМПЛЕКТ РАЗРЕШИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОДУКЦИЮ, КАЧЕСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ, ВЫПОЛНЕНИЕ ПОЛНОГО КОМПЛЕКСА РАБОТ ОТ ПРОЕКТА ДО СДАЧИ В ПРОМЫШЛЕННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ, ГИБКАЯ ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА - ОСНОВА УСПЕШНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ, ГАРАНТИЯ И УВЕРЕННОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЯ

141900, РФ г. Талдом, Московская обл.  
ул. Загородная, д. 1 А  
Тел. +7 495 924 84 94  
+7 495 364 94 24  
Тел/Факс +7 496 206 12 47

e-mail: [info@zkotel.ru](mailto:info@zkotel.ru)  
<http://www.zkotel.ru>

Реклама



**Производитель  
ОТОПИТЕЛЬНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ  
европейского качества**

- котлы водогрейные  
(от 100 кВт до 7,56 мВт)
- котлы паровые
- горелки
- транспортабельные котельные

Россия, Белгородская обл.,  
г. Шебекино, ул. Октябрьская, 11  
тел/факс: (47248) 2-56-88  
(многоканальный)  
отдел продаж: (47248) 2-56-83ф,  
2-55-89, 2-56-86, 2-55-84  
[www.belogorye.ru](http://www.belogorye.ru)  
e-mail: [whitehills@belogorye.ru](mailto:whitehills@belogorye.ru)

**МОНТАЖ, СЕРВИС, НАЛАДКА, ГАРАНТИЯ**

Реклама



том, благодаря чему в блоке «испаритель - абсорбер» поддерживается низкое давление. В результате поглощения воды концентрированный раствор абсорбента становится разбавленным, после чего он откачивается в теплогенератор, где выпаривается вследствие нагрева от горячего пара, воды или выхлопных газов. Став опять «крепким», абсорбент возвращается в абсорбер, а водяной пар направляется в конденсатор, и процесс повторяется.

При том, что большинство выпускаемого оборудования работает при температуре греющей среды от 90 до 135 °С, абсорбционные чиллеры можно условно разделить на две группы. Первая включает холодильные машины для получения температур ниже 0 °С, использующие в качестве хладагента аммиак, хладон R22 и т. п., – так называемые абсорбционные водоаммиачные холодильные машины. Абсорбентом в таких машинах служит водный раствор аммиака, температуры получаемой охлажденной среды варьируются от +3 до –50 °С.

Вторая группа включает водосолевые абсорбционные чиллеры, способные обеспечить охлаждение среды от +15 до + 2 °С. Эти машины используют в качестве хладагента воду, а в качестве абсорбента – водный солевой раствор. Охлаждение происходит за счет кипения воды при  $t$  от +1 до +15 °С и давлении 2,5–18 мм рт. ст. (вакуум).

Абсорбентом в этих установках чаще всего выступает раствор бромистого лития (LiBr). В отличие от фреонов, которые за последнее время претерпели сильные изменения по составу, раствор LiBr используется в течение трех–четырёх десятиков лет практически без изменений. Все усовершенствования касаются в основном различных присадок. Главным недостатком раствора является его высокая химическая агрессивность по отношению к черным металлам, для снижения которой в раствор LiBr добавляются особые ингибиторы. Наиболее распространенными из них являются хроматы и арсенаты, но у них есть серьезный минус – токсичность. Этой проблемой занимаются все ведущие производители абсорбционных машин. В частности, компанией Johnson

Controls разработан специальный ингибитор на основе молибдата лития, который не относится к вредным отходам. Он не только обеспечивает надежную защиту углеродистой стали, меди и никеля в широком диапазоне температур, но и может быть использован совместно с большей частью других ингибиторов и присадок, улучшающих работу чиллера.

Кроме продукции Johnson Controls (торговая марка York, США), на российском рынке климатехники в сегменте абсорбционных чиллеров представлены холодильные машины фирм Broad (Китай), Sanyo (Япония), Trane (США), Carrier (США-ЕС) и некоторых других.

### Когенерационные установки в режиме тригенерации

Для отдаленных негазифицированных районов оптимальным вариантом автономного энергоснабжения является использование мини-ТЭС на базе дизельной когенерационной установки. В условиях мегаполиса этот класс оборудования оказывается невостребован, поскольку генерирующие мощности зачастую размещаются на крышах высотных зданий, и доставка солярки туда проблематична. Предпочтение отдается газопоршневым установкам и газотурбинным (парогазотурбинным) энергоблокам. В зависимости от конфигурации устанавливаемых агрегатов и режимов их использования электрическая производительность систем тригенерации обычно находится в пределах от 0,2 до 30 МВт.

Газотурбинная установка состоит из трех основных компонентов – газотурбинного двигателя, электрогенератора и котла-утилизатора. Собственно двигатель разделяется на газогенератор и силовую турбину. Турбокомпрессор и камера сгорания газогенератора создают высокотемпературный поток газов, приводящий в движение силовую турбину. Получение теплоты происходит за счет утилизации тепла выхлопных газов с помощью теплообменника водогрейного или парового котла-утилизатора; получение электроэнергии осуществляется с помощью электрогенератора.

Относительно низкий КПД по электроэнергии (около 30 %), являющийся наряду со значительным расходом газа

недостатком газотурбинной установки, создает, тем не менее, возможности по утилизации тепла и производству холода.

Из производителей данного оборудования можно назвать такие компании, как MTU Friedrichshafen (Германия), Austro Energy Systems AG (Австрия), а из российских – ОАО «Белэнергомаш» (Белгород), ОАО «Пролетарский завод» (Санкт-Петербург), ЗАО «Искра-Энергетика» (Пермь) и др.

Газопоршневые когенерационные установки работают либо на газе, либо (некоторые из них) на топливной смеси газа и небольшого количества дизельного топлива (как правило, не больше 10 %) и имеют то преимущество перед турбинами по выработке электроэнергии, что в диапазоне мощностей до 6–7 МВт их электрический КПД составляет около 40 %, а общий – до 90 %. В то же время, газопоршневая установка проигрывает турбине в холодопроизводительности из-за ограниченных возможностей по утилизации тепла системы охлаждения двигателя. Низшая температура теплоносителя, подаваемого от масляного контура к абсорбционной холодильной машине, находится в пределах 80–90 °С, из-за чего требуется чиллер больших габаритов, увеличиваются расходы на питание электронасосов и градирни. А главное – увеличивается вес абсорбционной машины, из-за чего нужны дополнительные меры по распределению нагрузки по всей крыше здания.

Среди фирм, выпускающих газопоршневые когенерационные установки, следует назвать Caterpillar (США), MAN B&W Diesel (Германия), компанию MWM, ранее известную в России как Deutz Power Systems (Германия), MTU Friedrichshafen (Германия), Jenbacher (Австрия) и др. Системы тригенерации на базе двигателей от ведущих производителей поставляют в Россию: F.G.Wilson (Великобритания, двигатели Perkins, Ford, Isuzu), Elteco (Словакия, двигатели Volvo, Perkins, Ford), Санкт-Петербургский завод «Звезда» (двигатели Waukesha Engine Division) и др. Оборудование поставляется как в модульном исполнении, для стационарной установки в помещении, так и в контейнерном варианте.



# ООО фирма «Теплостройпроект-С»

Высокотехнологичное специализированное предприятие в области теплотехники, основано в 1994 году в Чеченской Республике. Является одной из крупнейших компаний по производству оборудования теплотехнического назначения в ЮФО. Продукция ООО «Теплостройпроект-С» неоднократно отмечалась дипломами и призами региональных, а также международных конкурсов. Качество продукции несколько раз отмечалось дипломами ПРОГРАММОЙ «СТО ЛУЧШИХ ТОВАРОВ РОССИИ». Производственный комплекс компании занимает более 15000 кв. м и оснащен автоматизированным оборудованием ведущих европейских производителей.



Одним из основных направлений деятельности компании является производство высококачественных водогрейных котлов серий RIM мощностью от 80 кВт до 500 кВт и RIM-MAX мощностью от 500 кВт до 8 МВт, а также автоматизированных блочно-модульных транспортных (от 200 кВт до 21 МВт) и стационарных котельных (от 200 кВт до 500 МВт). ООО «Теплостройпроект-С» предлагает когенерационные

станции «под ключ» на базе поршневых газовых двигателей, газотурбинных установок, способные выработать как тепловую, так и электрическую энергию.

Наши преимущества:

- партнерство с мировыми лидерами в сфере электроэнергетики;
- наличие собственного проектного института с большим опытом проектирования электрических и тепловых станций;

– мощная производственная база;

– наличие сервисной службы. Котельные, производимые ООО «Теплостройпроект-С», отлично зарекомендовали себя для теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых, производственных и административно-бытовых зданий, тепличных хозяйств, строительных площадок и временного отопления объектов.

Многолетний опыт, квалифицированный персонал, современные технологии производства и управления позволяют выпускать качественную продукцию повышенной надежности.

«Теплостройпроект-С» является дилером компании Ecoflam, поддерживает партнерские отношения с российскими и зарубежными компаниями: Speroni, Wester Heating, Grundfos, Arcomherm, Zilmet, Termex, Lowara, Rehau, Global, Imas, Dab, Broen, Caterpillar, Jenbacher, MWM GmbH.

Реклама

РФ, г. Краснодар,  
ул. Красных партизан, 106  
Тел/факс: (8612) 21-34-79, (8612) 21-26-43  
krasnodar@tsp-s.ru

РФ, ЧР, Ачхой-Мартановский р-он,  
с. Валерик, ул. Гайбекова, 1  
Тел/факс: (8714) 22-70-81, (8714) 22-30-73  
zavod@tsp-s.ru

РФ, г. Астрахань,  
ул. Рыбинская, 17  
Тел/факс (8512) 48-18-18, (8512) 48-19-00  
admin@tsp-s.ru



## Круглый стол



В России рынок тепловых насосов развивается значительно медленнее, чем в европейских странах. Рассказать о тенденциях этого рынка мы предложили за виртуальным круглым столом специалистам компаний, продвигающим в РФ указанное оборудование.

# Тепловые насосы в России

**В** обсуждении приняли участие:  
**Эдуард Крылов**, ведущий специалист предприятия «Мекмастер» (Ижевск), консультант компании Mecmaster Energi **АВ (Швеция)**,

**Алексей Кузьмин**, руководитель отдела энергосберегающих технологий Nibe (Нижний Новгород),

**Ара Кандалян**, компания «Ростеплоком» (Москва),

**Александр Севидов**, ООО «Виссманн» (Москва),

**Светлана Дашкевич**, руководитель проекта по инновационным продуктам компании Vaillant.

### Каковы основные тенденции российского рынка тепловых насосов (ТН)?

**Эдуард Крылов.** Отечественные промышленные ТН, которые могут утилизировать тепло воды на очистных сооружениях или тепло геотермальных источников

больших дебитов, были созданы еще в 70-х гг. на НПО «Энергия» (Новосибирск) на основании разработок ученых школы академика Накорякова. Это крупные промышленные установки, на базе которых могут быть созданы тепловые пункты для больших объектов. Вместе с тем, тепловые насосы малой мощности – до 100 кВт, которые можно использовать для автономного отопления повсеместно, серийно в нашей стране не производились. Импортные ТН начали появляться на российском рынке в середине 90-х гг. в связи с развитием индивидуального малоэтажного строительства.

Рынок геотермальных и воздушных ТН малой мощности в России, несмотря на почти двадцатилетнюю историю развития, до сих пор находится в состоянии становления. По некоторым оценкам, его объем может составлять до 5 млн долл. в год, львиную долю на нем занимает

оборудование зарубежного производства. Развитию этого рынка препятствует ряд обстоятельств.

Политика государства в области энергосбережения (в части использования возобновляемых источников тепла) до последнего времени отсутствовала вообще, а с 2009 г. существует только в виде деклараций. Единственным достижением стала возможность для юридических лиц получить отсрочку части налоговых платежей, если они устанавливают ТН. Для частного государства не предлагает ничего. В то же время в некоторых европейских странах государство возвращает частнику до 30 % общих затрат на установку ТН.

Принципиально важным является правильный расчет необходимого для работы ТН количества низкопотенциального тепла. Крупные европейские производители имеют экспериментальные стенды, на которых происходит проверка



математических моделей, построенных на основании данных о местных геофизических условиях. В нашей стране ни на государственном, ни на региональном уровне такая техника не встречает поддержки. Соответственно производители и поставщики ТН экономят на исследованиях по привязке этой техники к местным условиям. При выделении грантов от государственных структур (например, Министерства образования и науки), работы по адаптации тепловых насосов к местным условиям также не относят к приоритетным. В результате установка коллекторов – приемников низкопотенциального тепла – часто происходит «на глазок», что для такой умной техники не является оптимальным.

Для геотермального ТН с вертикальным коллектором – зондом необходим энергетический колодец – скважина глубиной от 60 до 200 м. После закладки коллектора этот колодец заполняется бентонитовой глиной или другим наполнителем, т.е. режим его работы отличается от режима эксплуатации скважин под воду и практически исключает риск загрязнения подземных вод в сейсмоустойчивых районах. Однако для бурения такого коллектора, как и для обычной скважины, нужен проект, согласование и разрешение органов власти. Поскольку понятие энергетического колодца в законодательстве отсутствует, получить такое разрешение можно на общих основаниях, как на скважину под воду. Это достаточно дорого и практически сводит экономическую привлекательность проекта к нулю.

Бурение скважин в России – дорогое удовольствие: пробурить 1 м в российской глине стоит в два раза дороже, чем в шведском граните. В европейских странах бурением энергетических колодцев для ТН занимаются специализированные организации, обладающие необходимой техникой и специалистами. Поэтому

работы выполняются быстро, аккуратно и качественно.

В силу небольшого объема российского рынка ТН, монтажные организации не могут себе позволить содержать постоянные монтажные бригады, состоящие из специалистов высокого уровня. Некачественный монтаж приводит к неправильной работе оборудования и дискредитирует теплонасосную технику.



Вследствие отмеченных выше причин и при относительно небольших ценах на газ, альтернативное отопление востребовано только там, где нет газовых магистралей или подключение к ним является очень дорогим.

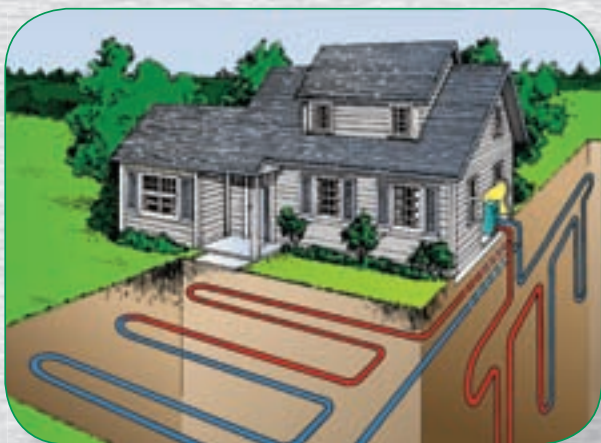
В условиях неразвитости отечественного рынка ТН российские тепловые насосы производятся под заказ, что негативно влияет на их стоимость. Существуют производства по сборке отечественных аналогов импортных ТН из зарубежных комплектующих.

**Алексей Кузьмин.** Сегодня российский рынок ТН находится фактически в «зачаточном» состоянии. В 2010 г. в стране было установлено около 350 единиц этого оборудования, в 2011 г. их количество вырастет до 450 при общей емкости рынка в 1 млн единиц. И все же рынок достаточно перспективен. В первую очередь, это связано с развивающимся инди-

видуальным домостроением. Во вторую – с многообразием климатических зон, характерным для России. Например, в южных регионах востребованы ТН с возможностью кондиционирования. Можно сказать, что сегодня российский рынок ТН очень напоминает аналогичные рынки стран Скандинавии 30 лет назад, Центральной Европы – 15 лет назад или Восточной Европы – 5 лет назад, когда там начали активно внедрять энергосберегающие технологии в отоплении и кондиционировании. Думаю, что Россия повторит опыт этих стран.

Основным фактором, сдерживающим распространение тепловых насосов в России (впрочем, как и вообще развитие рынка отопления на возобновляемых источниках энергии), является богатство нашей страны традиционными энергоносителями. За рубежом продажи ТН значительно выросли после энергетических кризисов 70-х гг. в Швеции и 90-х гг. в целом в Европе. Но в той же Европе внедрение энергосберегающих технологий активно стимулировалось и стимулируется государством. Например, во Франции в 2007 г. после введения государственных субсидий продажи ТН выросли с 70 тыс. до 150 тыс., а в Германии – с 18 тыс. (2005 г.) до 43 тыс. (2006 г.). Интересная ситуация с получением субсидий сложилась в Латвии. Политика Евросоюза направлена на охрану окружающей среды и повышение экологической безопасности стран союза. Поэтому государства, которые предпринимают меры по снижению выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу получают субсидии, а государства, которые не предпринимают, платят пени, идущие на эти субсидии. В 2011 г. Латвия, внедряющая оборудование для использования вторичных источников энергии, получила 15 млн евро, выплаченные Португалией, где таких мер не предпринимают. Все эти деньги должны будут пойти на развитие проектов по снижению выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу, в первую очередь – за счет использования ТН. В США требования по обязательному использованию геотермальных ТН при строительстве новых зданий сформулированы в федеральном законодательстве. К сожалению, в России государственные структу-





ры пока ограничиваются только разного рода анонсами и заявлениями и не принимают никаких конкретных мер.

**Ара Кандалян.** В США и странах Европы снижение энергопотребления является государственной задачей, а в РФ пока что ровно наоборот. Причина этого лежит на поверхности – сырьевая (преимущественно нефтегазовая) направленность экономики. Места для возобновляемых источников энергии в ней почти нет.

К любым попыткам снизить зависимость потребителей от поставок углеводородов наше государство относится не иначе, как к подкопу под национальную экономическую стратегию. И преодолевать такое отношение к данной проблеме очень сложно.

Стоимость нефти и газа постоянно растет, а опасность атомных станций после «Фукусимы-2» всем стала очевидна. Что остается? Альтернативная возобновляемая энергетика. Однако у нас к ней относятся подозрительно не только власти. Выставка «Тепловые насосы», прошедшая весной этого года в «Крокус-Экспо», показала полное отсутствие интереса к данным технологиям и у государства, и у производителей. Если бы наше правительство (как правительства США, Канады, Германии, Франции, Норвегии, Швеции, Финляндии) начало всерьез стимулировать людей на установку тепловых насосов, то, вне всяких сомнений, в этой области появились бы достойные отечественные разработки, да и импорт пошел бы не хуже, чем у соседей. Думаю, что и у потребителей отношение к такому оборудованию изменилось бы в лучшую сторону.

Сегодня мы должны преодолеть два неблагоприятных фактора, препятствующих развитию российского рынка ТН: отсутствие государственной поддержки (налоговые льготы, кредиты, дотации, социальное информирование) и часто недостаточную и плохо аргументированную рекламу со стороны производителей и продавцов оборудования.

Основным продуктом нашей компании являются тепловые насосы реверсивно-

го типа Waterkotte. Зимой они отапливают здание, летом – охлаждают. Я считаю, что такие агрегаты должны быть в каждом российском доме. Но для того, чтобы наладить их сборку в РФ, уйдут десятилетия на бумажную волокиту.



**Александр Севидов.** Рынок ТН в России развивается, но медленно. В первую очередь, это связано с тем, что у нас (в отличие от США и стран Евросоюза) можно относительно недорого отапливать дома природным газом. Но если подвести газопровод к зданию трудно или вообще невозможно, то заказчику придется выбирать между жидким топливом (соляркой), сжиженным газом, электричеством или твердым топливом. Каждый из этих энергоносителей обладает достаточно серьезными недостатками: жидкое топливо – высокие выбросы вредных веществ, необходимость создавать запас топлива и периодически его пополнять, электричество – высокая стоимость, твердое топливо – трудности при автоматизации работы

котла и т.д. Хорошей альтернативой для них мог бы стать тепловой насос, однако тут мы сталкиваемся еще с одной проблемой. В большинстве случаев источником энергии для бытовых тепловых насосов становится тепло земли. Съем тепла осуществляется грунтовыми зондами, устанавливаемыми в пробуренные в земле скважины. В России стоимость бурения скважины для зонда значительно выше, чем в Европе или США, и это сильно увеличивает затраты на установку теплового насоса. К счастью, конкуренция в этой сфере (буровые работы) растет, и стоимость бурения медленно, но верно снижается.

**Светлана Дашкевич.** У рынка ТН в РФ есть большой ресурс роста, который пока почти не используется. В России, при определении приблизительной мощности котла или ТН принято «на глазок» считать, что для отопления  $10 \text{ м}^2$  необходим 1 кВт. Но современные строительные технологии и материалы позволяют значительно повысить энергетическую эффективность здания и снизить это значение до  $0,4 \text{ кВт/м}^2$ , а в некоторых случаях – до  $0,2 \text{ кВт/м}^2$ . Снижение теплотерии здания имеет смысл в любом случае. Если для теплоснабжения используется газовый котел, то он будет расходовать меньше топлива, если ТН – к нему можно будет подключить меньший зонд, который обойдется клиенту значительно дешевле.

К сожалению, российские государственные программы пока практически не оказывают финансовой поддержки гражданам, строящим энергоэффективные дома (нормальная практика для стран Европы, США, Японии). Поэтому сегодня мало кто из российских домовладель-







цев считает обоснованным вкладывание средств в эффективные, но дорогостоящие меры по снижению потребности в тепле здания, в создание системы рекуперации вытяжного воздуха и др.

**Какие факторы, кроме дешевой цены на газ, препятствуют распространению ТН на территории РФ?**

**Светлана Дашкевич.** Ключевым и одним из самых дорогих элементов системы теплоснабжения на базе ТН является обустройство грунтового зонда, осуществляющего съем тепловой энергии с грунта. В настоящее время в России отсутствуют какие-либо нормативные документы, связанные с его расчетом, монтажом и эксплуатацией. Фактически сегодня даже не регламентировано, с какими государственными организациями необходимо согласовывать их установку. Поэтому и проектировщикам, и монтажникам ТН приходится работать в условиях жесткого дефицита информации.

Например, в Германии государственными структурами были определены зоны, где рекомендуется, не рекомендуется или запрещается устанавливать грунтовые зонды. Эти зоны нанесены на карты, которые любой желающий может скачать с сайтов Министерств геологии соответствующих федеральных земель. Там же выложена информация для потребителей. В РФ ничего подобного нет. Поэтому проектировщикам и монтажникам приходится самостоятельно выяснять, можно ли устанавливать зонд в том или ином районе или нет.

В результате длительной практики эксплуатации ТН за рубежом было установлено, что зонд входит в стационарный режим работы («сжигается» с землей) через 3–5 лет. Если расчет был проведен

неверно, то в результате отбора большого количества тепла земля может замерзнуть. В результате зонд станет неработоспособным. После летнего периода он восстановится, но уже с ухудшенными свойствами, поскольку ухудшится прилегание к земле. Придется либо чаще осуществлять дополнительный нагрев от иного источника тепла, чтобы снизить годовое число часов работы контура съема тепла, либо устанавливать дополнительные зонды. При расчете зондов на стадии проектирования необходимо исключить такую возможность.

Сегодня у нас в стране нет четких методик для расчета зондов и правил их установки. Поэтому инженерные компании, занимающиеся ТН, часто делают все на свой страх и риск. Конечно, можно пользоваться западными наработками, но перенимать их надо осторожно, поскольку приблизительные оценочные расчеты основаны на ином климате и иной продолжительности отопительного периода. Отчасти проблему позволяют решить специализированные зарубежные программы расчета зондов, но они доступны далеко не всем компаниям. Для использования программ необходимо большое количество данных: состав грунта, его теплопроводность (при дополнении программной библиотеки данных), влажность грунта и, опять-таки, полные данные о климате региона.

Не сформулированы требования, которые должны предъявляться к контуру съема тепла. Недобросовестные продавцы, для того чтобы снизить стоимость установки зонда, считают их по минимуму. В результате клиент может получить дорогое оборудование, которое не будет эффективно обеспечивать его теплом.

При монтаже зонда тоже могут возникнуть достаточно специфические проблемы. Например, скважина может пройти через водоносный слой. В этом случае воду придется блокировать специальным материалом. Этот материал не должен вымываться водой – в противном случае возникнут полости, и съем тепла на остальных участках с нормальным прилеганием к земле окажется выше расчетного (опасность замораживания). Также тампонаж зонда должен быть пластич-

ным, выдерживать низкие температуры и многократные перепады температур из положительной в небольшую отрицательную. Бурильная компания скорей всего откажется брать ответственность за качество изготовления контура съема тепла – ведь нормативные требования к обустройству зондов тепловых насосов в России отсутствуют.

За рубежом у монтажных фирм таких проблем нет. В той же Германии работает большое количество фирм, специализирующихся только на расчете и установке грунтовых зондов. И компании, осуществляющей монтаж тепловых насосов, достаточно просто заказать установку с геозондами в такой-то местности и с таким-то количеством снимаемого тепла, а потом приехать, смонтировать в доме тепловой насос и подключить его к готовому зонду. Фирма-исполнитель контура съема тепла отвечает за качество и гарантирует возможность съема указанного в техзадании количества киловатт-часов энергии в год. В РФ бурильщики только бурят скважину определенной глубины, за все остальное приходится отвечать монтажникам. В результате страдают все: производители, которым приходится заниматься не своим делом (помогать с расчетами поля геозондов и обучать созданию грунтового контура съема тепла); проектировщики, которым не хватает информации, методик расчета, исходных данных, норм проектирования и монтажа; монтажники, у которых нет необходимых навыков, но приходится отвечать за все перед заказчиком. Понятно, что такое положение дела сдерживает рост спроса на ТН.

**Какие основные типы ТН и какие мощности востребованы в России?**

**Эдуард Крылов.** В России наиболее востребованы геотермальные ТН с горизонтальными водными или вертикальными коллекторами. В южных регионах могут использоваться воздушные ТН. В средней полосе России и на юге применение могут найти рекуперационные ТН, использующие тепло вытяжной вентиляции. Наиболее востребованы ТН малой мощности – до 100 кВт, т.к. источник низкопотенциального тепла для них можно найти практически повсеместно. Для





более мощных ТН нужен, соответственно, более мощный источник тепла, например, озеро, море, сточные или технологические воды.

**Алексей Кузьмин.** В России востребованы все виды ТН: геотермальные, воздушные и водяные. До недавнего времени наибольшим спросом пользовались модели мощностью 30–60 кВт. Их приобретали очень состоятельные клиенты для отопления собственных домов большой площади. Однако сегодня мы наблюдаем повышение спроса на менее дорогие модели. Все чаще клиенты выбирают тепловые насосы с выходной мощностью 8–15 кВт и мощностью электросети – 2–4 кВт. Из этого можно сделать вывод, что такое оборудование стало доступно людям, живущим в домах площадью 150–250 м<sup>2</sup>, то есть спрос переместился в более низкий ценовой сегмент.

**Ара Кандалян.** Значительно чаще других приобретают насосы «воздух-вода» – на их долю приходится около 90 % всех проданных за последнее время агрегатов. Однако у технологии «воздух-вода» есть свои недостатки (например, температурный потолок нагретой воды у таких насосов ниже, чем у «грунтовых»). Мощность тепловых насосов определяется площадью и качеством теплоизоляции здания, которое необходимо отапливать. В основном, такие агрегаты приобретают для теплоснабжения двух- и трехуровне-

вых коттеджей и одно-двухэтажных строений типа кафе, автосервисов и т.д.

**Насколько хорошо в российских нормативных документах оговорены вопросы, связанные с использованием ТН в системах теплоснабжения, их монтажом, эксплуатацией, техническим обслуживанием?**

**Алексей Кузьмин.** В России пока нет специальных нормативов для ТН, однако действующая нормативная база (СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», СНиП 2.04.01-85\* «Водоснабжение и канализация», СНиП 2.04.07-86\* «Тепловые сети», МГСН 2.01.99) достаточно хорошо регламентирует их использование. В тоже время, у нас совсем нет документов, касающихся установки грунтовых коллекторов. Поэтому сегодня наши коллеги из других стран стараются инициировать процесс разработки таких нормативов. Для этого они создали специализированные профессиональные ассоциации и, в рамках этих ассоциаций, начали работу с ответственными государственными инстанциями.



**Ара Кандалян.** Для того чтобы внести в СНиПы какие-либо изменения или дополнения, обобщенного опыта по эксплуатации тепловых насосов в России недостаточно. Впрочем, в действующих

«Строительных нормах и правилах» большинство требований к тепловым сетям сформулировано достаточно корректно, и этого вполне хватает для того, чтобы грамотно работать с таким оборудованием.

**Возможно ли в России полноценное автономное круглогодичное теплоснабжение (отопление и ГВС) объекта только за счет работы ТН? В каких регионах это оправдано?**

**Эдуард Крылов.** Полноценное автономное круглогодичное теплоснабжение объекта только за счет работы теплового насоса можно организовать в средней полосе России и южнее.

**Алексей Кузьмин.** В любом регионе и в любой климатической зоне России можно организовать полноценное автономное круглогодичное теплоснабжение объекта только за счет работы теплового насоса. Однако мы рекомендуем подбирать ТН меньшей мощности (70–80 % от энергопотребления здания) и дополнять их резервным источником тепла. При таком подходе ТН позволяет получать 98,5–99,0 % годового количества энергии, необходимого для теплоснабжения здания. А пиковую мощность, востребованную лишь несколько дней в году, можно получить от резервного источника. Это существенно снизит стоимость проекта и ускорит его окупаемость.

**Ара Кандалян.** Для большей части европейской России – да, возможно. Резервная подпитка потребуется ближе к северо-востоку: Башкортостан, Марий-Эл, Республика Коми, в отдельные сезоны в Самарской области. Большое значение имеет цена газа. Например, в Ханты-Мансийском округе 1 м<sup>3</sup> газа стоит 2,9 руб., и там интересно устанавливать бивалентные тепловые пункты. Там, где нет газа, использование ТН для обеспечения теплоснабжения – самая эффективная схема, способная полностью удовлетворить все нужды потребителей тепла. Производители ТН активно совершенствуют свою технику, скоро на рынке появятся модели, которые смогут эффективно работать даже в жестком климате наших северных регионов.

**Александр Сеvidов.** Для теплоснабжения частных домов ТН обычно применяют в комбинации с проточным нагревате-





лем, который предназначен для покрытия пиковых нагрузок на отопление. Такие нагреватели немного повышают стоимость эксплуатации, зато позволяют значительно сэкономить на мощности теплового насоса и на глубине залегания, а следовательно, и стоимости грунтовых зондов.

**В комбинации с какими типами теплогенераторов согласуется использование тепловых насосов?**

**Эдуард Крылов.** В качестве догревателя для ТН можно использовать котел практически любого типа, который можно автоматизировать. Самым простым вариантом является электрический котел.

**Ара Кандалян.** Это должен решать потребитель с учетом того, какое топливо обойдется ему дешевле.

**Александр Севидов.** На крупных объектах ТН можно использовать вместе с солнечными коллекторами – для ГВС (реже для отопления), газовыми или жидкотопливными котлами – для покрытия пикового расхода горячей воды. При теплоснабжении частных домов ТН можно также использовать в комбинации с твердотопливными котлами.

**Светлана Дашкевич.** Использование ТН подразумевает создание низкотемпературных систем отопления, где максимальная температура теплоносителя составляет не 90, а 55 °С – максимальная температура на выходе теплового насоса при работе только за счет холодильного

контура у разных изготовителей колеблется в диапазоне от 55 до 65 °С. Снизить потребление электроэнергии тепловым насосом можно за счет использования систем отопления с особо низкими расчетными системными температурами, например, 40/30 °С. В Германии является стандартом проектирование систем отопления с максимальной температурой в подающей линии 55 °С, что позволяет также максимально использовать преимущества конденсационных газовых или дизельных котлов. В России это пока почти экзотика.

**В каких случаях и для каких целей оправдано применение ТН на промышленных объектах, объектах социального назначения?**

**Эдуард Крылов.** Применение ТН оправдано для отопления хорошо утепленных объектов любого назначения. Ограничением является мощность необходимого источника низкопотенциального тепла. На промышленных объектах непрерывного цикла такие агрегаты могут обеспечить охлаждение технологической воды с одновременным нагревом теплоносителя системы отопления. Разумеется, схема включения теплового насоса в систему должна быть тщательно просчитана.

Еще одной областью для успешного применения такого оборудования является сельское хозяйство. Наряду с развитием технологий биогаза крайне неразумно не использовать биогенное тепло для ГВС и систем отопления с ТН. Рекуперационные ТН в коровниках полностью могут обеспечить их горячей водой. Очевидно, современные крупные сельскохозяйственные комплексы могут успешно применять ТН – это не менее перспективно, чем использование биогаза.

**Светлана Дашкевич.** В Швеции есть примеры, когда дома фермеров полностью отапливаются за счет тепла, полу-

чаемого в результате охлаждения молока после дойки. Охлаждать молоко просто необходимо для его сохранности, дойка происходит несколько раз в день. В процессе охлаждения холодильная машина так или иначе генерирует тепло, которое используется для отопления. Так что тут у ТН перспективы очень хорошие.

**Алексей Кузьмин.** При функционировании большинства промышленных и гражданских объектов происходят процессы, сопровождаемые выделением тепла: работа градирен, технологические выбросы горячей воды, охлаждение различных субстанций, стоки «Водоканалов» и др. Как правило, использование ТН для теплоснабжения таких объектов более, чем оправданно, но окончательно заключение о целесообразности использования на том или ином конкретном предприятии ТН можно вынести только после проведения соответствующих расчетов.

**Ара Кандалян.** Я считаю, что такое оборудование целесообразно использовать для теплоснабжения большинства военных объектов и объектов оборонной промышленности, особенно тех, которые



находятся вдали от крупных населенных пунктов. Также с помощью ТН можно отапливать санатории, базы отдыха, детские лагеря, спортивные базы, метеорологические станции наблюдения и другие удаленные объекты. Только для этого должно быть принято соответствующее «политическое решение».

Материал подготовил Денис Строганов.



# Пластинчатые теплообменники на российском рынке

Пластинчатые теплообменники (ПТО) широко используются в коммунальном и промышленном тепло- и холодоснабжении. Большинство ПТО поставляются в Россию зарубежными компаниями или собираются отечественными предприятиями из зарубежных комплектующих. Данный обзор посвящен наиболее влиятельным производителям разборных, паяных и полусварных теплообменников, работающим на российском рынке. В нем не представлены сварные кожухопластинчатые и цельносварные агрегаты.

## Alfa Laval

Международный промышленный концерн Alfa Laval (Швеция) специализируется на производстве теплообменного, сепарационного и потокопроводящего оборудования. В России его интересы представляет ОАО «Альфа Лаваль Поток». Разборные ПТО Alfa Laval, используемые в тепло-снабжении, представлены сериями М, Т и TS. Они могут работать с водой, паром и другими жидкостями. В зависимости от модели, их максимальная рабочая температура может составлять 140, 160, 180 или 190 °С, максимальное рабочее давление – 16 бар (модели FM с облегченной рамой – до 10 бар, модели FD с усиленной рамой – до 25 или 30 бар). Мощность моделей серий М может изменяться от 50 до 3000 кВт, мощность моделей серий Т и TS – от 200 до 15 000 кВт.

В разборных пластинчатых теплообменниках WideGap используются

пластины с профилем, позволяющим образовывать каналы с шириной поперечного сечения от 8 до 17 мм. Это значительно снижает вероятность их загрязнения. Максимальная рабочая температура теплообменников составляет 180 °С, рабочее давление – 10 или 16 бар. Приборы данного типа широко применяют в целлюлозно-бумажной, спиртовой и сахарной промышленности. Теплообменники AlfaCond применяются для конденсации пара при низких давлениях. Их максимальная рабочая температура – 160 °С, максимальное рабочее давление – 6 или 10 бар. Приборы AlfaVar используются преимущественно в качестве испарителей и конденсаторов. Они предназначены для работы при температуре первичной среды до 160 °С и давлении до 6 бар. Пластины теплообменников Double Wall и Gemini делают двойными. Их используют в тех

случаях, когда необходимо свести к минимуму вероятность смешивания двух сред. Теплообменники BaseLine и FrontLine используются для нагрева или охлаждения сред, чувствительных к механическим воздействиям. Приборы Clip 3 Plate и M-Line соответствуют высоким гигиеническим требованиям. Теплообменники этих серий применяют преимущественно в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности.

Паяные ПТО серии AC в основном используют как

испарители с отводом сухого пара, как конденсаторы, пароохладители или экономайзеры. Серия включает более 10 моделей мощностью от 1 до 600 кВт. В зависимости от модели, модификации или используемого хладагента, рабочая температура для них может изменяться в диапазоне от –196, –160 или –50 до 150 или 225 °С, а максимальное рабочее давление – составлять 25, 30, 32, 42 или 45 бар. Теплообменники CB рекомендуются использовать в тех ситуациях, когда пространство для размещения оборудования очень ограничено. Они могут быть одно-, двух- или многоходовыми. В Россию компания поставляет более 15 моделей мощностью от 60 до 3200 кВт. В зависимости от модели или модификации, рабочий диапазон температур для них может составлять от –160 до 175 °С или от –50 до 225 °С, максимальное рабочее давление – 16, 20, 25, 27 или 32 бар. Паяные теплообменники AlfaNova полностью изготавливают из нержавеющей стали. Диапазон рабочих температур для них составляет от –196 до 450 или до 550 °С, максимальное рабочее давление, в зависимости от модели, изменяется от 20 до 43 бар. Паяные теплообменники Combidryer предназначены для работы со сжатым воздухом. Диапазон рабочих температур – от –160 до 255 °С, максимальное рабочее давление – 16 (модели CD100 и CD300), 28 или 30 (CD200) бар. Теплообменники DOC предназначены для охлаждения технических масел и применяются преимущественно в гидравлических системах. Серия включает шесть моделей





с диапазоном рабочих температур от –196 до 255 °С. Максимальное рабочее давление в зависимости от модели и модификации составляет 16, 30, 33 или 40 бар. Сварные теплообменники AlfaRex применяют для работы с агрессивными средами. Диапазон рабочих температур – от –50 до 350 °С, рабочее давление в зависимости от модели – 10, 16, 25 или 40 бар.

Основные модели теплообменников Alfa Laval оборудуются внутренними или наружными резьбовыми соединениями, соединениями под пайку или сварку, фланцевыми соединениями. Для изготовления пластин и теплообменников используются: нержавеющие стали AISI 304, AISI 316, AISI 316L, AISI 254, AISI C276, титаниум, никель.

## Danfoss

Компания Danfoss (Дания) специализируется на разработке и производстве тепловой и промышленной автоматики, холодильного оборудования, приводной техники и др. В Россию компания поставляет одно- и двухходовые паяные ПТО серии XB и одноходовые разборные – серии XG. Они могут работать с оборотной водой или гликолевым раствором концентрацией до 50 % и предназначены для использования в системах централизованного теплоснабжения, отопления и ГВС, холодоснабжения в установках вентиляции и кондиционирования воздуха. Рабочая температура теплоносителя теплообменников серии XB составляет от –10 до 180 °С, давление – до 25 бар (XB 70-1 – до 16 или до 25 бар). Теплообменники оснащены резьбовыми или фланцевыми (XB 60-1 и XB 70-1) соединениями и, в зависимости от модели, могут включать от 8 до 200 пластин. Рабочая температура теплообменников XG составляет от –10 до 150 °С, давление – до 16 бар. Теплообменники оснащены резьбовыми или фланцевыми (XG 30) соединениями. В моделях XG 40 и XG 50 предусмотрены места для фланцевых соединений. Теплообменники XG могут включать от 10 до 200 пластин. Теплообменники Danfoss изготавливают из нержавеющей стали EN 1.4404.

## Funke

Один из крупнейших мировых производителей пластинчатых и кожухотрубных теплообменников. Разборные ПТО в ассортименте компании представлены сериями FP, FPS, FPG, FPSF, FPSS и FPDW. Их мощность, в зависимости от модели, может составлять от 1 кВт до 30 МВт. Теплообменники FP предназначены для воды, FPS – для сред с более высоким коэффициентом вязкости (более глубокий рельеф пластин). Они могут быть как одно-, так и многоходовыми. Рабочая температура теплоносителя составляет от –20 до 190 °С, максимальное рабочее давление – 25 бар.



В зависимости от модели, приборы могут оснащаться резьбовыми или фланцевыми фитингами, свободными фланцами. Пластин теплообменников FPSF устроены так, что образуют отдельный канал, который в три раза шире, чем у стандартных пластин. Он обеспечивает высокую проходимость при использовании загрязненных сред, сред, содержащих крупные твердые частицы, сред с высокой вязкостью. Теплообменники FPG являются полусварными. Часть пластин в них свариваются по две в так называемые кассеты. При этом образуются герметичные каналы для протекания одной из сред – такие теплообменники применяют для работы с химически агрессивными средами или хладагента-

ми. Пространство между кассетами уплотняется стандартным способом и, как правило, используется для протекания воды. Рабочая температура теплоносителя для теплообменников составляет от –40 до 180 °С, давление – 25 бар. Теплообменники повышенной надежности FPSS и FPDW применяются в тех случаях, когда необходимо полностью исключить возможность смешения сред. Как правило, их используют для работы с маслами и кислотами. Каждая пластина такого теплообменника состоит из двух одинаковых пластин, сваренных по диаметру отверстий для прохода сред. При этом между двумя сваренными пластинами образуется полость, через которую (при образовании трещины в одной из пластин) теплообменная среда может вытечь из теплообменника – канал утечки.

Паяные ПТО в ассортименте компании представлены сериями: GPL, GPLK, TPL, SPL, NPL и APL. Теплообменники GPL предназначены для работы со средами с низкой вязкостью: вода, масла и др. Они состоят из профилированных пластин, спаянных в один блок. Их рабочая температура меняется от –160 до 200 °С, давление – до 30 бар, мощность – от 2 до 4000 кВт, максимальное количество пластин – от 30 до 220. В зависимости от модели, максимальная рабочая температура теплообменников GPLK может составлять 150 или 200 °С, максимальное давление – 10, 30 или 45 бар. Их мощность изменяется от 2 до 6000 кВт, количество пластин – от 60 до 300. Припой теплообменников GPL и GPLK может быть выполнен из меди (вода, гликолевые смеси, масла, спирты, хладагенты и т.д.) или никель (аммиак, деионаты, силиконовые масла и т.д.). Теплообменники TPL используются для работы со средами с высокой вязкостью (гидравлические масла, машинные масла и др.). Их максимальное рабочее давление составляет 30 бар, рабочая температура меняется от –160 до 200 °С, мощность – от 2 до 2000 кВт, максимальное количество пластин – от 60 до 120. Теплообменники повышенной надежности SPL используются, когда необходимо полностью исключить возможность смешения сред. Для этого между каналами с разными средами встраивается рифленая пластина. При образовании тре-



щины в одной из пластин теплообменная среда будет вытекать из теплообменника. Теплообменники APL используются при нагреве или охлаждении газов. В зависимости от модели паяные теплообменники оснащаются патрубками с наружной или внутренней резьбой, фланцами, паяными соединениями. Стандартные пластины для теплообменников Funke изготавливаются из нержавеющей стали AISI 316. Теплообменники, предназначенные для работы с химически агрессивными средами (хлориды, кислоты), могут быть изготовлены из сталей AISI 904 L, AISI 254 SMO, хастеллоя или титан-палладия. В России продукцию компании представляет ООО «Машинпэкс».

### ООО «Машинпэкс»

ООО «Машинпэкс» является эксклюзивным российским представителем крупного европейского производителя теплообменного оборудования, компании GEA Ecoflex (Германия). Компания выпускает разборные ПТО серий VT, NT, NF, LWC и Free Flow. Теплообменники VT предназначены для работы с водой или паром. Рабочая температура теплоносителя составляет от  $-25$  до  $200$  °C, максимальное давление – 25 бар, мощность – от 20 до 70000 кВт. Они могут быть укомплектованы 23 типами пластин Varitherm площадью от 0,05 до 2,5 м<sup>2</sup>. Форма пластин теплообменников NT обеспечивает равномерное движение жидкости по всей ширине пластины, что улучшает передачу тепла от одной среды к другой. У моделей Free Flow ширина канала увеличена до 12 мм, и их используют для работы со средами, которые выводят из строя обычные теплообменники: жидкости, содержащие твердые частицы, кристаллы, пульпу, среды с высокой вязкостью. Ширина каналов теплообменников NF является постоянной. Это позволяет снизить вероятность возникновения засоров при работе с проблемными средами. Модели LWC комплектуются сварными кассетами и предназначены для работы с агрессивными средами. Также они могут работать как испарители, конденсаторы или охладители масла. Максимальное рабочее давление для них составляет 25 бар, в зависимости от модели и назначения их мощность изменяется от 400 до 3600 кВт. Пластинчатый теплообменник Concitherm

СТ 193 используется в качестве испарителя. Он комплектуется пластинами с увеличенной шириной канала Free Flow и предназначен для работы с различными нестандартными средами.

Для пайки теплообменников «Машинпэкс» используется медь (серии GBS и GBE) или никель (NP (GNS)). Для теплообменников GBE максимальная рабочая температура составляет  $150$  °C, давление – 16 бар, для GBS –  $200$  °C и 30 бар. Они предназначены для работы с жидкостями, воздухом и хладагентами. Теплообменники NP предназначены для работы с агрессивными или особенно чистыми средами: жидкими хладагентами, аммиаком, особо чистой и деионизированной водой. Максимальная рабочая температура для них составляет  $195$  °C, давление – 16 бар. Теплообменники GBH предназначены для работы под давлением до 45 бар и могут работать с хладагентом R410A, не разрушающим озоновый слой. При необходимости на них может быть установлена внешняя рама. Максимальная рабочая температура для них составляет  $150$  °C (45 бар) или  $200$  °C (40 бар). Паяные теплообменники «Машинпэкс» могут иметь различное исполнение, расширяющее их технические возможности. Например, модели DI оснащены встроенным распределительным устройством для хладагента, модели FF оборудованы системой, предотвращающей замерзание сред вблизи портов теплообменника, модели SC снабжены защитными полостями, повышающими надежность теплообменника при термических перенапряжениях, модели TD представляют собой испарители или конденсаторы, состоящие из двух независимых контуров и т. д.

### ЗАО «Ридан»

ЗАО «Ридан» является крупнейшим российским производителем теплообменного оборудования. Для сборки ПТО на предприятии используются пластины компании Sondex (Дания). Компания выпускает около 40 моделей разборных теплообменников серии HH на базе пластин 20 типов. В зависимости от материала прокладок, их диапазон рабочих температур составляет от  $-15$  до  $160$  °C, от  $-20$  до  $140$  °C или от  $-10$  до  $200$  °C, максимальное рабочее давление – 10 или 16 бар. Также



компания предлагает паяные пластинчатые теплообменники SL с диапазоном рабочих температур от  $-180$  до  $+200$  °C и максимальным рабочим давлением 10, 16 или 25 бар. Пластины для приборов изготавливают из нержавеющей стали AISI 304, AISI 316, SMO 254, титаниума или хастеллоя C-276.

### ГК «РосВЕП»

«РосВЕП» – одно из крупнейших российских предприятий, специализирующихся на расчете, производстве, поставках и сервисном обслуживании теплообменного оборудования. Его основными партнерами являются ведущие производители теплообменников – компании SWEP (Швейцария) и Tranter (США).

Компания выпускает разборные ПТО серий GC, GL, GX, GD, GF и GW, с максимальной рабочей температурой  $180$  °C. Серия теплообменников GC включает 7 моделей, серия GL – 9 моделей и серия GX – 11 моделей. Эти теплообменники могут иметь рамы одного, двух или трех типов. В зависимости от типа рамы, их максимальное рабочее давление может составлять 6, 10, 16 или 25 бар. Теплообменники GD собирают из сдвоенных пластин. Их используют в тех случаях, когда необходимо снизить



до минимума вероятность смешивания сред. Приборы серии GF комплектуются пластинами с каналами увеличенной глубины (максимальный зазор между каналами – 12 мм). Они предназначены для работы со средами, обладающими большой вязкостью или содержащими волокна и твердые частицы. Серия включает три модели, рассчитанные на давление 10 бар. Максимальное давление для теплообменников GW составляет 16 бар, и их часто используют в системах охлаждения или для работы с агрессивными средами (аммиак и др.). Они состоят из попарно сваренных симметричных и асимметричных пластин. Разборные теплообменники серии Minex отличаются очень небольшими размерами. Диапазон рабочих температур для них составляет от 0 до 100 °С, максимальное рабочее давление – 10 или 16 бар.

Паяные ПТО «РосВЕП» представлены сериями В, V, D, Е, AD, ADWIS, DW, HP, А и МО. Серии В и V включают 19 и 9 моделей, соответственно. Диапазон рабочих температур – от –196 до 225 °С, максимальное давление на внешнем и внутреннем контуре – 31 бар (155 °С) или 27 бар (225 °С). Исключение – модели В80, В427, В862 и V80. Теплообменники серии D обладают тремя контурами: одним первичным и двумя вторичными. Серия вклю-

чает две модели с минимальной рабочей температурой –196 и максимальной 225 °С. Максимальное рабочее давление на внешнем контуре – 28 бар (155 °С) или 25 бар (225 °С), на внутреннем – 31 бар (155 °С) и 27 бар (225 °С). Модели серии Е разработаны специально для бойлеров низкого давления. Диапазон рабочих температур – от 0 до 100 °С, максимальное давление – 10 бар. Теплообменники серии AD используются в системах осушения воздуха. Для них максимальное рабочее давление на внешнем контуре составляет 31 бар (155 °С) или 27 бар (225 °С), на внутреннем – 45 бар (155 °С) или 42 бар (225 °С), диапазон рабочих температур – от –196 до 225 °С. Теплообменники ADWIS представляют собой компактные осушители со встроенным сепаратором. Обычно их используют для охлаждения и удаления влаги из воздуха, сжатого компрессором. Максимальная рабочая температура для них составляет 155 °С, максимальное давление в воздушном контуре – 16 бар, в контуре охлаждения – 16 или 31 бар. Теплообменник DW оснащен двойными стенками. Диапазон рабочих температур от –196 до 225 °С, максимальное рабочее давление – 16 бар. Прибор применяют в тех случаях, когда необходимо минимизировать возможность смешения двух сред. Теплообменники HP используют в системах с высоким давлением. Максимальное рабочее давление на внутреннем контуре у них составляет 38, 42 или 45 бар. Диапазон рабочих температур – от –196 до 225 °С или от –40 до 150 °С. Пластины теплообменников серий В, V, D, Е, AD, ADWIS, DW и HP изготавливают из нержавеющей стали, припой – из чистой меди или никелевого сплава (модели В10АНР и В28АНР). Теплообменники серии МО изготавливают из молибденовой стали. Их используют, когда одна из сред содержит большое количество хлоридов или других веществ, вызывающих интенсивную химическую коррозию. Диапазон рабочих температур – от –196 до 225 °С, максимальное давление на внешнем и внутреннем контурах – 31 бар (155 °С) или 27 бар (225 °С). В теплообменниках серии А в качестве припоя используется сплав на основе никеля. Они выдерживают более высокие температуры и лучше противостоят коррозии. Диапазон рабочих температур – от –196 до 350 °С, максимальное

рабочее давление – 10, 12 или 13 бар (225 °С), 8 или 10 бар (350 °С). В зависимости от модели, пластинчатые теплообменники «РосВЕП» оснащают резьбовыми или фланцевыми соединениями, или соединениями под приварку.

### ООО «Теплотекс АПВ»

Предприятие «Теплотекс АПВ» (г. Санкт-Петербург) выпускает ПТО, автоматику для управления насосами и водяной арматурой, установки подпитки. Пластинчатые разборные теплообменники собираются на базе 16 типов пластин, выпускаемых компанией APV Heat Exchangers (Дания) и изготавливаемых из нержавеющей стали AISI 316. Мощность одного теплообменника может составлять от 20 кВт до 60 МВт, максимальное рабочее давление – 25 бар, максимальная рабочая температура – 110, 150 или 200 °С (зависит от материала прокладок).

### ЗАО «Техэнергострой»

Компания «Техэнергострой» (г. Ижевск) осуществляет проектирование, изготовление, поставку, монтаж и обслуживание тепловых пунктов и разборных пластинчатых теплообменников ТИЖ-0,015, ТИЖ-0,08, ТИЖ-0,18 и ТИЖ-0,35. Теплообменники ТИЖ рассчитаны на работу с максимальной температурой греющей среды 150 °С и максимальным давлением 16 или 20 бар (модель ТИЖ-0,35). Пластины для них изготавливают из нержавеющей стали марок AISI 316 или AISI 312.

### ООО «Этра»

Компания «Этра» (г. Нижний Новгород) производит и поставляет разборные ПТО серии ЭТ (32 модели). Рабочая температура теплообменников изменяется в диапазоне от –30 до 180 °С, а максимальное рабочее давление составляет 10, 16 или 25 бар. Теплообменники собирают на базе пластин FP, FPG, FPSF и FPDW компании Funke (Германия), которые могут быть изготовлены из нержавеющей стали марок AISI 304, AISI 316L, хастеллоя или титана.

*Обзор подготовил Денис Строганов.*





# Пароперегреватели и турбины должны работать без отложений

Я. Резник

*Одним из важнейших факторов, предупреждающих возникновение отложений в пароперегревателях и турбинах, является соблюдение нормативного качества пара паровых котлов. Причем обеспечение этого качества может быть достигнуто только при соблюдении ряда условий.*

**В** пароперегревателях и паровых турбинах образование твердых веществ происходит в разных условиях в зависимости от давления в барабанах котлов.

При давлении до 6,9 МПа накипеобразующие вещества растворены в каплях котловой воды, которые вместе с паром уносятся в пароперегреватель, если он есть, или в паропроводящий тракт – к потребителям пара.

В последнем случае отложения также нежелательны из-за ухудшения работы или аварийного прекращения эксплуатации трубопроводной арматуры.

Даже при нормальном качестве насыщенного пара до пароперегревателя возможны отложения твердых веществ в турбинах. Во время теплотехнических испытаний и наладки некоторых котлов было обнаружено пародоксальное, на первый взгляд, явление: солесодержание перегретого пара (после пароперегревателя) было больше солесодержания насыщенного пара (до пароперегревателя). Исследования показали, что из пароперегревателя паром «вымываются» отложения, образовавшиеся ранее во время нестабильных периодов работы котла (увеличение уровня воды в барабане выше допустимого технологическим регламентом, возникновение неплотностей в соединениях паросепарационных устройств и др.). Обязательна поэтому промывка пароперегревателей водой или влажным паром во время ремонтов котлов.

Заявленная в заголовке статьи задача рассматривается применительно к котлам низкого и среднего давления.

После известных преобразований в управлении энергетикой страны значительно усилилась тенденция строитель-

ства собственных котельных, в том числе котельных с турбинами – мини-ТЭЦ.

Такие котельные далеко не всегда обеспечены квалифицированными кадрами, грамотно эксплуатирующими оборудование и знающими особенности водного режима котлов.

Изготовители котлов не склонны принимать во внимание экономические показатели котельных и в данном случае не стремятся обеспечить условия уменьшения продувки котлов. То есть, для обеспечения нормативного качества пара устанавливают небольшие уровни солесодержания котловой (продувочной) воды, как правило, не более 3000 мг/кг. Особенно это чувствительно, если солесодержание питательной воды велико. К примеру, при солесодержании питательной воды 500 мг/кг и солесодержании продувочной воды 3000 мг/кг значение продувки составит 20 %. И, таким образом, при поставляемых простейших паросепарационных устройствах и без введения системы ступенчатого испарения во многих случаях приходится прибегать к обессоливанию исходной воды.

Показатели качества насыщенного и перегретого пара после регуляторов перегре-

ва пара (по солесодержанию) должны соответствовать ГОСТу 20995-75\*\*\* (табл. 1).

Для котлов без пароперегревателя указанное значение влажности пара допустимо, если не нарушается технология производства. Такими производствами могут быть: пропарочные камеры бетонных изделий, многие теплообменники и др.

Однако, как указано выше, остается проблема «заноса» солями регулирующей арматуры паропроводов после дроссельного органа, если насыщенный пар с солесодержанием 1–3 мг/кг дросселируется. Возможны также гидравлические удары при влажности пара более 1 %.

Значения солесодержания пара по табл. 1 приняты по условиям рекомендуемых РД 24.130.03-88 значений солесодержания (по NaCl) котловой воды I и II ступеней испарения – табл. 2.

Предельные значения солесодержания котловой воды даны для вод с общей щелочностью до 30 % общего солесодержания и с содержанием органических веществ (по перманганатной окисляемости) до 20 %. Если существующие показатели больше указанных в табл. 2, то к табличным значениям нужно вводить пони-

**Табл. 1. Солесодержание насыщенного и перегретого пара после регуляторов перегрева**

| Солесодержание пара                    | Котлы промышленные (с пароперегревателем), абсолютным давлением, МПа |      |     | Котлы энергетические (с пароперегревателем), абсолютным давлением, МПа |
|--|--|------|-----|--|
|  | до 1,4   | 2,35 | 3,9 | до 3,9 (ТЭЦ)   |
| В пересчете на NaCl, мг/кг             | 820  | 410  | 250 | 250  |
| В пересчете на Na <sup>+</sup> , мг/кг | 320*   | 160* | 100 | 100  |

\*Для котлов без пароперегревателя допускается влажность пара до 1 %, то есть если солесодержание котловой воды, например 3000 мг/кг, то солесодержание пара (при расчете по влажности) равно 30 мг/кг.



**Табл. 2. Допускаемое значение солесодержания котловой воды в котлах с внутренним диаметром барабана 1,2–1,5 м, г/кг**

| Схема ступенчатого испарения | Давление пара в барабане, МПа |          |          |
|------------------------------|-------------------------------|----------|----------|
|                              | 1,4                           | 2,35     | 3,9–4,9  |
| Двухступенчатая, I ступень   | 2,5*                          | 2,0*     | 1,2*     |
| Двухступенчатая, II ступень  | 4,5–6,0*                      | 4,5–6,0* | 4,5–6,0* |
| Одноступенчатая              | 3,0                           | 2,5      | 1,5      |

\* в торцах барабана

жающие коэффициенты. Коэффициенты определяются теплотехническими испытаниями конкретных котлов. Но значения эти могут быть и превышены при оснащении барабанов наиболее эффективными паросепарационными устройствами.

Влажность и солесодержание пара, кроме других условий, зависят также от температуры топочных газов в районе пароперегревателя. Ориентировочные значения показаны в табл. 3.

#### Другие факторы, определяющие качество пара

Количество солей, уносимых с паром из барабана, может быть охарактеризовано двумя областями условий. В котлах с давлением пара в барабане примерно до 6,9 МПа соли котловой воды не растворяются в паре, а сосредоточены только в каплях воды, уносимых паром. Следовательно, солесодержание пара пропорционально количеству капель – влажности пара и солесодержанию котловой воды.

Но состав солей, которые могут выделиться на внутренней поверхности пароперегревателя, несколько отличается от состава солей котловой воды, так как способные к образованию кристаллогидратов соли ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) оседают на поверхности нагрева больше, чем хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ).

Конструктивные особенности котла, режим эксплуатации, величина и состав солесодержания котловой воды, конструкция и качество монтажа паросепарационных устройств, удельное напряжение парового объема барабана и высота паро-

вого объема – всё это факторы, влияющие на качество пара.

Качество (влажность и солесодержание) пара непосредственно зависит от удельного напряжения активного парового объема котельного барабана, удельного напряжения активной площади зеркала испарения в барабане, высоты парового объема, подъемной скорости пара.

Удельное напряжение активного парового объема (пространство у торцов барабана и пространство, занятое паросборными устройствами вверху барабана, не учитываются в составе активного объема):

$$R_6 = D_n \cdot v'' \cdot 10^3 / V_6, \quad (1)$$

где  $R_6$  – удельное напряжение активного парового объема,  $\text{м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ ;

$D_n$  – паропроизводительность котла,  $\text{т/ч}$ ;

$v''$  – удельный объем пара,  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;

$V_6$  – паровой объем цилиндрической части барабана,  $\text{м}^3$ .

Для некоторых старых котлов, еще сохраняющихся в эксплуатации, имеющих предвключенные – перед основным – барабаны:

$$R_6 = D_n \cdot v'' \cdot 10^3 / (V_6 + 0,2 V_{пб} + 0,2 V_c), \quad (2)$$

где  $R_6$ ,  $D_n$ ,  $v''$ ,  $V_6$  – см. (1);

$V_{пб}$  – паровой объем предвключенного барабана,  $\text{м}^3$ ;

$V_c$  – паровой объем сухопарника,  $\text{м}^3$ .

Удельное напряжение активного парового объема барабана для разных давлений котлов можно рассчитать по формуле:

$$R_{6p} = R_6^{3,0} (3,0/P)^{1/2}, \quad (3)$$

где  $R_{6p}$  – удельное напряжение при номинальном давлении в котле,  $\text{м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ ;

$R_6^{3,0}$  – удельное напряжение при давлении

в котле 3,0 МПа, принимается на основе результатов эксплуатации многих котлов равным  $800 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ ;

$P$  – номинальное давление в котле, МПа.

Получить «чистый» пар из котла при среднем значении  $R_6$  более  $1000 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$  и высоте парового объема менее 600 мм практически не удастся, если не предпринимаются определенные мероприятия по улучшению водного режима и паросепарационных устройств.

На допустимое значение  $R_6$  влияет равномерность нагрузки парового объема барабана и способ ввода пароводяной смеси в барабан.

Лучшие результаты дает рассредоточенный ввод пароводяной смеси по длине барабана. Концентрированный ввод смеси должен быть по возможности уменьшен: если концентрированный ввод смеси от конвективных пучков не очень опасен, то кинетическая энергия в пароводящих трубах от верхних коллекторов экранов в 500–1000 раз больше кинетической энергии в трубах конвективных пучков.

Высота парового объема уменьшается при вводе пароводяной смеси под зеркало испарения. При таком способе наблюдается «набухание» воды в барабане. Зеркало испарения становится выше весового уровня воды в водоуказательной колонке и в автоматическом уровнемере. Сосредоточенные вводы смеси ниже уровня воды в барабане особенно опасны, так как приводят к местным «вспучиваниям» воды с забросом капель воды в пароводящие трубы. Высота парового объема может уменьшаться на 100–200 мм.

Повышенная скорость увеличения паропроизводительности и скорость снижения давления при нестабильных режимах эксплуатации котла также приводят к «набуханию» котловой воды и уменьшению высоты парового объема.

Необходимо обратить внимание еще на два фактора, влияющих на качество пара.

Нередки случаи повышения паропроизводительности котлов за счет реконструкции топки, горелок, экранов, других поверхностей нагрева, но без реконструкции паросепарационных устройств. При таких условиях увеличиваются удельное напряжение парового объема, а также скорость пара в объеме барабана и разных элементах внутренних устройств бараба-

**Табл. 3. Параметры пара в зависимости от температуры топочных газов в районе пароперегревателя**

| Показатели качества пара                                  | Температура топочных газов, °С |      |       |
|---|--------------------------------|------|-------|
|   | 600                            | 800  | 1000  |
| Допустимое солесодержание пара, мг/кг                     | 1,0                            | 0,5  | 0,2   |
| Влажность пара при солесодержании котловой воды 5 г/кг, % | 0,02                           | 0,01 | 0,004 |



## Вторая Межотраслевая научно-практическая конференция



26 октября 2011 г. в ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва) состоится Вторая Межотраслевая конференция «ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ-2011», посвященная демонстрации лучших технологий и оборудования для водоподготовки, водоснабжения, водоотведения и водоочистки в нефтегазовой отрасли, энергетике, металлургии и других отраслях.

# «ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ-2011»

Генеральный спонсор

**WEDECO**

Спонсоры конференции:



**VINCI**  
ENVIRONNEMENT

**26 октября 2011г., г. Москва, ГК «ИЗМАЙЛОВО»**

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru), т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)

## СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА СтройЭКСПО. ЖКХ

150 участников • 20 регионов России и ближнего зарубежья  
Выставочная площадь более 2000 кв.м



### СИСТЕМЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

- Системы очистки воды, водоочистители • Канализационные системы и оборудование • Системы вентиляции и кондиционирования
- Системы водоснабжения и отопления • Котельное оборудование, Насосы • Трубы, Запорная и регулирующая арматура

### СТРОИТЕЛЬСТВО

- Новые технологии в строительстве • Быстровозводимые здания и сооружения • Металлоконструкции
- Строительные и отделочные материалы • Кровля, Фасады, Изоляция • Окна, Двери, Ворота • Строительное и промышленное оборудование

### УПРАВЛЕНИЕ ЖИЛИЩНЫМ ФОНДОМ

- Реконструкция, ремонт и содержание объектов жилищного фонда • Поквартирный ремонт труб и трубных конструкций
- Материалы и оборудование для диагностики и санации • Новые формы управления ЖКХ • Коммунальные машины и механизмы для ЖКХ

Официальная  
поддержка:

Комитет по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству Администрации Волгоградской области  
Главное управление архитектуры и градостроительства Администрации Волгоградской области  
Управление архитектуры и градостроительства Администрации Волгоградской области  
Комитет по строительству, жилищно-коммунальному хозяйству и дорожному хозяйству Волгоградской области  
Департамент жилищно-коммунального хозяйства и городского жилищно-коммунального хозяйства Администрации Волгограда  
Комитет по строительству Администрации Волгограда

Организатор  
**Волгоград  
ЭКСПО**

Выставочный центр «ВолгоградЭКСПО»  
Тел./факс: (8442) 55-13-15, 55-13-16  
E-mail: [stroyka@volgogradexpo.ru](mailto:stroyka@volgogradexpo.ru)  
[www.volgogradexpo.ru](http://www.volgogradexpo.ru)

**5-7** ОКТЯБРЯ

ВОЛГОГРАД, ВК «ЭКСПОЦЕНТР»



на. Следовательно, усиливается унос с паром общего объема капель, увеличивается или, наоборот, уменьшается размер капель.

Широко распространена практика работы котлов на давлении меньше номинального. При этом вследствие увеличения удельного объема пара увеличивается удельное напряжение активного парового объема в барабане.

Солесодержание котловой воды действует на качество пара двояко. С одной стороны, чем больше солесодержание котловой воды, тем больше солесодержание капель, уносимых паром. С другой стороны, при увеличении солесодержания котловой воды увеличиваются ее вязкость и поверхностное натяжение. Образующиеся водяные пузыри хуже разрушаются, образуется стабильная пена, то есть уменьшается высота парового пространства, увеличивается влажность пара.

Влажность пара в значительной степени зависит не только от номинальной высоты парового пространства, но и от колебаний уровня воды в барабане. Во многих случаях уменьшение нормального уровня воды только на 50 мм позволяет увеличить нагрузку парового объема на 10–20 %. Но при этом необходимо предотвращать аварийное снижение уровня воды, что достигается эффективно работающими трехимпульсными регуляторами питания котла.

Необходимо также помнить об искажении истинного уровня воды в барабане значениями уровня, показываемого водоуказательным прибором. Причина: охлаждение воды в водоуказательной колонке и подводящих к ней трубах. С учетом сказанного, уровни воды в барабане и в колонке:

$$h_6 = h_k + h'' \quad (4)$$

где  $h_6$  – уровень воды в барабане, отсчитанный от среднего уровня в колонке, принятого за нуль, мм;

$h_k$  – уровень воды в колонке, отсчитанный от среднего уровня в колонке, принятого за нуль, мм;

$h''$  – разница между истинным уровнем воды в барабане и видимым уровнем воды в колонке, мм.

$$h'' = H_k \cdot (x_{cp} - x_1) / (x_1 - x_2) \quad (5)$$

где  $H_k$  – уровень воды в колонке, отсчитанный от нижнего штуцера колонки, мм;

$x_{cp}$  – удельная масса воды в колонке, соот-

ветствующая средней по высоте температуре воды ( $t_{cp}$ ), кг/м<sup>3</sup>;

$x_1$  – удельная масса воды при температуре насыщения ( $t_1$ ) кг/м<sup>3</sup>;

$x_2$  – удельная масса пара, кг/м<sup>3</sup>.

$$t_{cp} = (t_1 + t_2) / 2, \quad (6)$$

где  $t_1$  – температура пара в верхней части колонки (на уровне пароподводящей трубы), °С;

$t_2$  – температура воды в нижней части колонки (на уровне водоподводящей трубы), °С.

Необходимо учитывать следующие конструктивные особенности измерения уровня воды в барабане. Подвод потоков пара и воды к водоуказательным приборам (водомерным колонкам) должен осуществляться через внутрибарабанные успокоительные колонки, чтобы местные потоки воды и пара не оказывали влияние на показания колонки. Подсасывающее влияние потоков на водяной штуцер (например, близко расположенные очки опускных труб) и поток пара, направленный на паровой штуцер, уменьшают уровень воды в колонке. Успокоительная колонка должна быть установлена в таком месте барабана, чтобы исключить влияние на нее таких явлений.

Диаметры труб, соединяющих водомерные и водоуспокоительные колонки, должны быть равны не менее 25 мм при их длине до 500 мм и не менее 50 мм – при длине более 500 мм, чтобы исключить возможность их засорения шламом.

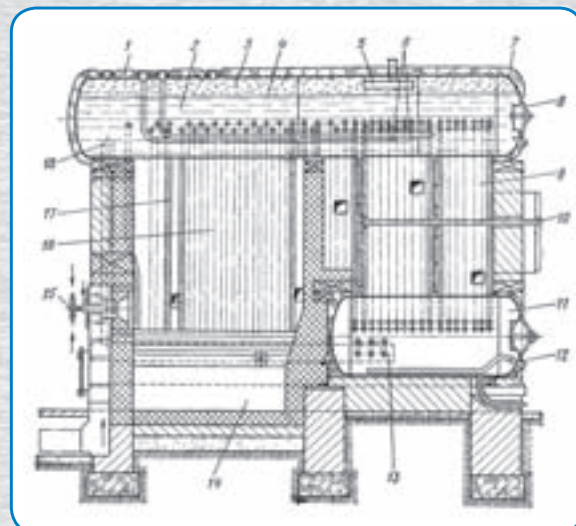
Водяная труба, соединяющая водомерную и успокоительную колонки, должна быть горизонтальной по всей длине – в противном случае может образоваться паровой «мешок», искажающий показание уровня.

Труба, соединяющая колонки, должна быть плотной по всей длине, в том числе в месте присоединения ее к успокоительной колонке и в месте приварки к штуцеру водомерной колонки. В случае наличия неплотности и какого-либо толчка в направлении трубы вода проходит через эту неплотность и теряет часть своего дав-

ления. В результате часть воды испаряется, и в водяной штуцер попадают паровые пузыри, искажающие показания уровня.

Утечка пара («пропаривание») или воды («подтекание») искажают показание уровня воды. При утечке пара его давление в колонке уменьшается – уровень в колонке повышается. При утечке воды ее давление в колонке уменьшается – уровень в колонке понижается. То же происходит при несанкционированном пропуске воды по дренажной трубе колонки.

При установке новых водомерных колонок штуцеры их должны быть врезаны на 350 мм ниже и на 300 мм выше оси барабана.



Паровой двухбарабанный водотрубный котел ДКВ:

1 – верхний барабан котла; 2 – водяной объем; 3 – паровое пространство; 4 – зеркало испарения; 5 и 10 – сепарационное и обдувочное устройства; 6 и 18 – питательная и опускная трубы; 7 – днище барабана; 8 – лаз; 9 – место размещения пароперегревателя; 11 – нижний барабан котла; 12 – труба для продувки котла; 13 – коллектор бокового экрана; 14 – зольник, 15 – горелка; 16 – топка; 17 – кипятильные трубы

Улучшение качества пара, несмотря на все неблагоприятные, описанные выше факторы, может быть достигнуто оптимизацией водного режима котлов и установкой эффективных паросепарационных устройств – внутри барабанов и вне барабанов. Конструкции таких устройств – многообразны. Конструкции и особенности водного режима, с ними связанные, предполагается описать в следующем номере журнала.



# Теплообменное оборудование на сайтах Интернета

Сегодня на российском рынке присутствует широкий ассортимент современного теплообменного оборудования, предназначенного для применения в коммунальном комплексе и самых различных промышленных отраслях. При этом значительная часть теплообменного оборудования, прежде всего пластинчатые теплообменники, импортируется, поставки реализуют официальные представительства зарубежных компаний-производителей через дилерские сети. Не меньшая доля этого сегмента рынка наполняется также теплообменными аппаратами, собранными на территории России из импортных комплектующих. Работают и отечественные производители. Разобраться во всем этом многообразии помогают сайты Интернета компаний поставщиков и производителей, порталы, посвященные тематике теплообменного оборудования.

<http://anvitek.ru>



Сайт группы компаний «Анвитэк», производящей на территории России пластинчатые теплообменники для применения в различных отраслях промышленности и блочные индивидуальные тепловые пункты. На сайте представлено подробное описание выпускаемой продукции (раздел «Каталог»), а также возможности применения теплообменников в различных отраслях («Сферы применения теплообменников»). Посетитель сайта может заказать расчет нужного ему теплообменного оборудования.

[www.danfoss.com/russia](http://www.danfoss.com/russia)

Сайт компании ООО «Данфосс» – официального представителя датского концерна Danfoss, производящего широкий спектр оборудования в сферах холодильной техники, силовой электроники, тепловой автоматики (в том числе и теплообменного). Раздел «Продукция», кроме описания оборудования, содержит также прайс-лист и электронный магазин. В разделе «Новости и события» представлен корпоративный журнал компании – Global Danfoss, выходящий раз в квартал на девяти языках, в том числе и на русском.

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

Сайт официального представительства компании Funke GmbH (Германия) – одного из крупнейших поставщиков пластинчатых теплообменников на российский рынок. Посетители сайта могут познакомиться на нем с историей компании, поставляемым оборудованием, а также послать запрос с индивидуальными требованиями на расчет теплообменника специалистам компании. Паяные теплообменники можно подобрать самостоятельно, пользуясь представленными на сайте таблицами с основными характеристиками моделей из линейки этой продукции.

<http://gea-mashimpeks.ru>



Сайт компании GEA Mashimpeks, которая производит и реализует широкий спектр теплообменного оборудования (разборные и паяные пластинчатые теплообменники, сварные, спиральные, кассетные, кожухотрубные, а также теплообменники для применения в воздушных технологиях – кожухотрубные с оребрением и рекуперативные пластинчатые, индивидуальные тепловые пункты). Содержит информацию о продукции компании. Зарегистрировавшись и авторизовавшись на сайте, можно оформить заказ на подбор нужного теплообменного оборудования. Представлена также информация для связи с сервисной службой компании.

<http://local.alfalaval.com/ru-ru/Pages/default.aspx>



Русскоязычная версия официального сайта мирового лидера производства теплообменного оборудования компании «Альфа Лаваль». Кроме контактной информации и сведений о деятельности компании и выпускаемом оборудовании, предоставляет также возможность посетителям сайта записаться на обучающие семинары и тренинги, посвященные оборудованию, производимому компанией.



[www.ridan.ru](http://www.ridan.ru)

Сайт одного из ведущих производителей теплообменного оборудования в России из Нижнего Новгорода. Приоритетные направления деятельности компании – инженерные решения задач по передаче тепла для коммунальной энергетики, производство пластинчатых теплообменников (разборные, сварные, паяные) и блочных индивидуальных тепловых пунктов. Кроме информации о направлениях деятельности компании, выпускаемом оборудовании, сервисном партнерстве, сайт содержит раздел «Заказ продукции», где можно не только быстро оформить заказ на необходимое теплообменное оборудование, но и подобрать его самостоятельно при помощи представленной в свободном доступе расчетной программы.

<http://www.roswep.ru>



Сайт Группы «РосВЕП» (ЗАО «РосВЕП», ООО «РосВЕП-ТРАНТЕР» и ООО «РосВЕП-СЕРВИС»), производящей и поставляющей обширную номенклатуру разборных, сварных, спиральных и паяных пластинчатых теплообменников для различных применений. Оборудование производится в Европе, Азии и Америке совместно с партнерами – TRANTER International AB и SWEP International AB. Разборные теплообменники серий GX, GC, GL, GD, GF, GW производятся в России. Расчет необходимого теплообменника можно заказать в соответствующем разделе этого сайта.

<http://www.teploobmenka.ru>

Официальное название сайта: «Портал теплообменного оборудования». Позиционируется в сети как «отраслевой промышленный портал» по тематике «теплообменное оборудование и теплотехника». На сайте заявлены цели: объединение специалистов отрасли с целью общения, налаживания деловых контактов и обмена опытом; создание теоретической информационной базы для начинающих специалистов; создание базы практической информации, полезной для опытных специалистов; создание единой базы организаций, задействованных в отрасли. Содержит новости, статьи, словарь терминов, объявления о продаже, касающиеся теплообменного оборудования. Некоторые сведения о физических законах, лежащих в основе работы теплообменных аппаратов, посетители сайта могут найти в разделе «Теория». В разделе «Библиотека» представлены: каталоги производителей теплообменного оборудования, инструкции по монтажу и руководства эксплуатации теплообменных аппаратов ряда ведущих производителей, техническая литература, справочная информация.

<http://www.teplo-obmenniki.ru>

Сайт производителя пластинчатых теплообменников компании ООО «Теплоконтроль». Содержит информацию о продукции и услугах компании.

<http://www.teplotok.ru/index.php>

Сайт производителя пластинчатых теплообменников компании ООО «ТеплоПоток» – поставщика пластинчатых паяных теплообменников SWEP. Содержит информацию о поставляемой продукции и услугах компании.

<http://www.teplotex.ru>

Сайт одного из крупнейших производителей пластинчатых теплообменников в России, компании «Теплотекс АПВ». Производство осуществляется на базе пластинчатской компании APV Heat Exchangers по лицензии. Сайт содержит информацию о производящемся теплообменном оборудовании и направлениях деятельности компании. В разделе «Заказ оборудования» можно произвести расчет, подбор и заказ необходимого теплообменника, заполнив опросные листы.

<http://www.tranter.com/europe>

Сайт о продукции одного из мировых лидеров производства разборных и сварных пластинчатых теплообменников для разнообразных областей применения – компании Tranter, чьи интересы в РФ представляет ООО «Трантер».

<http://www.vseoteploobmennikah.ru>



Интернет-продукт «Все о теплообменниках.ru» содержит сведения о различных типах теплообменного оборудования и представляет ведущих производителей теплообменников, указывая их адреса, контактные данные, направления деятельности, выходы на сайты компаний. В соответствующих разделах сайта предлагаются новости, а также информационные и аналитические статьи отрасли.

*Обзор подготовил С. Пирогов.*



10-Й ЮБИЛЕЙНЫЙ ФОРУМ!

# PCVEXPO

PUMPS COMPRESSORS VALVES



**ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ В МИРЕ НАСОСОВ,  
КОМПРЕССОРОВ И АРМАТУРЫ!**

**31 ОКТЯБРЯ–3 НОЯБРЯ 2011**  
**МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», ПАВИЛЬОН 1**



Контакты дирекции форума:

Тел. (495) 935-81-00,  
факс: (495) 935-81-01  
E-mail: medvedeva@mvk.ru

Организаторы:



Под патронатом:



Официальный спонсор форума:



Генеральные информационные спонсоры:



Информационная поддержка:



РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ЗАО «МВК»: МВК УРАЛ: (343) 371-24-76, МВК ВОЛГА: (843) 291-75-89

**WWW.PCVEXPO.RU**



# Современные теплообменники для промышленности и ЖКХ

В. Романов, С. Шишкин, ООО «ЭФИТ-ФЛО»

ООО «ЭФИТ-ФЛО» – изготовитель и поставщик энергоэффективных решений и оборудования для промышленных предприятий и ЖКХ с 1998 г. Многие годы эксплуатации теплообменников различного назначения показали надежность и эффективность оборудования компании.

**К**омпания ООО «ЭФИТ-ФЛО» составляет на российский рынок три типа теплообменного оборудования, которое находит широкое применение как в пищевой, так и в нефтехимической промышленности и в большой энергетике.

## «Мгновенные» пароводяные теплообменники типа FLO-RITE-TEMP

Теплообменники FLO-RITE-TEMP производства компании Armstrong International s.a. (Бельгия) позволяют приготовить горячую воду с температурой от 49 до 82 °C



с расходом до 32,9 т/ч за считанные секунды без использования промежуточных баков-накопителей. Надежно работают как при пиковых нагрузках, так и в режиме ожидания. Нагрев воды происходит в трубном пучке, а последующее поддержание требуемой температуры происходит с помощью регулирующего клапана прямого действия путем смешения перегретой и холодной воды.

## Компактные кожухотрубные теплообменники со спирально-навитыми трубками

Эти теплообменники, полностью изготовленные из нержавеющей стали, производятся чешской компанией ELTE s.r.o (г. Усти-на-Лабе), интересы которой в России представляет ООО «ЭФИТ-ФЛО». Компания ELTE s.r.o создала компактный

кожухотрубный теплообменник, который не уступает по своим эксплуатационным и теплотехническим свойствам, а также по занимаемой площади размещения пластинчатому теплообменнику. Максимальные условия эксплуатации – 250 °C при давлении 1,6 МПа и 180 °C при давлении 2,5 МПа. Площадь поверхности теплообмена до 57 м<sup>2</sup>. Благодаря плотной упаковке трубок в корпусе теплообменника обеспечивается высокая скорость потока и, соответственно, удается добиться больших коэффициентов теплопередачи. А благодаря завитым в пучок трубкам теплообменника появляется так называемое «вторичное течение» (вихреобразование), которое интенсифицирует теплообмен. Нагреваемая среда находится в межтрубном пространстве, и за счет как действия температурного расширения, так и эффекта свободного перемещения трубок происходит самоочистка поверхности теплообмена. Все это позволяет длительно эксплуатировать теплообменник без обслуживания. Благодаря тому что конструкция теплообменника полностью выполнена из нержавеющей стали, срок его службы значительно превышает срок службы обычных кожухотрубных и пластинчатых теплообменников.

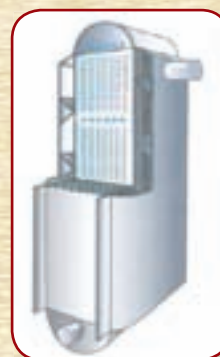


## Гибридные теплообменники

Гибридные теплообменники компании VAU (Германия) – третий тип теплообменников, представляемых компанией ООО «ЭФИТ-ФЛО». Они объединяют в себе все преимущества пластинчатых и кожухотрубных

теплообменников.

Теплообменники разработаны таким образом, что сварные секции из профилированных пластин монтируются на прочной раме и заключаются в разборный корпус, позволяющий удобно проводить очистку и техническое обслуживание. Обычные применения для гибридных теплообменников – это «жидкость-жидкость», «жидкость-газ», «газ-газ» в диапазоне изменения температур от –200 до 900 °C при давлениях сред от вакуума до 60 бар. Наиболее эффективно они работают в условиях фазового перехода (кипения или конденсации). Поверхность теплообмена может достигать 9290 м<sup>2</sup>, а основной показатель компактности – 250 м<sup>2</sup> теплопередающей поверхности в 1 м<sup>3</sup> объема теплообменника. Его конструкция позволяет существенно снизить гидравлические потери без заметного изменения коэффициента теплопередачи. Материалом пластин может служить любой металл, который поддается штамповке и сварке. Наиболее часто используется нержавеющая сталь (304, 316 или 321), а также хастеллой, инколой, титан и др.



ООО «ЭФИТ-ФЛО»

Москва, Красноказарменная ул., д.17, оф. А-301

Тел./Факс. +7 495 971-87-28

+7 495 362-72-63

www: <http://elte.efit-flow.ru>

<http://armstrong.inc.ru>

E-mail: [mail@efit-flow.ru](mailto:mail@efit-flow.ru)



# Такие разные дымоходы

*Высокий КПД современных котлов способствует снижению температуры отводящихся газов, что ведет не только к ухудшению тяги в дымовом канале, но и, что более существенно, к образованию конденсата.*

**В**недрение энергоэффективного котельного оборудования значительно снижает количество вредных выбросов в атмосферу, но проблема, связанная с дымоотводом, остается актуальной. Высокий КПД современных котлов способствует снижению температуры отводящихся газов, что ведет не только к ухудшению тяги в дымовом канале, но и, что более существенно, к образованию конденсата. Конденсат соединяется с газообразными продуктами сгорания, образуя агрессивные кислоты.

В этих условиях многие традиционно применявшиеся для монтажа дымоходов материалы оказались чрезвычайно уязвимыми и малоприменяемыми при строительстве современных котельных установок. В частности, это относится к кирпичным дымоходам. При эксплуатации этих дымоходов, образующийся в дымоходах конденсат очень быстро разрушает поверхность кирпичной стенки.

Те же процессы значительно снижают срок службы дымовых труб из обычной (черной) стали – 2–3 года. Асбоцементные трубы служат чуть дольше – 4–5 лет, но сфера их применения значительно ограничена – при эксплуатации с теплогенераторами, имеющими высокую температуру отводящихся газов (печи, камины), асбоцементные дымоходы, нагреваясь, просто разрушаются, а иногда и взрываются. Керамические дымоходы – дороги сами по себе и требуют трудоемких и затратных монтажных работ. Стеклопластиковые

дымоходы также дороги, и их сфера применения ограничена узким интервалом температур, поэтому используются только с конденсационными котлами.

Единственный вид дымоходов, который может эксплуатироваться с любыми типами теплогенераторов в широком диапазоне температур, – модульные дымоходы из нержавеющей стали. Их универсальные свойства дополняются еще рядом преимуществ: легкий и быстрый монтаж в заданной конфигурации; удобство обслуживания; независимость от конструктивных элементов зданий и возможность полной или частичной замены без крупных финансовых затрат; возможность эксплуатироваться в режимах разрежения и избыточного давления; низкое аэродинамическое сопротивление и быстрое преодоление порога конденсатобразования; газо- и паронепроницаемость; прекрасный внешний вид; пожаробезопасность и долгий срок службы.

Дымоходы Rosinox® из нержавеющей стали представлены на рынке линейкой из трех серий. Это двухслойные модули ТЕРМО с теплоизолирующим слоем из базальтового волокна высокой плотности (диаметр внутренней трубы 130–700 мм), неутепленные модули МОНО (диаметр внутренней трубы 130–800 мм) и КОЛЛЕКТИВНЫЕ (диаметром 250–400 мм) для систем поквартирного отопления. Модули серии КОЛЛЕКТИВНЫЕ характеризуются особой конструкцией соединительных тройников.



Элементы системы Rosinox® МОНО и внутренние элементы Rosinox® ТЕРМО, вступающие в контакт с дымовыми газами, в стандартном исполнении изготавливаются из нержавеющей кислотостойкой стали. По заказу, для работы с высокотемпературными теплогенераторами, могут изготавливаться из нержавеющей жаропрочной стали.

Внешние элементы системы Rosinox® ТЕРМО, не вступающие в контакт с дымовыми газами, трубные хомуты диаметром 130–150 мм, опорные консоли, пластины огнезащитные изготавливаются из нержавеющей пищевой стали.

Гарантийный срок службы дымоходов Rosinox® составляет 10 лет.

**Rosinox**  
Промышленные дымоходы  
из нержавеющей стали

(495) 363 38 54  
(49624) 5 56 58  
info@rosinox-flue.ru  
www.rosinox-flue.ru

**LOVATO**  
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ  
БЫСТРОГО МОНТАЖА КОТЕЛЬНЫХ

коллекторы  
насосные группы  
гидравлические стрелки

+7 495 363-38-54  
www.vivatex.ru

ВИАТЭК



# Оптимальное решение в области теплообмена

К. Мизев, технический директор,  
М. Килин, ведущий инженер  
ООО «Функе Рус»

*Компания ООО «Функе Рус» – известный российский производитель и поставщик качественного теплообменного оборудования для всех отраслей промышленности под самые различные условия эксплуатации. Высокие стандарты качества при разумной цене в сочетании с новейшими технологиями и методами расчета характеризуют известный немецкий бренд Funke как один из лидирующих на рынке теплообменного оборудования.*

## Оптимальное решение под любые условия работы

Спектр применения теплообменников весьма обширен, решение различных задач предъявляют особые требования к конструкции каждого из типов аппаратов. Использование лидирующего мирового программного обеспечения (HTRI и др.), программ расчета собственных разработок (PHE-Designer), а также высококвалифицированный персонал позволяют подбирать оптимальный вариант решения задачи как с технической точки зрения, так и с экономической.

В традиционную линейку поставляемого оборудования ООО «Функе Рус» входят:

- Паяные пластинчатые теплообменники GPL, GPLK, TPL, NPL, NPLK с максимальным рабочим давлением 30 бар (45 бар – в специальном исполнении) и рабочей температурой до 200 °С. Это идеальный вариант для установок малых мощностей и холодильной техники.

- Разборные пластинчатые теплообменники марки FP более сорока типоразмеров с площадью теплообмена до 2500 м<sup>2</sup> и максимальным давлением 25 бар. Используются в различных отраслях, главным образом, для неагрессивных сред.

- Кожухотрубные теплообменники различной конструкции по стандарту ТЕМА. Используются во всех сферах промышленности для нагрева/охлаждения/конденсации/испарения жидких и газообразных сред. Не имеют аналогов в надежности эксплуатации.

В номенклатуру оборудования также входят масловоздушные охладители и электромаслоподогреватели.

Новинкой компании с 2011 г. стали сварные пластинчатые теплообменники марок Funke Block (цельносварной с разъемными плитами) и Funke Flex (цельносварной кожухопластинчатый), которые уже успешно применяются в различных сферах промышленности. Особенности конструкции позволяют использовать данные теплообменники с агрессивными средами при давлении до 40 бар и при температурах до 300 °С.

## Высокое качество изготовления и короткие сроки поставки

Благодаря обширному складированию как исходных материалов, так и комплектующих к теплообменникам, сроки поставки оборудования значительно снижаются. Так, к примеру, хранение на складе листов из сталей 904L, 254 SMO, сплава хастеллой C276, титана, помимо стандартных 304 и 316L, позволяет производить поставки пластинчатых теплообменников для агрессивных сред в считанные недели.

Стали 904L и 254 SMO используются для эксплуатации со средами с высоким содержанием хлоридов (до 5000 ppm и в зависимости от температуры), где использование титана в качестве материала пластин экономически неоправданно. Сплав хастеллой C276 используется, главным образом, для серной кислоты (концентрация свыше 95 % при температуре до 90 °С).



## Взгляд в будущее

Развитие экономики и техники, повышение требования к надежности оборудования постоянно формирует вектор развития компании. ООО «Функе Рус» предлагает заказчику решение комплексных задач теплообмена, поставляя инженерный продукт различного назначения.

Сотрудничество с нами – это путь к развитию Вашего бизнеса!



Юр. адрес: 125212, Москва,  
Кронштадтский б-р, 7а  
Факт. адрес: Москва,  
проспект Мира, 106  
Тел/факс: (499) 706-80-71  
[www.funke-rus.ru](http://www.funke-rus.ru)  
[funkepost@funke-rus.ru](mailto:funkepost@funke-rus.ru)





Компания «Ридан» – ведущий производитель и поставщик теплообменного оборудования в России – разрабатывает отраслевые инженерные решения, основываясь на достижениях науки и собственных исследованиях.

## Энергоэффективное теплоснабжение от «Ридан»

По официальным открытым данным в среднем по России до 4,7 % энергоресурсов (с учетом транспортировки) тратится на отопление жилищного фонда. А для северных регионов затраты энергоресурсов на отопление достигают 25 % общего потребления региона. Всего на отопление зданий и сооружений (данные кафедры строительных материалов МГСУ) затрачивается 20 % энергоресурсов РФ.

Очевидно, что внедрение энергоэффективных решений в области теплоснабжения создает возможность высвобождения значительных материальных ресурсов для развития экономики и обеспечение современного уровня качества жизни. Основа современных энергоэффективных решений в области теплоснабжения – это автоматизация и регулирование при применении современных схемных решений горячего водоснабжения (ГВС) и систем отопления (СО), позволяющих сократить расход теплоносителя тепловой сети, организовав, таким образом, экономичный транспорт тепловой энергии.

Возможности для повышения энергоэффективности имеются на каждом звене систем теплоснабжения. При этом максимальный эффект достигается при комплексном и последовательном подходе, а положительный эффект всегда должен быть обоснован экономически (например, технико-экономическое обоснование – ТЭО).

### Экономичность источника тепловой энергии

На данный момент значительное количество тепловой энергии вырабатывается котельными с открытым котловым контуром, в которых теплоноситель поступает к потребителю непосредственно от котла. Такая схема имеет ряд недостатков: наличие утечек и потерь химподготовленной котловой воды из-за изношенности сетей, риск гидроударов в котловом контуре, снижение ресурса работы котлового оборудования.

Современное теплообменное оборудование позволяет эффективно органи-

зовывать закрытые по котловому контуру системы теплоснабжения (рис. 1), устраняющие указанные недостатки. Мероприятия по реконструкции окупаются в среднем в течение года и в первую очередь за счет более экономичного (до 2 %) потребления топлива в котельных с закрытым котловым контуром, что подтверждается ТЭО и опытом внедрения. Кроме того, реконструкция котельных с переходом на закрытый котловый контур значительно увеличивает ресурс котельного оборудования за счет снижения кислородной коррозии. Снижаются затраты на химводоподготовку. Сокращаются утечки и потери котловой воды. Наконец, при такой реконструкции исключаются

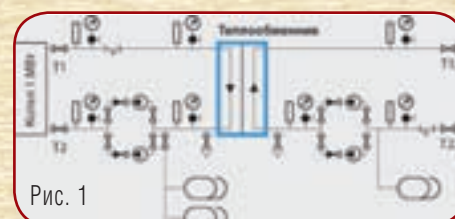


Рис. 1



гидроудары в котловом контуре, что также продлевает сроки безремонтной эксплуатации котельного оборудования.

### **Экономичность транспорта и распределения тепловой энергии**

Современная концепция развития теплоснабжения предусматривает повсеместное внедрение как минимум индивидуального автоматического регулирования подачи тепловой энергии, то есть создание автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (ИТП). Входящее в состав ИТП теплообменное оборудование представляет собой пластинчатые теплообменные аппараты, характеризующиеся высокими показателями теплообмена в сочетании с компактностью. В зданиях с надлежащим образом выполненной теплоизоляцией ограждающих конструкций подключение через автоматизированное ИТП сокращает потребление тепловой энергии за сезон до 30 % в основном за счет исключения перетоков и пропорционально-интегрального регулирования СО.

Сегодня эффективность индивидуального регулирования (то есть создание автоматизированных ИТП) осознана на системном уровне, отвечает стратегии индивидуального выбора плана энергосбережения и потребления энергии каждым домом. На законодательном уровне внедрение ИТП постепенно переводится



из разряда рекомендуемых решений в обязательные (постановление 262).

В случае полного оснащения потребителей автоматизированными ИТП появляется возможность системной экономии при транспорте тепловой энергии за счет отказа от ЦТП и перехода на двухтрубные тепловые сети.

В свою очередь, двухтрубные тепловые сети позволяют повысить надежность всей системы теплоснабжения за счет распределения нагрузки на большее количество точек отпуска тепла и за счет исключения дополнительного распределительного элемента ЦТП, а также снизить потери тепловой энер-

гии, экономия которой в данном случае достигает 7 %.

Внедрение автоматизации и регулирования отпуска тепловой энергии, кроме уровня ИТП, возможно и необходимо также на центральном уровне (котельные, ТЭЦ) и на уровне местном (за счет установки современных приборов водяного отопления, оснащенных терморегулирующей арматурой). При таком комплексном подходе будет достигнута максимальная энергоэффективность работы системы теплоснабжения и, соответственно, максимальная экономия.

### **Внедрение энергосберегающих схем СО и ГВС**

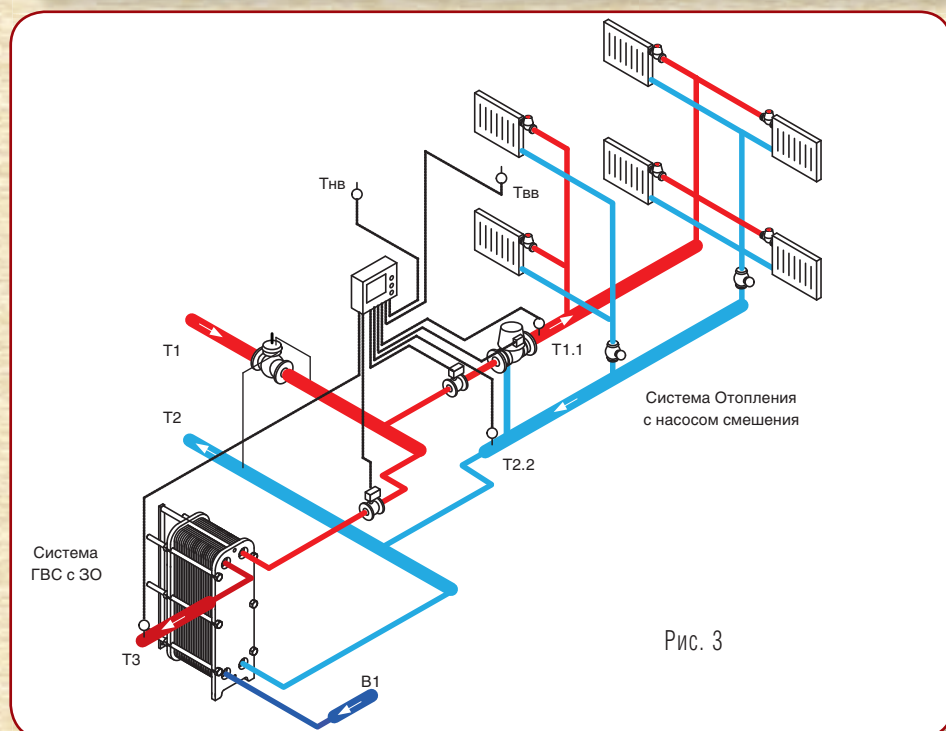
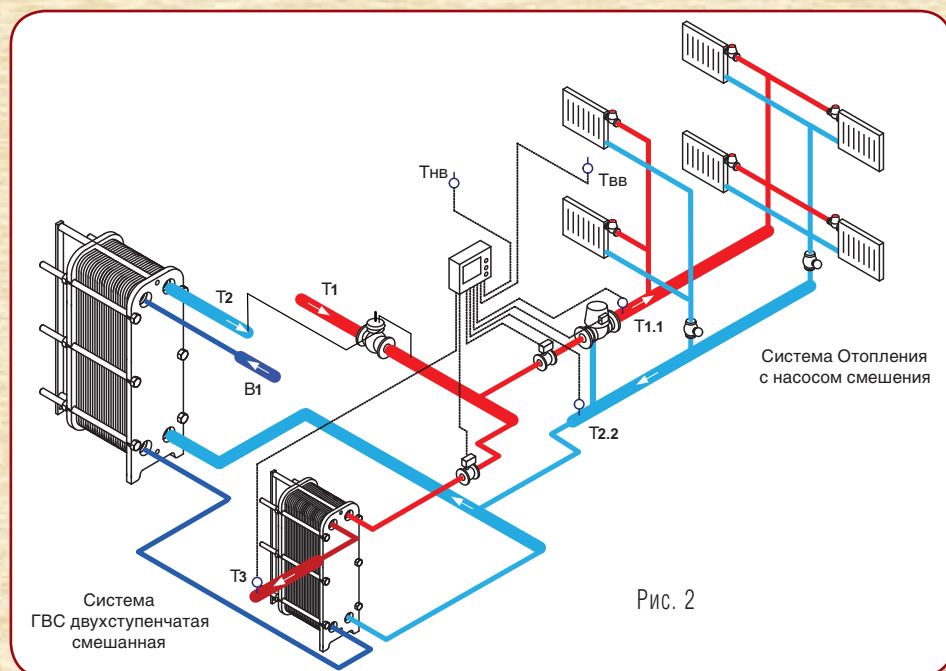
Третий уровень обеспечения эффективного теплоснабжения – исполнение ИТП с учетом схемных и системных энергосберегающих решений.

Энергосберегающее и гарантирующее качество услуг ИТП должно обеспечивать контроль и погодозависимое регулирование СО и ГВС, позволяя при этом тепловым сетям обеспечивать энергосбережение при транспорте тепловой энергии. Это требует применения решений, работающих на минимальных располагаемых перепадах давления при минимальном потреблении теплоносителя от тепловой сети (ТС).

Опыт теплоснабжения и собственный опыт компании «Ридан» показывает, что в решениях ИТП должны максимально внедряться экономичные двухступенча-







тые экономайзерные схемы и погодозависимое регулирование систем отопления. Внедрение двухступенчатой схемы ГВС (рис. 2) позволяет снизить потребление теплоносителя по сравнению с одноступенчатой схемой на 180 % и более (выбор схемы регламентируется СП 41-101-95).

Также компания «Ридан» разработала и успешно внедряет аналог двухступенчатой смешанной схемы ГВС (рис. 3)

по потреблению теплоносителя ТС (так называемая схема с заниженной обратной (ЗО). Внедрение такой разработки позволяет сократить необходимый располагаемый напор ТС и снизить потребление теплоносителя в тех же объемах, как при использовании двухступенчатой схемы, и при этом уменьшает стоимость оборудования на 30 %.

Дополнительно на основе тепловой

автоматики можно реализовать связанное регулирование СО и ГВС, что позволит снизить пиковую нагрузку на тепловые сети и реализовать аналог наиболее экономичных по потреблению теплоносителя двухступенчатых последовательных схем ГВС со снижением стоимости оборудования.

Выбор схемы ИТП обязательно должен основываться на технико-экономическом обосновании (ТЭО).

### Стратегия «Ридан»

На основе изучения международного опыта теплоэнергетики и собственного многолетнего опыта внедрения энергоэффективных решений для выработки, передачи и потребления тепла сформировалась стратегия компании «Ридан»:

- применение решений, прямо или косвенно сокращающих потребление ресурсов;
- применение решений без ущерба для экономии ресурсов, сокращающих затраты на реализацию;
- полная автоматизация процесса регулирования и потребления тепловой энергии;
- обязательное ТЭО при принятии любых решений, что обеспечивает прозрачность и обосновывает экономическую эффективность.

Сегодня на практике это реализуется через:

- организацию закрытых котловых контуров котельных;
- переход от четырехтрубных к двухтрубным тепловым сетям;
- повсеместное внедрение автоматизированных ИТП, предусматривающих учет тепла, применение закрытых эффективных схем ГВС и погодозависимое регулирование.

### Справка о компании

Компания «Ридан» основана в 1998 г. За тринадцать лет оборот компании вырос в 20 раз. Такой прогресс стал возможен благодаря внедрению в секторе коммунальной энергетики современных технологий на основе применения пластинчатых теплообменников и открытию новых направлений деятельности, таких как оптимизация теплообменных процессов, разработка и внедрение энер-





гоэффективных решений для жилищно-коммунального комплекса.

Структура компании включает центральный офис и производственный комплекс, которые располагаются в Нижнем Новгороде, а также региональные представительства, работающие более чем в тридцати населенных пунктах России. Всего в компании работает около 300 квалифицированных сотрудников. Их деятельность организована так, чтобы максимально удовлетворять потребности жилищно-коммунального комплекса в теплообменном оборудовании на всей территории РФ.

Для удобства клиентов, живущих в регионах с различными часовыми поясами, заказы на выбор теплообменного оборудования и расчет оптимального решения производятся в компании с 4-00 до 18-00 по московскому времени. Кроме того, всю необходимую информацию заказчик может получить на сайте компании. На том же сайте в свободном доступе размещается расчетная программа по подбору ПТО, разработанная специалистами «Ридан» на основе собственных исследований. Она позволяет клиенту, согласно необходимым параметрам, самому быстро произвести расчеты и выбрать решение для поставки и установки теплообменного оборудования. Для оптимизации такого решения с учетом всех тонкостей лучше обратиться к специалистам компании, где выполнение запроса по выбору оборудования не займет много времени – около получаса.

Специалисты единого инженерного центра, имеющие большой опыт подбора оборудования, гарантируют оптимальное техническое решение задачи.

С компанией «Ридан» работают более 15 000 клиентов. За годы работы компанией выпущено порядка 50 000 разборных пластинчатых теплообменников.

Гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования, в том числе поставку необходимых запчастей, проводят служба сервиса «Ридан» и сервисные партнеры на всей территории России.

Технической базой разрабатываемых компанией решений являются теплообменники собственного производства, что позволяет уже на стадии разработки корректировать технические характеристики

теплообменных аппаратов, делая их максимально соответствующим требованиям заказчика.

Производство «Ридан» располагается на площади более 15 000 м<sup>2</sup>. Чтобы обеспечить возрастающие потребности рынка, производственные мощности ежегодно увеличиваются в 1,5 раза. «Ридан» осваивает новые технологии, оптимизирует производственные процессы, стремится поддерживать высокое качество выпускаемого оборудования при сохранении темпов роста. Параллельно запускается производство новых продуктов, позволяющих компании идти в ногу с техническим прогрессом.

На производстве выпускается широкий спектр разборных (максимальная площадь теплообмена до 2444 м<sup>2</sup>; Ду 32–500 мм, рабочая температура – от –30 до +200 °С, рабочее давление – до 25 бар, материал прокладок – EPDM, Viton, материал пластин – AISI 304, AISI 316, SMO 254, Titanium, Hastelloy) и паяных теплообменников (максимальная площадь теплообмена до 68,7 м<sup>2</sup>, Ду 20 – 100 мм, максимальный расход – 4–120 м<sup>3</sup>/ч, рабочая температура – от –180 до +200 °С, рабочее давление – до 25 бар).

В приоритетах компании «Ридан» – внимательное отношение к заказчикам и профессиональный подход в теплоэнергетике. Опыт, знания и энергия специалистов компании помогут повысить эффективность бизнеса клиентов, выявить скрытые резервы роста, придать ему дополнительные конкурентные преимущества.





# «Котлы и горелки» 2011

А. Преображенский

*Выставка «Котлы и горелки» 2011 состоялась в девятый раз в Санкт-Петербурге на площадях 7 павильона Выставочного центра «Ленэкспо» на Васильевском острове. Мероприятие проводилось одновременно с выставками «Рос-Газ-Экспо» и «Энергосбережение и энергоэффективность». Организатором традиционно выступила фирма «Фар Экспо» при содействии ОАО «ГАЗПРОМ», ОАО «Газпром газораспределение», Союза энергетиков Северо-Запада и НП «Газовый клуб».*

В этом году «Котлы и горелки» собрала более 100 участников из России и зарубежных стран. Отличительной чертой выставки стала ее представительность – среди участников такие признанные лидеры производства котельного оборудования, как Viessmann (Германия), BAXI Group (объединяющей бренды BAXI и DeDietrich), Buderus (Германия), Rendamax (Голландия), Thermona (Чехия) и др. Ряд мировых брендов, под которыми оборудование поступает в РФ из-за рубежа, представляли либо российские представительства компаний-производителей, как например, ООО «Аристон Термо Рус», либо крупные торговые компании. Сектор стран СНГ был представлен производителями котлов из Беларуси – ООО НПП «Белкотломаш», ОАО «Брестсельмаш» и Украины. Значимую часть выставки составляли экспозиции российских котлопроизводителей и их торговых домов – ООО «Вольф Энерджи Солюшен», ЗАО «Газдевайс», ПГ «Генерация», ООО Торговый дом «Дорогобужкотломаш», «Псковский котельный завод», ГК «РЭМЭКС», ООО «Энтророс», ООО КЗ «Автоматик-лес», ЗАО «Завод блочно-модульных котельных «Энерголидер» и др.

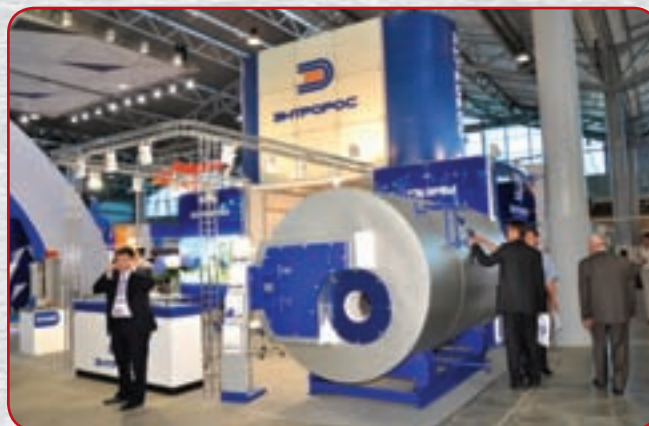
Впервые в выставке приняли участие венгерская компания Vara FEG – производитель современных модульных котельных, компания Zamer – польский производитель водогрейных котлов для котельных, болгарская компания New Energy Systems – производитель пеллетных горелок и твердотопливных котлов. А также Департамент РФ компании KD Navien – крупнейшего корейского производителя универсальной энер-

готехники, «Невская лаборатория» – поставщик немецкого оборудования для газового анализа, «Терем» – официальный дистрибьютор ведущих европейских производителей отопительного оборудования.

Новичками стали и российские компании: производитель котлов, бойлеров и котельных «Термотехник», проектировщик модульных котельных и теплоэлектростанций ООО «Завод БМК «Энерголидер», разработчик и поставщик систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха «Альфа климат».

В последнее время на любых международных выставочных мероприятиях энергетической тематики большое внимание уделяется оборудованию, использующему энергию от возобновляемых источников. Выставка «Котлы и горелки» 2011 не стала исключением. Оборудование для экологически чистых систем отопления и ГВС, работающих от ВИЭ (тепловые насосы и солнечные коллекторы), экспонировалось на выставке на стендах целого ряда компаний: Viessmann, Buderus, New Energy Systems.

Котлы на биотопливе – еще одной разновидности возобновляемых источников энергии – были выставлены в экспозициях ООО «Котельный завод «Автоматик-Лес» (г. Ковров, Владимирская обл.), ООО «Котлосервис» (г. Брянск), «Газген» (г. Санкт-Петербург), New Energy Systems



(Болгария) и др. В частности, твердотопливные котлы большой мощности были представлены отопительными водогрейными котлами КВт (350–1500 кВт), производства ООО «Котлосервис», и водогрейными котлами КВУ (100–3000 кВт), производства ООО «Котельный завод «Автоматик-Лес». Эти котлы могут работать как на дровах и торфяных брикетах, так и на древесных отходах (щепа, стружка, кора и пр.); кроме того, КВт позиционируются как пеллетные. «Газген» в полном согласии со своим названием представил вниманию посетителей газогенераторный (пиролизный) котел, мощностью 12,5–100 кВт. Автоматизированные паровые и водогрейные котлы на биомассе (пеллеты, древесные опилки, солома, лузга подсолнечника и пр.) присутствовали в экспозиции ООО «Компания Рэмэкс-Энерго» (г. Черноголовка, Московская обл.).

Водогрейные котлы КВм с механической подачей топлива (транспорт со шнековым механизмом), работающие на древесных отходах, угле и пеллетах



демонстрировала на открытой площадке перед 7 павильоном «Ленэкспо» компания «Балткотломаш» (Санкт-Петербург). Модельный ряд твердотопливных КВМ охватывает диапазон мощностей от 1,0 до 3,15 МВт.

В сфере бытового котельного оборудования выделялись экспозиции компаний BAXI, De Dietrich и ГК «Термотехник». В качестве новинки ГК «Термотехник» выставила на обозрение стальные газовые напольные котлы АОГВ «Аляска» (10–30 кВт), выпускающиеся в одно- и двухконтурном исполнении.

Из производителей горелок внимание посетителей привлекала развернутая экспозиция компании RAY, демонстрировавшей промышленные горелочные устройства, которые были представлены в том числе и моделями весьма большой мощности, как, например, промышленная двухблочная газовая горелка мощностью до 30 МВт с бесступенчатым регулированием в диапазоне до 1:20, для работы с горячим воздухом и промышленной вытяжкой до 250 °С. Предназначается это устройство для сжигания всех видов технических горючих газов и газовых отбросов в составе паровых и водяных отопительных котлов всех видов, электростанций, термических мусоросжигателей, промышленных теплогенераторов. В линейке компании есть также горелки аналогичной мощности, работающие на жидком топливе (ротационные распылительные горелки) и комбинированные модели.

«Котлы и горелки», как и любое выставочное мероприятие международного масштаба, – еще и удобная переговорная площадка для поиска новых

клиентов, заключения новых договоров и продвижения совместных проектов с партнерами. Сполна эти возможности реализовал на состоявшейся выставке один из лидеров отечественного котлостроения ОАО «Дорогобужкотломаш». На стенде компании состоялись переговоры с постоянными заказчиками и потенциальными потребителями Северо-западного региона. Предметом обсуждения стали различные направления работы предприятия.

В первую очередь, это оборудование, применяемое для реконструкции существующих и строительства новых объектов ГУП «ТЭК СПб» и ОАО «ТГК-1». Помимо предложений на базе традиционных КВ-ГМ, к нему относятся экологичные котлы ПТВМ-60Э и ПТВМ-120Э, участники конкурса «100 лучших товаров России-2011».

Вниманию посетителей были также представлены новые перспективные проекты в партнерстве с компаниями Coen Company, Inc и Petrokraft. В сотрудничестве с Coen Company, Inc, ДКМ прорабатывает вопрос расширения номенклатуры горелочных устройств американского производства, согласованных к применению на водогрейных котлах ОАО «ДКМ» тепловой мощностью 11,63–35 МВт и 58,2–139,6 МВт.

Предлагаются 2 вида продукта: для нового строительства объектов большой теплоэнергетики и для реконструкции существующих систем теплоснабжения.

А целью партнерского проекта с Petrokraft стала разработка особой конструкции горелочных устройств для котлов серии ПТВМ. В расчет принималось несколько основных факторов и, прежде всего, возможность установки комбинированных горелочных устройств без изменения конструкции котла с учетом короткой топки и сохранением тягодутьевого оборудования. Особое внимание уделялось показателям экономичности и экологичности в соответствии с современными требованиями. Основой «пилотного» проекта станут котлы ПТВМ-30,

в дальнейшем планируется запуск объектов на базе ПТВМ-50 и ПТВМ-100. Предпосылками же к сотрудничеству явилось применение горелочных устройств Petrokraft на водогрейных котлах типа КВ-ГМ-23,26-150, реализованное в 2006 г. в ОАО «Мытищинская теплосеть», где были достигнуты высокие показатели.

Важным событием деловой программы выставок «Котлы и горелки» и «Энергосбережение и энергоэффективность. Инновационные технологии и оборудование» стал Международный Конгресс «Региональный и международный опыт в реализации программ энергосбережения», проводимый под эгидой Полномочного представителя Президента РФ по Северо-Западному федеральному округу. Здесь российские специалисты смогли обсудить опыт решения проблем энергосбережения с представителями зарубежных стран – Франции, Бельгии, Украины, Финляндии. Разработчики презентовали инновационные проекты инвесторам, лидерам рынка и общественным организациям.

Одним из участников Конгресса стал Bernard Jean Sutter, вице-президент Ассоциации A.R.I.E.L. (Association for Research with Industrial and Educational Links). Его проект, уже нашедший реализацию во Франции, показал возможность разработки целого офисного здания, в котором вся энергетика заменена на солнечные батареи и элементы. «Полная, глобальная замена тепловой, световой и информационной энергии на солнечную в дальнейшем не только снизила бы потребление энергии в конкретном доме, но и стала бы шагом к энергетической независимости страны», – заявил французский специалист.

Кроме вопроса снижения потребления первичных источников энергии, более 70 участников Конгресса смогли в свободной дискуссии обсудить такие темы, как популяризация энергоэффективности, подготовка «правильного» кадрового персонала и влияние новых разработок в энергосбережении на качество окружающей среды.

Программа Конгресса была насыщена тематическими конференциями, семинарами и круглыми столами.





## Выставка, полезная для всех – «Вэйст Тэк – 2011»

А. Григорьев

*7-я Международная выставка «Вэйст Тэк – 2011» проходила в выставочном комплексе «Крокус Экспо» в Москве с 31 мая по 3 июня. Главная тема выставки – «Управление отходами и природоохранными технологиями», несмотря на это многие из экспонатов представляли интерес и для энергетиков.*

**А**льтернативное топливо – одна из сфер, где технологии переработки отходов пересекаются с интересами энергетики; была представлена на выставке в экспозиции целого ряда компаний. Так Vecoplan (Германия) предлагала технологии производства топлива – как из бытовых отходов, так и отходов промышленных производств, в том числе предприятий деревообработки. Компания поставляет на рынок технику, позволяющую перерабатывать разнообразные компоненты в однородную, удобную для транспортировки и дальнейшей обработки продукцию, часть которой находит применение в энергетике как топливо. Для предприятий деревообрабатывающих производств компания предлагает весь спектр оборудования, рассчитанный на превращение отходов деревообработки в высококачественное пеллетное топливо.

Также комплексные линии гранулирования серии «Доза» для организации производства гранулированного топлива из опилок, лузги, соломы, торфа представляло на выставке предприятие «Доза-Гран» из Нижнего Новгорода. Установки для гранулирования древесных отходов соломы и других продуктов, содержащих клетчатку, для российских потенциальных производителей топлива из биомассы предлагала и компания Amandus Kahl GmbH (Германия). Кроме того, в арсенале этой компании – машины и установки для производства альтернативного топлива из бытового мусора и промышленных отходов самых разнообразных производств.

Сжигание – один из традиционных и в то же время один из самых перспективных способов утилизации мусора. Для переработки и обезвреживания промышленных отходов, в том числе токсичных, ООО «ТехЭкоПлазма» предлагает использовать метод плазмотермической деструкции, подразумевающий уничтожение отходов в потоке ионизированной плазмы. Процесс проводится в реакторе, где в вихре плазмы с температурой 3000–4000 °С происходит моментальный нагрев вещества и разрыв молекулярных связей. Скорость протекания химических процессов при этом возрастает, и они длятся не более сотых долей секунды. На выходе из реактора получаются нейтральные вещества. Компания предлагает на рынке как стационарные, так и мобильные плазмотермические установки, с помощью которых можно производить утилизацию хлорсодержащих отходов; веществ, не поддающихся утилизации обычными методами (пестициды, трансформаторные и фенилсодержащие масла и др.); медицинских отходов, нефти и нефтепродуктов; радиа-

ционных отходов. При этом утилизация производится без предварительной сушки и сортировки.

Германская компания Eisenmann, также в числе других демонстрировавшая свои технологии на выставке, имеет большой опыт по утилизации отходов в







Европе. В производственную программу компании входят установки переработки отходов с целью их вторичного применения, причем и в этом случае применяются технологии сжигания. Среди установок, предлагаемых компанией и наиболее часто используемых для переработки отходов: высокотурбулентная камера сжигания «Турактор»; комбинированная (из камер пиролиза и сжигания) двухкамерная вращающаяся трубчатая печь «Пиробустор»; классическая однокамерная вращающаяся трубчатая печь и

камерная печь «Чамбустер», работающая в порционном режиме.

Классические инсинераторные установки, предназначенные для утилизации медицинских отходов, сжигания трупов животных и муниципального мусора, утилизации высокотоксичных отходов повышенной опасности, экспонировала и новичок российского рынка турецкая компания Santes.

Природоохранные технологии, заявленные в главной тематике «Вэйст Тэк», также представляют непосредственный интерес для сферы энергетики. В частности, фильтровальное оборудование на основе фильтровальных полотен из ePTFE-мембран выставила компания Industrial Vostok Engineering. Это оборудование находит успешное применение при очистке дымовых газов.

Одно из преимуществ ePTFE-мембран – то, что при очистке фильтровального элемента задержанные механические частицы легко слетают со скользкой тефлоновой поверхности, и фильтровальные свойства элемента полностью восстанавливаются. Благодаря этому разрежение на агрегатах остается на постоянном расчетном уровне, а двигатели дымо-

сосов работают на низких нагрузках, экономя энергию. В распоряжении компании имеются фильтровальные полотна, выдерживающие температуру до 300 °С и химически агрессивную среду.

Технологию очистки дымовых газов с помощью порошкообразного активированного угля (ПАУ) предлагала на выставке крупнейший производитель этого адсорбента, компания Norit (Нидерланды). ПАУ, добавляемый к дымовым газам в определенной пропорции, удаляет из них диоксины, фураны, ртуть и другие загрязняющие окружающую среду вещества, что позволяет удалять до 99 % примесей. Продукты компании находят применение на мусоросжигательных заводах, электростанциях, работающих на угле, на агломерационных установках.



## Микротурбины на «Нефть и газ»

В ходе крупнейшей в России международной нефтегазовой выставки «НЕФТЬ и ГАЗ» / MIOGE 2011, проходившей 21-24 июня в Экспоцентре на Красной Пресне (Москва), компания «БПЦ Инжиниринг», ведущий отечественный поставщик энергоэффективных технологий и оборудования для распределенной энергетики, представила новую микротурбинную установку Capstone C15 единичной мощностью 15 кВт. На выставке установка позиционировалась как удачное решение для энергообеспечения газотранспортной инфраструктуры с небольшим энергопотреблением. Кроме того, компания ознакомила по-

сетителей со своими новыми реализованными проектами, среди которых электростанция Восточно-Сотчемью-Талыйюского месторождения на базе двух микротурбинных блоков Capstone C1000 совокупной электрической мощностью 2 МВт, работающая на неочищенном попутном нефтяном газе. В основе решений БПЦ лежат хорошо зарекомендовавшие себя для применения в российских условиях технологии на базе микротурбин Capstone и газовых турбин OPRA. Их производственные линейки охватывают диапазон мощностей от 15 кВт до нескольких десятков мегаватт, что позволяет успешно при-

менять указанное оборудование для обеспечения надежного и экономичного энергоснабжения, как небольших месторождений, так и более крупных нефтепромыслов.





# Из истории ГВС

В. Семенов

*Появление горячего водоснабжения (ГВС) во многом связано с именами двух известных немецких инженеров, работавших в конце XIX в. независимо друг от друга – Гуго Юнкерса и Йохана Вайлланта.*

В 1892 г. профессор Аахенского университета, доктор Гуго Юнкерс изобрел и запатентовал прибор калориметр, предназначавшийся для измерения теплоты сгорания природного газа. В основу действия прибора был положен принцип проточного нагрева воды за счет теплоты, выделяющейся при сгорании газового топлива, который натолкнул Юнкерса на мысль использовать его для создания еще одного изобретения. Вскоре мысль приобрела материальное воплощение – в 1895 г. Гуго Юнкерс открыл в городе Дессау фабрику Junkers & Co, которая начинает выпускать газовые водонагреватели. Однако годом раньше (в 1894 г.) водонагреватель, в котором вода, протекая по трубке, нагревалась пламенем газовой горелки, запатентовал другой его соотечественник – Йохан Вайллант. Мастерская по изготовлению и монтажу сантехнических и нагревательных приборов была открыта Вайллантом еще в 1874 г., в ней он и разработал, а позже запустил в производство газовую печь для ванной комнаты с закрытым контуром. С тех пор на принципе проточного нагрева воды в газовом пламени основывается работа всех газовых нагревательных приборов.

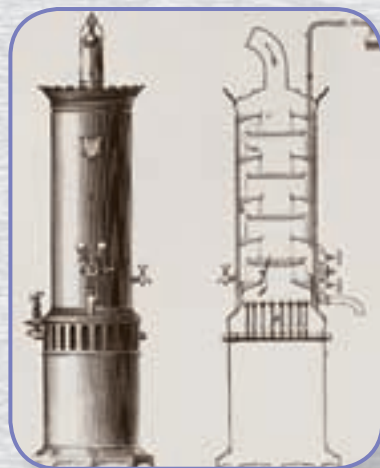
Изобретение проточного газового водонагревателя оказалось чрезвычайно востребованным в быту и дало мощный заряд развития предприятиям Юнкерса и Вайлланта. К 1904 г. Junkers & Co выпускала уже 19 разнообразных моделей, среди которых, кроме водонагревателей в напольном и настенном исполнении, присутствовали также охладители и вентиляционное оборудование. Настенный водонагреватель предприятия Вайлланта появился на рынке под торговой маркой Geyzer в 1895 г. (торговый знак компании

«пасхальный заяц Vaillant» был зарегистрирован несколько ранее в 1899 г.). Прибор быстро завоевал такую популярность, что его название стало нарицательным для всех настенных газовых водонагревателей или так называемых колонок (аналогично тому, как сегодня называют ксероксами копировальные приборы).

Серийное производство сделало проточные водонагреватели доступными для любого пользователя. Применение автоматики открыло возможность управления подачей газа в зависимости от расхода горячей воды, что сделало водонагреватели еще более комфортными в эксплуатации. А в 1929 г. на колонках Junkers был впервые применен термоэлектрический выключатель газа, обеспечивший их безопасность. В 1932 г. Гуго Юнкерс продал завод газовых колонок фирме Robert Bosch GmbH, но внедрение инновационных изобретений на новых моделях водонагревателей продолжилось. Так, в 1968 г. газовые колонки Junkers были оснащены пьезорозжигом пламени.

Разработки компании Vaillant также отметили ступени развития отопительной водонагревательной техники. В 1924 г. эта компания выпустила первый отопительный газовый котел, в 1961 г. появился первый настенный отопительный агрегат (до этого момента в настенном исполнении выпускались только газовые водонагреватели с функцией ГВС). Наконец, в 1965 г. с конвейера компании сходит первый комбинированный котел, совмещающий в себе функции отопления и горячего водоснабжения.

Инженерные достижения в сфере ГВС проникли и в Россию. Так, к 1912 г. в Москве было 4 тыс. квартир с ваннами, вода для которых нагревалась в колонках на дровах или на газе. Кроме того, ГВС было в четырех московских гостиницах. В общественных банях вода нагревалась автономными водонагревателями различных конструкций и водогрейными котлами. Автономное ГВС от газовых и дровяных



Газовая печь для ванной комнаты (Vaillant)



Настенный газовый водонагреватель (Vaillant)





Гуго Юнкерс

колонок еще долгое время было самым распространенным способом получения бытовой горячей воды, но в отдельных московских домах с 20-х гг. XX в., горячее водоснабжение проводилось централизованно, а с 30-х гг. – централизованно от ТЭЦ.

Широкое внедрение централизованных систем ГВС началось в Москве с началом массового жилищного строитель-

ства в 50-х гг. Горячая вода для кухонь и ванн поступала по трубам от водоподогревателей, установленных в нежилых помещениях. Сначала водонагреватели устанавливали в подвале каждого дома, а позже, с конца 50-х гг. – в отдельно стоящих зданиях, которые стали строить для горячего водоснабжения нескольких жилых домов. Тогда же выяснилось, что системы централизованного ГВС, обслуживающие дома, в которых проживает несколько тысяч человек, малоэффективны в эксплуатации. Это происходило, прежде всего, из-за различий в графиках работы систем отопления и ГВС. Ведь горячая бытовая вода нужна людям круглогодично, а системы отопления работают по отопительному графику, зависящему от температуры наружного воздуха. В 70-х гг. была произведена оптимизация

централизованных систем ГВС. После этого доля тепловой нагрузки на горячее водоснабжение от городской системы теплоснабжения в среднем стала составлять около 10–15 %, а во внутренних сетях отопления зданий – около 30 %.

В 90-х гг. наметилась тенденция к укрупнению чрезмерно больших систем ГВС. При реконструкции проводится разделение системы на части, питаемые от самостоятельных водонагревателей, или устанавливаются регуляторы температуры и при сохранении существующих размеров системы. При малоэтажном и коттеджном строительстве наиболее целесообразными считаются автономные системы ГВС, в том числе на основе газовых колонок, что позволяет экономить на расходах воды (до 20–25 % по сравнению с централизованными системами).

## выставка **СТИМэкспо** СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

г. Ростов-на-Дону

# 12-15 октября



## ВАШ КОНСУЛЬТАНТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**ВЕРТОЛ**  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР **ЭКСПО**

пр. М. Нагибина, 30  
тел. 8 (863) 268-77-68,  
e-mail: volodko@vertolexpo.ru  
[www.vertolexpo.ru](http://www.vertolexpo.ru)

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
КООРДИНАТОР  
СПОНСОР  
**Стройка**  
ГОРОДА РОСТОВА



# Издательский центр АКВА-ТЕРМ

Тел./факс: +7 (495) 751-67-76 |

e-mail: [podpiska@aqua-therm.ru](mailto:podpiska@aqua-therm.ru) |

сайт: [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru) |

Уважаемые читатели!

**Начинается подписка на журналы Издательского Центра «Аква-Терм» на 2012 год.**

Оформить подписку, а также заказать литературу Вы сможете, заполнив данную ниже форму и отправив ее в издательство по указанным телефону или e-mail.

**СКИДКИ**  
оптовым  
покупателям

## Наименование изданий

## Цена

## Количество

Годовая подписка на 2011 год на журнал «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» (5 экз.)\*\*

2875 руб.

Годовая подписка на 2011 год на журнал «Аква-Терм» (6 экз.) с приложением «Эксперт» (4 экз.)\*\*

2606 руб.

Книга «Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы»

300 руб.

Книга «Русская отопительно-вентиляционная техника»

249 руб.

Справочник-каталог «Горелки»

450 руб.

Брошюра «Твердотопливный котел в вашем доме»

150 руб.

Брошюра «Что нужно знать при выборе котла»

30 руб.

Брошюра «Гидроаккумуляторы и расширительные баки»

150 руб.

Брошюра «Как отопить загородный дом»

60 руб.

Брошюра «Отопительные приборы и поверхности»

200 руб.

Диск «Осветлители воды»

350 руб.

\*Подробности акции на [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru)

\*\*Журналы в электронной версии можно заказать на [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru)

## Информация о компании-заказчике

1. Наименование компании: \_\_\_\_\_

2. ИНН/КПП/ОКПО: \_\_\_\_\_

3. Адрес для счет-фактур: \_\_\_\_\_

4. Адрес почтовой доставки:

индекс: \_\_\_\_\_ область, район: \_\_\_\_\_

населенный пункт (город, село): \_\_\_\_\_ улица: \_\_\_\_\_

дом: \_\_\_\_\_ корп./стр.: \_\_\_\_\_ офис: \_\_\_\_\_

Телефон/Факс (код города): \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Контактное лицо (ф.и.о., должность): \_\_\_\_\_

**Подписка в почтовом отделении:** по каталогу «Газеты. Журналы» (подписной индекс 37174);  
по каталогу «Пресса России» (подписной индекс 26182)



# Издательский центр АКВА·ТЕРМ

## Литература для профессионалов

### **С.Е. Беликов, В.Р. Котлер «Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы»**

В книге систематизированы и обобщены сведения о первой части технологического цикла тепловой электростанции: подготовке различных видов топлива к сжиганию, организации топочного процесса, получении перегретого пара в котельных установках различных конструкций. Приведены особенности эксплуатации паровых котлов на разных видах органического топлива.

Авторы, используя результаты собственных исследований и достижения отечественных и зарубежных энергетиков, подробно рассказывают о методах и конструкциях аппаратов, предназначенных для защиты атмосферы от токсичных и парниковых газов, а также золы и частиц, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлов.

Пособие предназначено для студентов энергетических специальностей технических вузов, инженерно-технического персонала инжиниринговых компаний и тепловых электростанций, а также слушателей курсов повышения квалификации инженеров-теплотехников.



### **А.И. Орлов «Русская отопительно-вентиляционная техника»**

На фоне «умных» приборов и сложных климатических систем XXI века многие устройства предшествующих столетий кажутся примитивными. Но не следует забывать, что в основе сегодняшнего прогресса лежат сооружения и приспособления, которыми пользовались наши предки и которым посвящено это издание. Предлагаемое издание показывает, что не все хорошее, чем пользовалось население России, пришло к нам из-за границы. Оказывается, у истоков существующих технологий стоят и наши соотечественники.

Эта книга давно разошлась на цитаты и используется многими весьма уважаемыми авторами в монографиях и учебниках. Книга написана хорошим языком и, кроме всего прочего, является занимательным исследованием. Она окажется нужной не только для специалистов, но и для рядового читателя, которому будет интересно узнать о быте россиян и этапах движения инженерной мысли в отоплении.



# www.aqua-therm.ru

Тел./факс: +7 (495) 751-67-76

e-mail: [podpiska@aqua-therm.ru](mailto:podpiska@aqua-therm.ru)

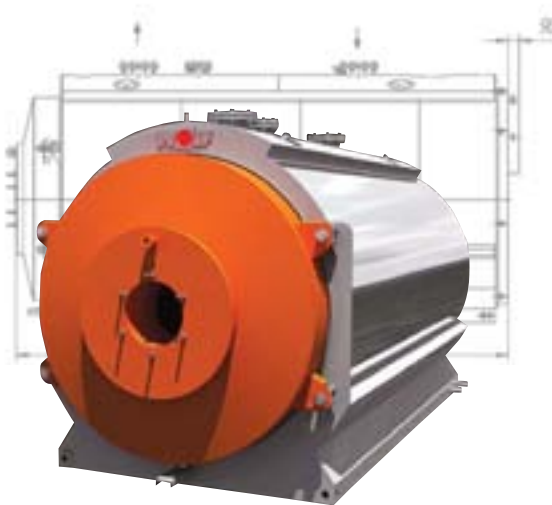


**РАЗРАБОТАНЫ**  
С УЧЕТОМ ОПЫТА И  
ТРЕБОВАНИЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ  
РОССИЙСКИХ  
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

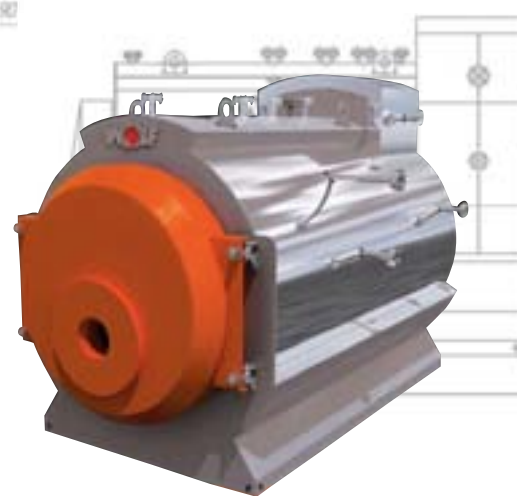
Водотрубные водогрейные  
газоплотные котлы  
серии EUROTHERM  
мощностью  
**от 3,15 до 58,2 МВт**



Двухходовые жаротрубные  
водогрейные котлы  
серии DUOTHERM  
мощностью  
**от 0,5 до 2,0 МВт**



Трехходовые жаротрубные  
водогрейные котлы  
серии GKS DYNATHERM  
мощностью  
**от 1,7 до 5,8 МВт**



Двухходовые жаротрубные  
паровые котлы  
серии VAPOTHERM  
производительностью  
**от 500 до 4000 кг/час**

+7 (495) 790-78-92  
+7 (495) 233-42-60

[www.100mw.ru](http://www.100mw.ru)

**Немецкое качество. Российский опыт.**