

# КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



## Котельные

Обеспечение  
энергоне­зависимости  
тепловых пунктов  
16

## Энергосбережение

Multi V IV –  
технологии  
превосходства  
58

## Обзор рынка

Жаротрубные  
водогрейные котлы  
на перегретой воде  
42

## Когенерация

24

## Водоподготовка

34

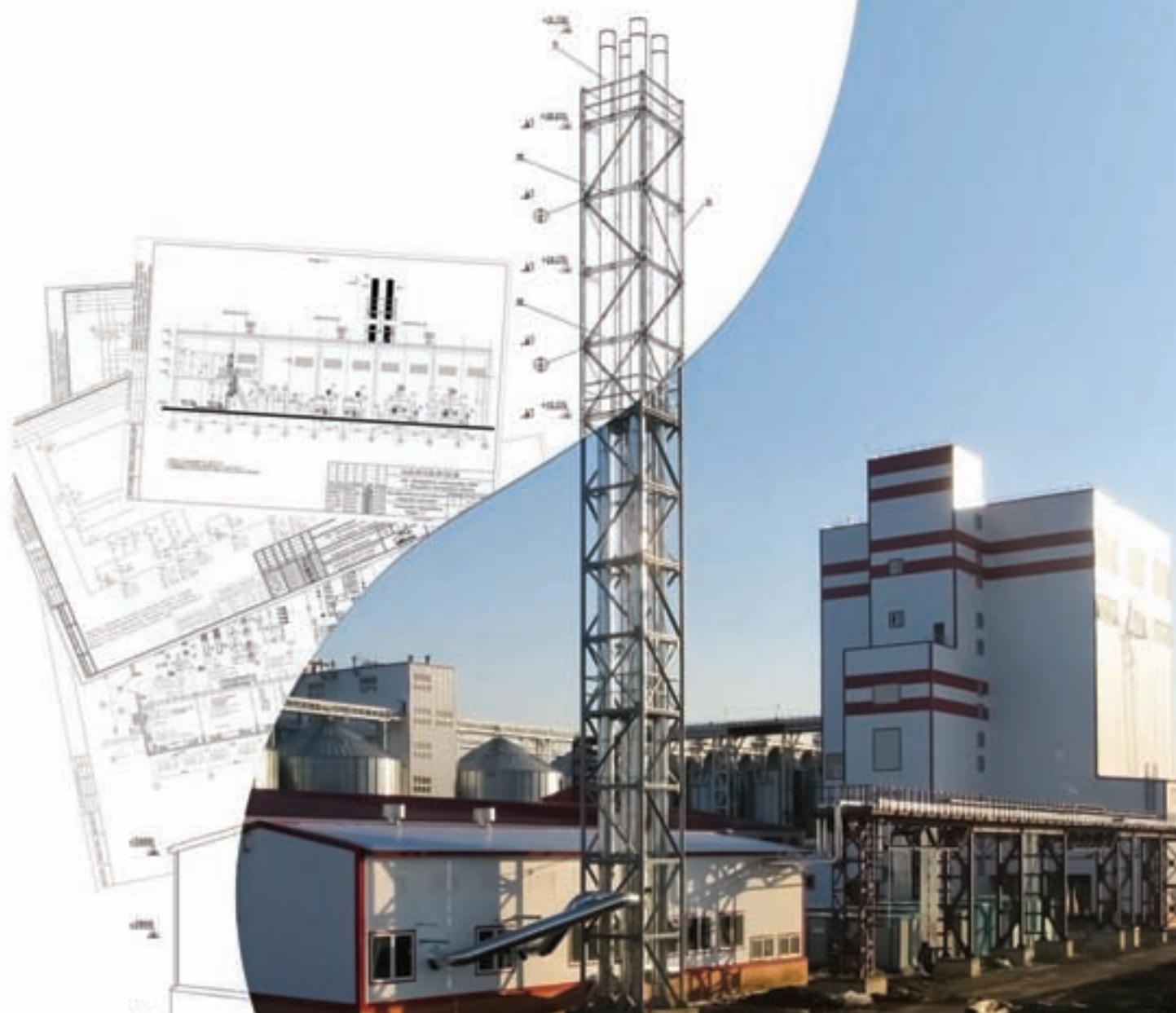
## Репортаж с объекта

61

# МПНУ



## 60 лет



### ОАО «МПНУ ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ»

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





### Дорогие читатели!

Я выражаю свою благодарность и уважение редакции журнала «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» за предоставленную возможность первым поздравить всех с наступающим Новым 2014 г.

Как известно, 2013 г. стал достаточно серьезным испытанием и отчасти угрозой экономике России, связано это было с различными событиями, тенденциями и перипетиями на мировом рынке. Очень радует, что неблагоприятные прогнозы не сбылись и компании, нацеленные на упорную созидательную работу во имя развития и процветания России, успешно продолжают свою деятельность, создавая на рынке здоровую конкуренцию, борьбу за качество, предоставляя возможность клиенту и заказчику самому сделать выбор в пользу того или иного поставщика. Обо всем этом свидетельствуют масштабно реализуемые в России проекты строительства, реконструкции, модернизации и технического перевооружения промышленных предприятий, объектов ЖКХ и энергетики, а также устойчивый рост объектов гражданского строительства.

Для концерна KSB, мирового производителя насосной техники и трубопроводной арматуры, имеющей 140-летнюю историю, уходящий год стал очередной ступенькой вверх не только с точки зрения роста продаж и участия нашего оборудования в крупнейших глобальных проектах, но и с позиции расширения производственной деятельности. Оборудование KSB присутствует там, где необходимо решать сложнейшие задачи, требующие 100 % надежности, качества, продуманности конструкции и эргономики. Именно поэтому государственно важные объекты промышленности, ЖКХ, гражданского строительства и энергетики, включая атомную, комплектуются нашей продукцией. Недаром, история сотрудничества советских предприятий с концерном KSB своими корнями уходит в далекие 30-е гг. XX в.

Я желаю Вам, дорогие читатели, чтобы 2014 г. стал максимально благоприятным для всех нас, чтобы возлагаемые надежды обязательно оправдались, а тенденция созидать и развиваться стала всеобъемлющей, именно это обеспечит рост экономики и благосостояния населения России.

Спасибо Вам за то, что следите за судьбой нашей компании, читаете новости, публикации и активно участвуете в обучении и мероприятиях, проводимых KSB.

*С уважением,  
генеральный директор ООО «КСБ» г-н Юрген Занд*



16+

# Содержание

## НОВОСТИ

4

## КОТЕЛЬНЫЕ

**10** Защита систем теплоснабжения муниципальных образований от разрушения вследствие гидравлического удара

**16** Обеспечение энергонезависимости и надежности тепловых пунктов

**20** Коррозия и борьба с ней в пароконденсационных системах

## ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

**24** Практика занижения расхода топлива на электрогенерацию в котельных-ТЭЦ

**28** Новые паровые двигатели и мини-ТЭЦ

**33** Энергонезависимость в приоритете

## ВОДОПОДГОТОВКА

**34** Применение ультразвука для ограничения накипеобразования в теплосетях

**38** Защита пароконденсатных трактов

## ОБЗОР РЫНКА

**42** Жаротрубные водогрейные котлы на перегретой воде

## ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

**46** Решение проблем теплоэнергетики и энергосбережения: передовые технические новации ЗАО «Мосинтерм»

**47** Инновационные водогрейные котлы Unical

**49** Инновационные решения JEREMIAS для генераторного оборудования

**50** Котлы наружного размещения КСУВ – на крыше

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

**52** Эффективное использование пара вторичного вскипания

**58** Multi V IV – технологии превосходства

## РЕПОРТАЖ С ОБЪЕКТА

**61** Модернизация парогазовой установки центральной котельной в Астрахани

**62** Энергоцентр для города Щелково

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

**64** CityEnergy 2013

## ИНТЕРНЕТ

**66** Водогрейные котлы на перегретой воде в Рунете



Директор  
Лариса Шкарубо  
magazine@aquatherm.ru  
Главный редактор  
Дмитрий Павловский  
prom@aquatherm.ru  
Служба рекламы и маркетинга:  
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66  
Елена Фетищева  
sales@aquatherm.ru  
Элина Мун  
market@aquatherm.ru  
Елена Демидова  
ekb@aquatherm.ru

Служба подписки  
podpiska@aquatherm.ru

Члены редакционного совета:  
Р. Я. Ширяев, генеральный директор  
ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»,  
президент клуба теплоэнергетиков  
«Флогистон»  
Н.Н. Турбанов, технический  
специалист ГК «Импульс»  
В.Р. Котлер, к. т. н.,  
заслуженный энергетик РФ,  
ведущий научный  
сотрудник ВТИ

В.В. Чернышев, зам.начальника  
Управления государственного  
строительного надзора  
Федеральной службы  
по экологическому,  
технологическому  
и атомному надзору  
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.  
Рег. № ПИ № ФС77-41685  
Тираж: 7000 экз.  
Отпечатано в типографии  
ООО «Дизарт Тим»

Полное или частичное воспроизве-  
дение или размножение каким бы  
то ни было способом материалов,  
опубликованных в настоящем

издании, допускается только с пись-  
менного разрешения редакции.  
За содержание рекламных объявлений  
редакция ответственности не несет.  
Мнение редакции может не совпадать  
с мнением авторов статей.

Фото на 1-й стр. обложки:  
«Импульс-Техно»  
www.impulstechno.ru





## Проектирование Монтаж Пусконаладка Сервисное обслуживание



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



Реклама



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



## Газопоршневые установки для Зауральской ТЭЦ

На Зауральской ТЭЦ (филиал ООО «Башкирская генерирующая компания») после реконструкции включены в работу два газопоршневых агрегата (ГПА) фирмы Jenbacher, суммарная электрическая мощность которых 5 МВт, тепловая – 4,4 Гкал/ч.

Ремонт оборудования и замена его изношенных частей производились в условиях завода-изготовителя в Австрии.

Согласно инструкции по техническому обслуживанию, через каждые 60 тыс. ч наработки на ГПА должны проводиться регламентные работы по приведению их характеристик к паспортным значениям. К началу 2013 г. агрегаты №2 и 3 исчерпали свой межремонтный ресурс.

В Австрию агрегаты были отправлены в апреле 2013 г. На заводе Jenbacher инженеры компании провели ремонт мотор-блоков обоих ГПА с полной заменой ряда элементов и деталей. Обновленное генерирующее оборудование обратно на Зауральскую ТЭЦ доставили в октябре. Монтаж провели в течение короткого времени силами специалистов самой электростанции и подрядной организации «Энергоремонт». А для руководства пусконаладочными работами и организации комплексных испытаний агрегатов в Сибай прибыл шеф-инженер из Австрии. Сейчас газопоршневые агрегаты работают в нормальном режиме, их параметры соответствуют заводским значениям.

Зауральская ТЭЦ – одна из крупнейших газопоршневых электростанций в России, ее пуск состоялся в марте 2004 г. Строительство ТЭЦ было вызвано необходимостью создания мощного генерирующего источника электроэнергии и частичного покрытия дефицита электрической мощности в Сибайском энергоузле. Она также стала основным, а с 2012 г. – и единственным источником теплоснабжения столицы башкирского Зауралья.

Сегодня установленная электрическая мощность Зауральской ТЭЦ – 14,95 МВт, тепловая – 26,22 Гкал/ч. Основное топливо – природный газ.



## Новый технический каталог «Альфа Лаваль»

Компания «Альфа Лаваль» объединила все свои разработки и сведения об оборудовании для систем теплоснабжения и кондиционирования в одном издании – «Каталог оборудования Альфа Лаваль для теплоснабжения и кондиционирования – Все необходимое для систем отопления, вентиляции и кондиционирования, а также их обслуживания и эксплуатации».

Издание содержит большой объем полезной информации: от теоретических основ теплопередачи до конкретных решений, использующихся в различных системах теплоснабжения и кондиционирования. В каталоге также приводятся подробные технические характеристики оборудования Альфа Лаваль и полный комплект брошюр по каждому продукту.

Новый каталог доступен в режиме онлайн, а также для скачивания в формате .pdf, совместимым с планшетными компьютерами.

## Современные решения для модульных и комбинированных систем отопления

Немецкий производитель SOLVIS GmbH & Co. KG представил на российском рынке уникальную комбинированную систему отопления SolvisMax, объединяющую в себе теплоаккумулятор с послойным хранением тепла, конденсатный газовый котел, станцию антибактериального нагрева воды производительностью 24л/мин, которые могут быть объединены с системой солнечных коллекторов, что обеспечивает экономию топлива до 50 %, а в отдельных случаях и более.



SolvisMax состоит из отдельных модулей, каждый из которых в случае необходимости может быть заменен на более современный или производительный. Одним из главных преимуществ котлов SolvisMax является инновационная, защищенная международным патентом система «котел/горелка внутри теплоаккумулятора». Встроенный в емкость котел можно легко заменить на работающий на другом виде топлива. Это дает свободу выбора энергоносителей в будущем. Система одинаково эффективно работает как на газе (природном или сжиженном), дизельном топливе, энергии теплового насоса, так и на других видах топлива.

Теплоаккумулятор является сердцем системы, уникальность которого заключается в применении эффекта стратификации (температурного расслоения воды), с помощью которого вода попадает в накопитель в слой с такой же температурой. Таким образом, гарантируется максимально эффективная работа топливного котла и экономия ресурсов.

Система SolvisMax управляется с помощью сенсорного экрана SolvisControl, на который выводятся показания системы и с которого можно легко и быстро просматривать режимы работы установки и изменять их.



## Новый насос MAGNA1

Компания GRUNDFOS разработала новый насос MAGNA1 с коэффициентом энергоэффективности до 0,22. Этот показатель превосходит требования директивы EuP и является лучшим в своем классе. Новый бессальниковый насос GRUNDFOS серии MAGNA1 предназначен для циркуляции воды в системах отопления и горячего водоснабжения, кондиционирования и охлаждения. Все модели соответствуют европейским нормам EuP 2015 и относятся к высшему классу энергоэффективности.

Циркуляционные насосы серии MAGNA1 могут обеспечить оптимальную работу системы в трех основных режимах:

- пропорционального давления;
- постоянного давления;
- постоянной характеристики.

Каждый режим имеет три рабочие характеристики. Таким образом, новинка предусматривает 9 встроенных режимов управления, это позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант работы насоса, соответствующий изменяющимся условиям эксплуатации.

MAGNA1 оснащен удобными и простыми настройками, что значительно сокращает расходы на эксплуатацию. Насос позволяет осуществлять монтаж, управление и оптимизацию системы быстрее и проще, чем когда-либо прежде. Благодаря усовершенствованной конструкции, новинка быстро монтируется на трубопроводе, не требуя ни специальных инструментов, ни дополнительных навыков.

## Опрессовочный центр ПСМ



Группа компаний «Промышленные силовые машины» (ПСМ), российский производитель оборудования для малой энергетики, разработала новую модель опрессовочного центра. С его помощью можно сократить сроки летних отключений горячей воды при проведении гидравлических испытаний.

Автономные мобильные опрессовочные центры предназначены для проверки герметичности и прочности тепловых сетей при подготовке систем ЖКХ к отопительному сезону. Их можно перемещать в любую точку теплотрассы и последовательно тестировать небольшие участки, не нарушая комфорта потребителей.

Основой опрессовочного центра ПСМ являются дизельный двигатель отечественного производства и центробежный секционный насос для подачи воды для испытаний. Новая модель оснащена автоматической системой управления. Немецкий микропроцессорный контроллер SIEMENS регулирует работу задвижек на напорной и байпасной магистралях на основе данных специальных датчиков о температуре и давлении воды. Все параметры работы опрессовочного центра выводятся на сенсорную панель. Управлять агрегатом можно дистанционно через ноутбук, подключенный по Wi-Fi, который вместе с программным обеспечением входит в комплект поставки.

Еще одним техническим новшеством опрессовочного центра является новая конструкция байпасной линии. Теперь она обеспечивает плавное повышение давления воды во время гидравлических испытаний, что ранее было невозможно.

## Мини-ТЭЦ для острова Русский

Остров Русский, ставший известным на весь мир после проведения на нем саммита АТЭС-2012, в кратчайшие сроки обзавелся современной энергетической инфраструктурой с солидным запасом мощности. На прошлой неделе прошла церемония, посвященная окончанию строительства мини-ТЭЦ «Океанариум», предназначенной для энергоснабжения строящегося в северо-восточной части острова Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум» ДВО РАН.

Проект строительства реализован ОАО «Дальневосточная энергетическая управляющая компания» (ДВЭУК) в рамках ФЦП «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья на период до 2013 года». Генеральным подрядчиком строительства станции выступила группа компаний «Комплексные энергетические решения», генеральным проектировщиком – ООО «НАТЭК-Энерго Проект». Участие в строительстве также принимала компания ООО «Главладивостокстрой».





## Новые компрессоры для утилизации ПНГ

На выставке «Насосы. Компрессоры. Арматура. Приводы и двигатели» (PCVExpo-2013), проходившей с 29 октября по 1 ноября 2013 г. в Москве на территории ВЦ «Крокус Экспо», компания «БПЦ Инжиниринг» представила образцы дожимных компрессоров собственного производства COMPEX 11 и COMPEX 18 номинальной мощностью 11 и 18 кВт, соответственно.

Винтовые и поршневые дожимные компрессоры COMPEX производятся на заводе компании в г. Тутаеве. Они предназначены для подготовки, очистки и компримирования попутного газа для электрогенераторов, а также для сбора и компримирования ПНГ первой и второй ступеней сепарации для дальнейшей транспортировки, компримирования легких видов фракций углеводородов для установок улавливания легких фракций (УУЛФ).



Отличительной особенностью компрессоров COMPEX является способность работать с агрессивными газами, в том числе с высоким содержанием водорода и сероводорода (до 7 %). Оборудование изготавливается с учетом индивидуальных параметров заказчика с использованием комплектующих ведущих мировых производителей. На сегодняшний день типовой модельный ряд серийно выпускаемых компрессоров COMPEX включает линейку оборудования производительностью от 20 до 60 тыс. м<sup>3</sup>/ч с максимальным давлением нагнетания до 40 бар.

## Ветроустановка Alstom

Концерн Alstom разработал и построил крупнейшую в мире ветротурбину нового поколения Haliade 150 мощностью 6 МВт. Место для ее установки в устье реки Луары, недалеко от г. Сен-Назер, было выбрано из-за геологических условий, очень похожих на рельеф морского дна того района, где будут устанавливаться ветротурбины морского базирования. На сваи, забитые в грунт на глубину более 30 м, опирается конструкция высотой 25 м, на которой монтируется 75-метровая башня. Обтекатель турбины находится на высоте 100 м от земли. Общий вес ветротурбины с башней составляет 1500 т.

В конструкции турбины Haliade 150 использована технология Alstom Pure Torque®, защищающая генератор путем отвода избыточного давления ветра на башню ветроустановки.

Монтаж турбины начинается с центрального блока, образующего соединение между башней и обтекателем. В этом блоке находится система привода направления, обеспечивающая регулирование положения обтекателя относительно башни. В результате обтекатель турбины и лопасти немедленно меняют положение для захвата ветра. Центральный блок оборудован вертолетной площадкой, поэтому техников, производящих обслуживание, можно поднять лебедкой в вертолет.

В промежуточном блоке установлен генератор с постоянным магнитом, который управляет вращением лопастей для выработки электроэнергии. Эти два блока – центральный и промежуточный – имеют суммарный вес почти 300 т. К ним крепится ротор турбины, к которому в свою очередь крепятся 3 лопасти. Ротор турбины диаметром 150 м соединен прямой механической связью с ротором генератора.



## Энергоблок на основе танкового двигателя

Специалисты Омского конструкторского бюро транспортного машиностроения (КБТМ) разработали газотурбинную мини-ТЭС. Мобильная установка «Вулкан 800-1500» создана на базе газотурбинного двигателя ГТД-1250 танка Т-80У (один из основных танков 1970–1990 гг.) и деталей трансмиссии.

Запуск и управление мини-ТЭС осуществляются оператором. К концу текущего года установка будет полностью автоматизирована. Базовая модификация электростанции предназначена для нужд МЧС. Мощность мини-ТЭС на жидком топливе – 800 кВт электрической и 1500 кВт тепловой энергии. КБТМ планирует также создать модификации установок для длительной работы на природном и попутном нефтяном газе.





## Реконструкция КС «Ново-Ивдельская»

Завершен капитальный ремонт первого из двух энергоблоков мощностью 2,5 МВт электростанции собственных нужд КС «Ново-Ивдельская» («Газпром трансгаз Югорск»). По результатам приемочных испытаний энергоблок, получивший после ремонта новое наименование – ЭГТЭС «Корвет-2500», введен в эксплуатацию. Исполнитель и поставщик оборудования – МПП «Энерготехника», г. Саратов.

В составе энергоблока – комплект материальной части «Корвет-2500». Это серийно выпускаемый набор модульного оборудования для компоновки энергоблоков ГТЭС с использованием новейших устройств электротехники и управления, но при этом позволяющий оставить ГТУ, генератор, КРУ, которые не выработали свой ресурс.

Энергоблок смонтирован на открытой площадке на существующем фундаменте, который усилен дополнительными сваями по краям контейнера и под выхлопным устройством. Отслуживший фургон энергоблока заменен новым, с увеличенными проходами из состава КМЧ «Корвет-2500».



## Новая горелка WM 50

Компания Weishaupt анонсировала новую горелку серии monarch® WM (серийное производство планируется в 2014 г.). Горелка имеет типоразмер «50», ее мощность – до 12000 кВт.

Особое внимание при разработке WM 50 было уделено компактности конструкции и снижению уровня шума при работе. Преимущества новой горелки Weishaupt WM 50: высокий теплотехнический КПД при компактной конструкции; надежность эксплуатации; гибкая модуляция мощности. Диапазон регулирования составляет 1:7 при работе на газе и 1:3 – на дизельном топливе.

Горелка оборудована цифровой системой контроля горения, которая собирает информацию со всех блоков: смесительного устройства, воздушных заслонок и т. д.

В серийном исполнении горелка получит класс защиты IP 54. При необходимости она может быть оснащена системой дистанционного управления и диагностики через Интернет.

## Проект газотурбинного завода прошел госэкспертизу

ЗАО «СВЕКО Союз Инжиниринг» завершило разработку проектно-сметной документации завода по сборке и испытаниям промышленных газотурбинных установок General Electric типа 6FA.

Договор на проектирование завода был подписан с ООО «Русские газовые турбины» (совместное предприятие компаний General Electric, Интер РАО ЕЭС и ОДК) в марте 2012 г. Проектирование выполнено в два этапа. На первом этапе спроектированы сборочный цех, офисные помещения, на втором – окрасочный цех, стенд для испытания турбин, пункт подготовки газа, газовый компрессор. Закладка первого камня состоялась 6 ноября 2012 г.

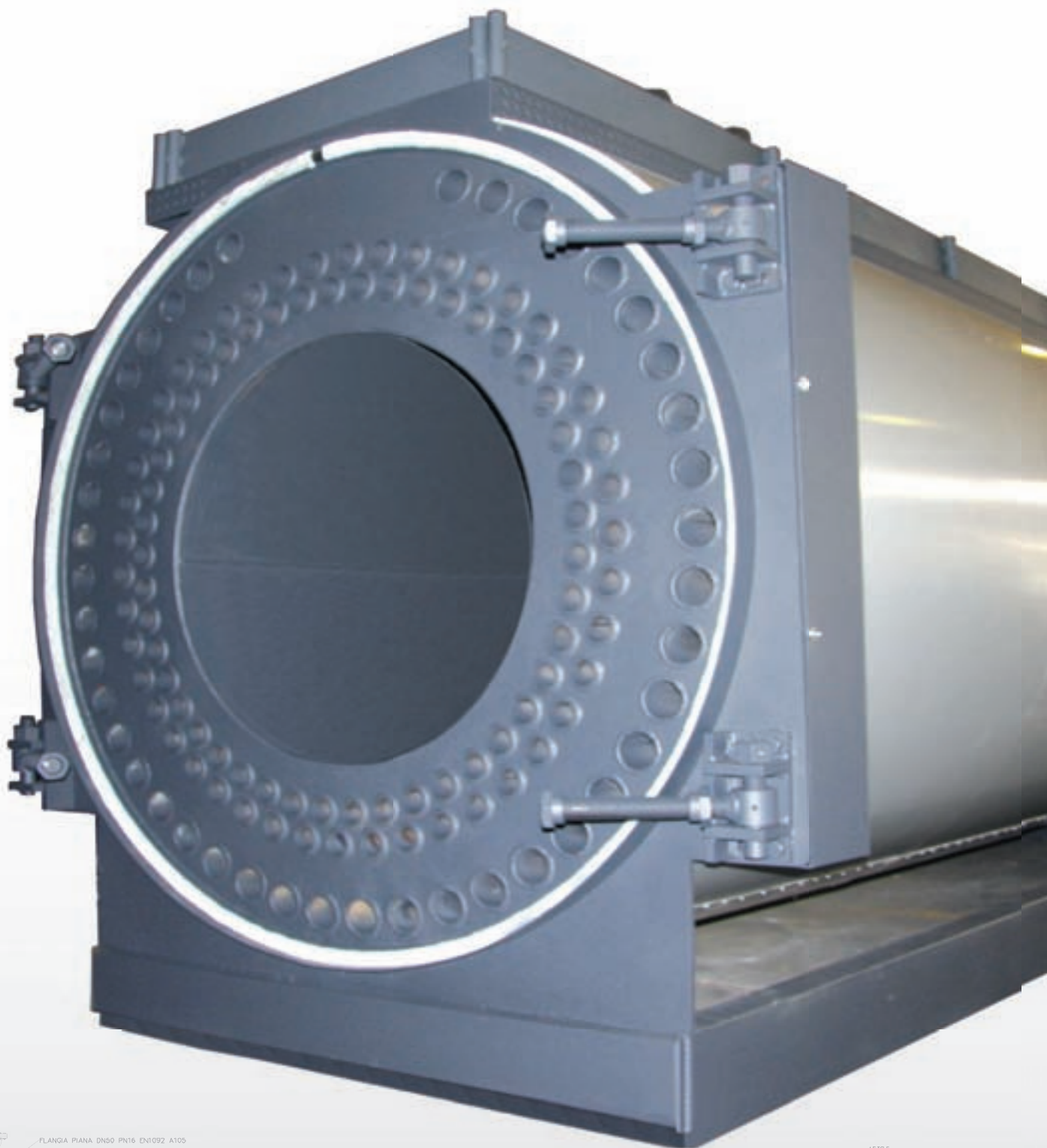
Завод площадью 20 га строится в г. Рыбинске (Ярославская обл.) для производства и технического обслуживания газотурбинных установок 6FA мощностью 77 МВт с низким уровнем выбросов. На начальном этапе планируется выпускать 14 установок в год. Изготовление первой установки запланировано на первую половину 2014 г. Численность персонала на первом этапе составит 75 человек, в дальнейшем – от 120 до 200 человек.

Производство сможет удовлетворить растущий спрос на высокоэффективные энергоблоки средней мощности для проектов комбинированного производства энергии.

В настоящее время проект завода в Рыбинске получил положительное заключение Главгосэкспертизы, выдано разрешение на реализацию второго этапа. Завершить строительство планируется в 2014 г.

# Unical®

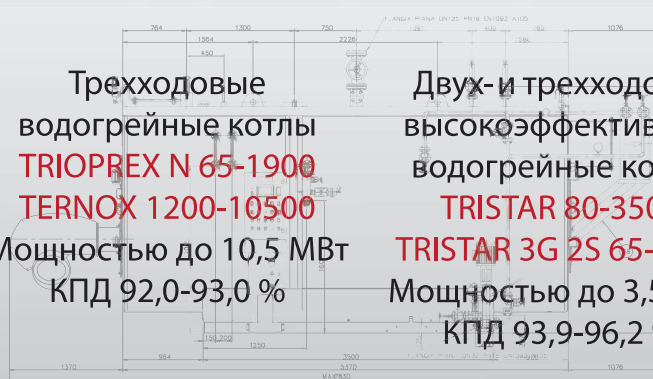
# ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ



## Двухходовые водогрейные котлы

MODAL 64-291  
ELLPREX 340-7000

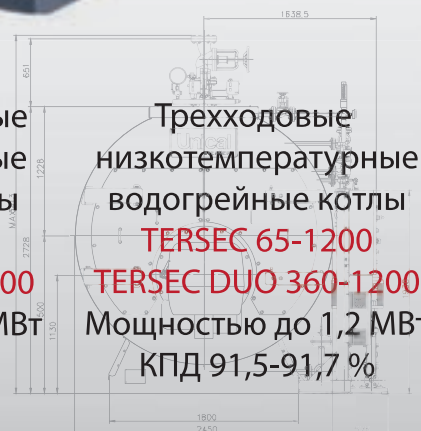
Мощностью до 7 МВт  
КПД 91,6-93,4 %



## Трехходовые водогрейные котлы

TRIOPREX N 65-1900  
TERNOX 1200-10500

Мощностью до 10,5 МВт  
КПД 92,0-93,0 %



# Трехходовые низкотемпературные водогрейные котлы

TERSEC 65-1200  
TERSEC DUO 360-1200

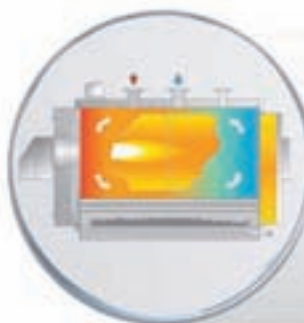
Мощностью до 1,2 МВт  
КПД 91,5-91,7 %



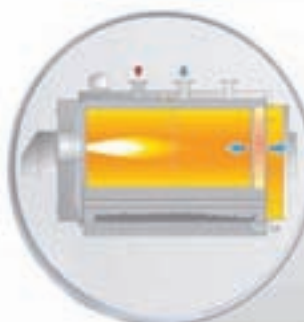
www.unicalag.ru



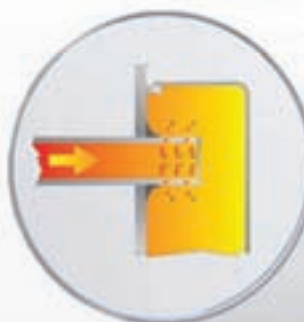
**Настоящее  
Итальянское  
Качество**



**Равномерное  
распределение  
температур**



**Цилиндрическая  
деформируемая  
топка**



**Эффект  
охлаждаемого  
ребра**



**Запатентованная  
конструкция  
антиконденсационных  
жаровых труб**



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

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

# Защита систем теплоснабжения муниципальных образований от разрушения вследствие гидравлического удара

Н. С. Смирнов, начальник ПТО ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»

*Теория гидравлического удара была разработана в России Н.Е. Жуковским. Гидравлический удар изучался Н.Е. Жуковским в конце XIX в. на базе Московского водопровода на Алексеевской водокачке.*

**Н**иколай Егорович Жуковский определяет гидравлический удар следующим образом: «Явления гидравлического удара объясняются возникновением и распространением в трубах ударной волны, происходящей от сжатия воды и от расширения стенок трубы».

Следовательно, для возникновения гидроудара воду надо сжать, а она не сжимаема посредством какого-либо удара, т. е. посредством самой же воды, так как в трубе вода присутствует и движется в единственном числе.

Также на параметры гидроудара оказывают влияние свойства материала трубы.

Явление гидроудара возникало, если время закрытия задвижки на испытательном трубопроводе было меньше времени пробега ударной волной двойной длины участка трубопровода от магистрали до закрываемой задвижки. Время закрытия задвижки при опытах составляло 0,03 с.

Н.Е. Жуковский посредством математического анализа вывел формулу определения приращения давления при гидроударе:

$$P = v_0 \cdot \lambda \cdot \gamma / g.$$

**Приращение давления в трубе от гидравлического удара прямо пропорционально скорости, потерянной на ударе, и скорости распространения волны в трубе.**

После расчета этой формулы Н. Е. Жуковским были получены теоре-

тические значения величины приращения давления к рабочему давлению в трубопроводе при гидроударе, которая составила **12 ат при потере скорости потока воды на 1 м/с.**

Из опытов установлено, что величина давления передается на всем участке трубы с постоянной средней величиной и с постоянной скоростью, возрастание ударного давления происходит при переходе ударной волны с труб большего диаметра на трубы меньшего диаметра, достигнув тупиков, давление удваивается, данный процесс может повторяться несколько раз, при этом давление может достигать очень больших величин. Н.Е. Жуковским были рекомендованы простейшие способы защиты от гидравлических ударов:

- медленное закрытие арматуры, продолжительность закрытия пропорциональна длине трубопровода;

- воздушные колпаки надлежащих размеров установлены вблизи отключающей арматуры, была выведена формула для определения объема воздушного колпака;

- предохранительные клапаны установлены на трубопроводах.

Кроме того, Н.Е. Жуковский пришел к выводу, что посредством записи ударной диаграммы можно определить места скопления воздуха в трубопроводе и утечек его из трубопровода.

С развитием централизованного теплоснабжения и наличием большого

количества разветвленных тепловых сетей борьба с разрушением трубопроводов тепловых сетей, в том числе и от гидравлического удара, стала актуальной. Протяженность тепловых сетей в России составляет 369 тыс. км, количество аварий, оценочно, приходящихся на долю гидравлического удара, составляет 170 аварий на 100 км или 627300 аварий в год. Цифры даны, конечно, в первом приближении, но все равно они впечатляют. Средние затраты на ликвидацию одной аварии составляют от 300 тыс. до 10 млн рублей, а в некоторых случаях достигают и больших величин.

Нарушение прочностных характеристик металла трубопроводов тепловых сетей происходит по нескольким причинам:

1. Коррозия различных видов – лидер по снижению прочности металла теплосетевых трубопроводов.

2. Динамическая усталость металла трубопроводов из-за колебаний давления в системе теплоснабжения.

3. Гидравлический удар.

Наиболее быстро трубопровод разрушается там, где действуют все три фактора.

Современная система теплоснабжения муниципального образования имеет сложную структуру, большое количество устройств и оборудования, влияющих на гидравлические процессы, происходящие с теплоносителем в



системе, большую неоднородность волн давления в связи с вышеизложенными факторами. Гидравлические процессы в современной системе теплоснабжения имеют нелинейный характер и подлежат только компьютерному расчету для определения величин приращения давления.

В современных системах теплоснабжения имеют место следующие виды гидравлических ударов:

1. Полный положительный. Сечение трубопровода перекрыто полностью. Гидравлический удар, возникающий вследствие быстрого закрытия арматуры, если время закрытия меньше времени пробега ударной волной двойной длины участка трубопровода от магистрали до закрываемой задвижки.

2. Непрямой. В случае неполного перекрытия сечения трубопровода ударная волна распространяется далее за задвижку по ходу движения воды. Гидравлический удар, возникающий вследствие быстрого закрытия арматуры, если время закрытия больше времени пробега ударной волной двойной длины участка трубопровода от магистрали до закрываемой задвижки.

3. Гидравлический удар, возникающий при быстром открытии арматуры, менее опасен, чем при закрытии.

4. Гидравлический удар, возникающий при перемене направления потока рабочей среды на противоположное. Для предотвращения таких гидравлических ударов на трубопроводах устанавливаются обратные клапаны.

5. Гидравлические удары, возникающие в паровых тепловых сетях. Устраняются организацией системы конденсатоотвода и снижением скорости прогрева паропровода при пусках.

Гидравлический удар способен вызывать образование продольных трещин в трубах, что может привести к их разрыву или повреждению других элементов трубопровода.

**Кроме того, в системах теплоснабжения имеют место колебания давления теплоносителя, что приводит к возникновению динамической усталости материала трубопровода и способствует его разрушению.** Также эти явления опасны и для других видов

оборудования систем теплоснабжения: теплообменников, насосов и сосудов под давлением.



*Разрушение чугунного радиатора от гидравлического удара*

В настоящее время аварии в тепловых сетях зимой способствуют социальному напряжению в муниципальных образованиях, где они происходят, что создает предпосылки к использованию этих аварийных ситуаций в борьбе за влияние одних лиц против других. Поэтому ущерб от аварий, как материальный, так и социальный, стремятся занизить, перекалфицировать аварии в технологические отказы, а затраты по их ликвидации распределить между всеми членами сообщества, где происходят аварии. Кроме того, избегают проведения полноценных экспертиз по определению причин аварий, влияют на СМИ, чтобы занижалась тяжесть произошедшего, – все это приводит к накоплению этих причин и к усугублению аварийной обстановки в системах теплоснабжения.



*Руководящий состав муниципалитета на аварии*

27 февраля 2010 г. произошла авария с разрывом магистрального трубопровода в г. Владимире на

ул. Луначарского. Источник теплоснабжения – Владимирская ТЭЦ-2. Последствия аварии устранял 60 сут. технический персонал, мобилизованный со всей Владимирской области, затраты никто не оценивал, ответственности никто не понес, впоследствии энергоснабжающая компания пыталась возместить убытки от недопоставки тепловой энергии с коммунальных организаций.



*Вскрытие места разрыва трубопровода*

Персональной ответственности за аварии практически никто не несет, так как гидравлический удар приравнивают к форс-мажорным обстоятельствам, что неверно, так как Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок от 1 октября 2003 г. обязывают владельцев и эксплуатирующие организации обеспечивать защиту трубопроводов и оборудования от превышения давления, это отражено в пп. 5.1.1., 6.2.62., 9.1.1. Правил.

Таким образом, Правила не допускают отклонений давления сетевой воды в статических и переходных режимах, во всех точках подающих и обратных трубопроводов, для всех видов оборудования по тракту сетевой воды вне зависимости от места нахождения оборудования и, соответственно, его балансовой принадлежности.

Обобщая изложенное, отметим, что каждый элемент системы теплоснабжения: источник тепла, тепловые сети, потребители тепловой энергии – должен быть оборудован специальными устройствами защиты от недопустимого повышения давления теплоносителя, обеспечивающими поддержание заданного давления на границах экс-



платационной ответственности субъектов теплоснабжения при внезапных изменениях гидравлического режима, вызванных оборудованием данного элемента системы теплоснабжения. То есть устройства защиты должны обеспечить поддержание давления в нормативных, договорных пределах. Это



*Последствия от непринятия мер по ограждению места разрытия*

надо также фиксировать в договорах теплоснабжения.

Правила исполняются неудовлетворительно, надзорные органы за отсутствие средств защиты от превышения давления спрашивают не в должной мере, хотя есть такой показатель, который оценивается в период подготовки к отопительному зимнему периоду (ОЗП) и выдачи паспортов готовности муниципальным образованиям, это надежность теплоснабжения. В настоящее время надежность систем теплоснабжения от разрушения вследствие превышения давления не обеспечивается.

## I. Защита от гидравлического удара и колебаний давления на трубопроводах

Защита от гидравлического удара может быть пассивная: увеличение прочности трубопровода и его элементов, и активная: поглощение энергии гидравлического удара различными устройствами, использующими энергию гидравлического удара на совершение механической работы.

К активным видам защиты на трубопроводах относятся:

1. Замена стальных трубопроводов разводящих тепловых сетей на трубопроводы из полимерных материалов, сшитого полиэтилена диаметром до 63 мм, армированного полиэтилена диаметром до 160 мм. При устройстве трубопроводов тепловых сетей из полимерных материалов необходимо и отключающую, и регулирующую арматуру на трубопроводах устанавливать также из полимерных материалов.

2. Гидравлические аккумуляторы.

3. Стабилизаторы давления различных конструкций.

Стабилизатор давления предназначен для поддержания и стабилизации заданного давления в напорных и обратных магистральных. Он гасит колебания давления в трубопроводе и предотвращает создание условий для возникновения гидравлического удара, снижает динамическую усталость материала трубопроводов, кардинальным образом улучшает ситуацию, так как в отличие от обычного аккумулятора, являющегося колебательным звеном по определению, гасит любое возмущение (за счет встроенного сервозолотника) за один полупериод колебания.

4. Сбросные устройства различных конструкций: мембранные, хлопушки, пружинные клапаны.

Срабатывают при возникновении гидравлического удара и возрастании давления теплоносителя выше рабочего и защищают трубопроводы, оборудование тепловых сетей и тепловых потребителей от разрушения, при этом возникает необходимость утилизировать сбрасываемый теплоноситель с учетом его высокой температуры или в



*Стабилизатор давления на прямой сетевой воде*

специально подготовленные резервуары, или в технологическую канализацию с расхолаживанием.



*Мембранное устройство*

## II. Защита от гидравлических ударов на источниках теплоснабжения и сооружениях систем теплоснабжения

Причинами возникновения гидравлических ударов также являются: внезапный останов насосов на теплоисточнике или насосной станции при прекращении подачи электроэнергии, внезапное включение насосов, вскипание теплоносителя в котле в случае снижения расхода теплоносителя и последующей конденсации образовавшихся паров, быстрое закрытие и открытие регулирующих клапанов и задвижек на теплоисточнике и насосных станциях.

1. Для защита от гидравлических ударов на насосных станциях может быть рекомендовано устройство противоударной перемычки между обратным и подающим трубопроводами с установкой на ней обратного клапана (рис 1). При внезапной остановке насосов, когда давление в обратном трубопроводе превышает давление в подающем, открывается обратный клапан на противоударной перемычке, что приводит к выравниванию давлений в трубопроводах и затуханию ударной волны.

2. В котельных для предотвращения гидравлического удара используются гидрозатворы, подключаемые к обратному коллектору. Гидрозатвор представляет собой установленную вертикально «трубу в трубе» высотой при-



мерно на 3 м больше напора в обратном коллекторе. Внутренняя труба гидрозатвора врезана в обратный коллектор тепловой сети, внешняя – служит для приема выброса теплоносителя при срабатывании гидрозатвора и подключается либо к приемной емкости, либо к системе канализации.

3. К системе обеспечения надежности и защиты относятся и защитно-регулирующие клапаны (ЗРК) с регуляторами давления трехсильфонной сборки и импульсными клапанами для аварийного отключения котельной от системы. Кроме того, ЗРК укомплектованы регуляторами давления односильфонной сборки, что позволяет регулировать давление сетевой воды в подающей и обратной магистралях. В системе надо применять гидравлическую автоматику, работа которой не зависит от наличия электроэнергии. При отключении электроэнергии и внезапной остановке насосов повышается давление перед насосом, что приводит к срабатыванию импульсного клапана (ИК), в результате регуляторы давления закрываются, отсекая оборудование котельной. Гидравлический удар гасится в результате срабатывания гидрозатвора. Комбинация устройств «Гидрозатвор-ЗРК» обеспечивает защиту оборудования котельной, тепловой сети и систем отопления (рис. 2).

Использование устройств для защиты от гидравлических ударов и колебаний давления теплоносителя позволяет достигнуть следующих положительных результатов:

- снижение количества аварий и отказов трубопроводов и оборудования на 75-85 %;

- сокращение затрат на ликвидацию аварий (включая затраты на ликвидацию экологических и социальных последствий, а также потери от вынужденного простоя основного производственного оборудования);

- увеличение в 1,5–2,5 раза долговечности трубопроводов за счет снижения уровня динамических нагрузок;

- повышение надежности работы и увеличение срока службы аппаратуры автоматики, управления и контроля в 2–3 раза;

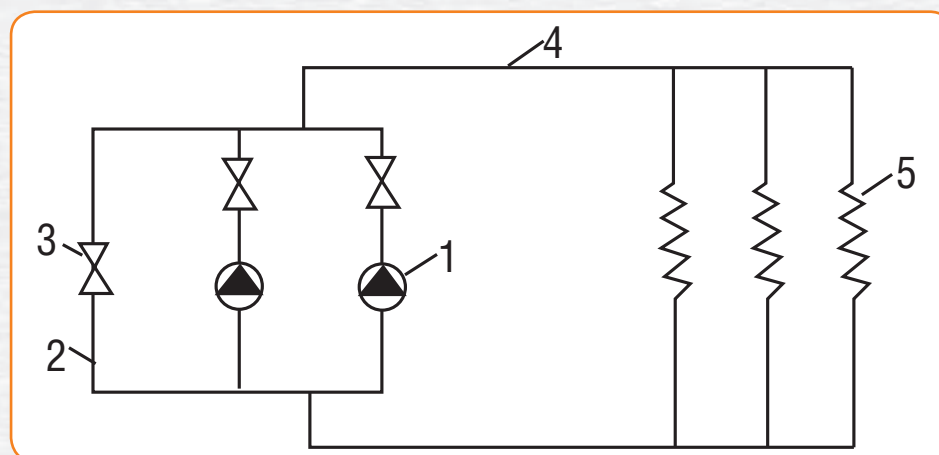


Рис. 1. Схема устройства противоударной перемычки:

1 – насос; 2 – противоударная перемычка; 3 – обратный клапан; 4 – тепловая сеть; 5 – потребители тепла

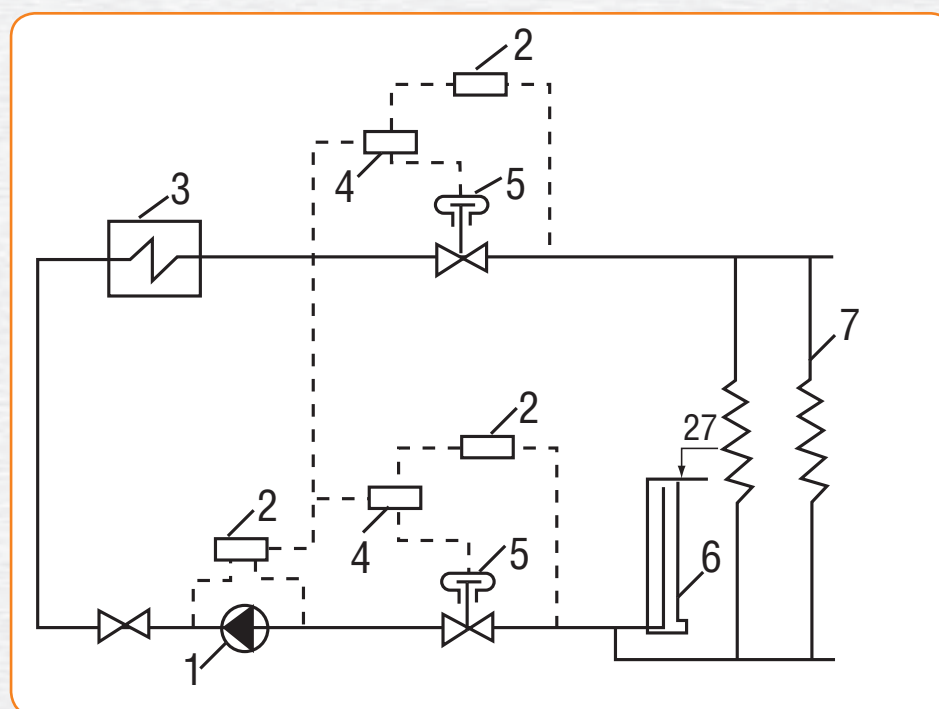


Рис. 2. Схема установки защитных устройств:

1 – насос; 2 – регулятор РД-3а; 3 – котел; 4 – импульсный клапан ИК-25; 5 – клапан РК-1; 6 – гидрозатвор; 7 – потребители тепла

- уменьшение эксплуатационных затрат на 25 – 35 % за счет сокращения количества ремонтов;

- снижение прямых потерь транспортируемой среды и косвенных затрат на подготовку среды (подготовка, нагрев, транспортировка и т.д.);

- обеспечение планово-предупредительных режимов ремонтов трубопроводов.

Необходимо приступать к проектированию и монтажу защитных устройств только после проведения анализа гидравлического режима источника





теплоты и магистральных и разводящих тепловых сетей.

Можно использовать для анализа гидравлических режимов электронные архивы приборов учета тепловой энергии и теплоносителя, установленных на источниках тепла, трубопроводах и у потребителей тепла.

Помимо технических проблем, в системах теплоснабжения существуют и организационные. Заключаются они в необходимости выявления фактической информации о местах разрыва трубопроводов за предшествующие обследованию 3–4 года, так как информация по разрывам в официальных отчетах теплоснабжающих организаций приводится не полностью.

Расчеты по определению величин максимального давления в системе теплоснабжения, которое может возникнуть при гидравлическом ударе, и мест установки защитных устройств должны выполняться специализированными организациями по сертифицированным компьютерным программам.

Связано это с тем, что современные системы теплоснабжения имеют значительную сложность структуры, большое количество факторов, которые влияют на процессы, происходящие с теплоносителем в системе, боль-



шую неоднородность волн давления в связи с вышеизложенными факторами. Гидравлические процессы в современной системе теплоснабжения имеют нелинейный характер и подлежат только компьютерному расчету.

Итак, хотя технические вопросы борьбы с гидравлическими ударами в действующих нормативно-технических документах имеют частичные решения, они не позволяют достигнуть положительных результатов по снижению аварийности. Для достижения поло-



жительных результатов необходимо внести соответствующие изменения и дополнения в документы федерального уровня, принятые в последнее время, регламентирующие вопросы теплоснабжения, примерно такие:

1. Четко сформулировать понятия надежности теплоснабжения в качестве основного требования, длительности аварий, установить требование восстановления качества теплоснабжения в районе, в котором произошла авария, в полном объеме, до договорных, нормативных величин температуры воздуха в жилых помещениях.

2. Установить аварийные показатели для отчетности в МЧС:

- количество отключенных жилых домов с количеством жителей;
- количество жилых домов с температурой в помещениях  $\leq 10^\circ\text{C}$ ;
- то же, с температурой в помещениях от  $10^\circ\text{C}$  до  $15^\circ\text{C}$ ;
- то же, с температурой в помещениях от  $15^\circ\text{C}$  до  $18^\circ\text{C}$ .

3. Установить требования о фиксации результатов повреждения трубопровода в объеме, достаточном для проведения экспертизы, например:

- осуществление вырезки поврежденного участка в виде цилиндра с

сохранением места повреждения материала трубы;

- фото и видеофиксация трубопровода в месте повреждения, после вскрытия, до вырезки, и части трубопровода после вырезки, вместе с повреждением;

- распечатка архивов измерительных приборов, фиксирующих параметры теплоносителя на направлении, где произошло разрушение трубопровода;

- организация хранения зафиксированных результатов повреждения трубопровода в установленном порядке.

4. Установить требование о проведении независимой экспертизы с привлечением представителей МЧС, федеральных надзорных органов и специализированных организаций по установлению причин аварии в случае ее длительности сверх установленного времени, классифицируемой как технологический отказ.

5. Установить требование о полном финансовом учете стоимости работ по ликвидации аварий, включая все затраты, в том числе не прямые, такие, например, как:

- затраты на создание комфортных условий для населения, отселенного на время аварии в другие жилища;
- оказание материальной, гуманитарной помощи населению в районе аварии;
- возмещение убытков по имуществу и после ликвидации последствий аварии;
- оплата стороннего привлеченного и мобилизованного персонала и техники;
- стоимость госэкспертизы и прочее.



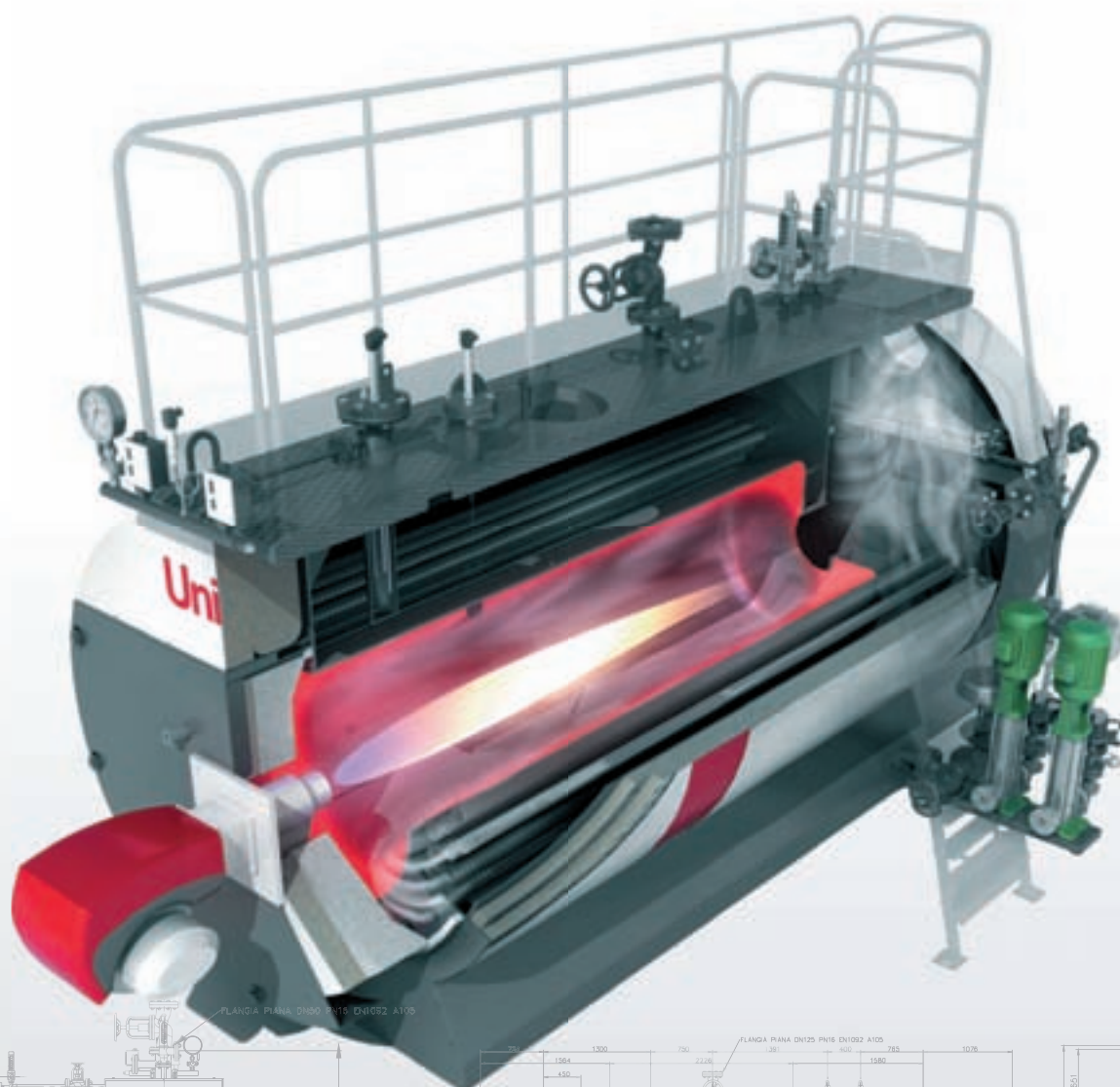
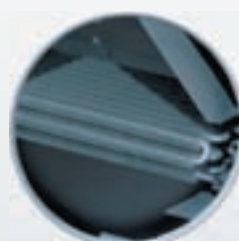
6. Требование о публикации отчетов по ликвидации аварий в СМИ, включая финансовые.



# Unical®

## ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

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



**ЭнергоГаз**  
 ИНЖИНИРИНГ

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

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





В последнее время возросла актуальность проблемы надежности и энергоэффективности местных систем отопления как части централизованной системы теплоснабжения. Особенно важно ее решение при полной потере работоспособности местных систем отопления, присоединенных к централизованной сети по независимой схеме, при аварийном отключении электроснабжения тепловых пунктов (ТП).

## Обеспечение энергонезависимости и надежности тепловых пунктов

А.Г. Парыгин, к.т.н., Т.А. Волкова, А.В. Волков, д.т.н., проф.

**В** ряде публикаций и на специализированных форумах в Интернете ставится вопрос об энергонезависимости ТП, под которой понимается обеспечение работоспособности системы отопления без участия внешней электросети. В качестве одного из основных путей решения этой задачи предлагается использование гидравлической энергии магистрального потока теплоносителя.

В работе А.Г. Парыгина, Т.А. Волковой, В.В. Куличихина «Повышение эффективности централизованного теплоснабжения за счет использования избыточного магистрального давления» («Новое

в российской электроэнергетике», 2011, №12) рассматривалось применение на ТП систем рекуперации энергии избыточного магистрального давления теплоносителя централизованных теплосетей (далее СРД – системы рекуперации давления), которые позволяют повысить энергоэффективность ТП за счет использования избыточной гидравлической энергии магистрального потока теплоносителя посредством гидротурбины, соединенной с электрогенератором.

В работе А.Г. Парыгина, Т.А. Волковой, В. В. Куличихина «Использование автономных источников электроэнергии для повышения надежности функ-

ционирования систем теплоснабжения» («Надежность и безопасность энергетики», 2012, № 4) показана принципиальная возможность применения СРД в качестве аварийного источника электроэнергии. В случае аварийной ситуации на ТП, связанной с прекращением подачи электроэнергии, вырабатываемая на СРД электроэнергия по отдельно проложенному кабелю, не связанному с внешней сетью в целях повышения надежности и безопасности при проведении восстановительных работ, направляется на привод аварийного циркуляционного отопительного насоса (ЦОН), дополнительно устанавливаемого параллельно



штатному ЦОН. При этом мощность СРД, согласно проведенным расчетным исследованиям, позволяет обеспечивать циркуляцию теплоносителя в системе теплоснабжения и поддерживать температуру в системе отопления не ниже 8 °С, гарантированно предотвращая его замерзание и необходимость слива. Тем не менее в данной схеме есть недостаток: ее КПД не превышает 66 %, что существенно снижает эксплуатационную и энергетическую эффективность аварийного ЦОН.

В работе А.Г. Парыгина, Т.А. Волковой, В.В. Куличихина «О энергонезависимости и надежности тепловых пунктов» («Энергетик», 2013, №3) рассмотрена возможность усовершенствования СРД, позволяющая повысить ее надежность и энергоэффективность как аварийного источника энергии для ЦОН. В новой схеме малонадежная электроцепь с низким КПД заменяется прямой кинематической связью ротора турбины с ротором ЦОН. В этом случае отпадает необходимость в установке дополнительного (аварийного) насоса меньшей мощности, так как турбину можно связать с основным ЦОН, т.е. построить гидравлический турбонасосный агрегат. В схеме с использованием турбонасоса энергия турбины целиком расходуется на кинематический привод циркуляционного насоса системы отопления.

Возникает вопрос: а может ли гидравлический турбонасосный агрегат вместо электронасосного агрегата полностью обеспечить энергонезависимость системы отопления от внешней электросети? Для ответа на него рассмотрен баланс располагаемой (т.е. избыточной) гидравлической мощности магистрального потока теплоносителя на ТП и мощности, необходимой ЦОН для обеспечения температурного графика потребления тепла из системы отопления. Анализ таких графиков, принятых в регионах средней полосы России, и количественная оценка перепада давления в греющем контуре для среднестатистических ТП, обслуживающих преимущественно жилые и административные здания, позволил авторам работы сделать вывод, что обеспечить полную энергонезависимость системы отопления от внешней

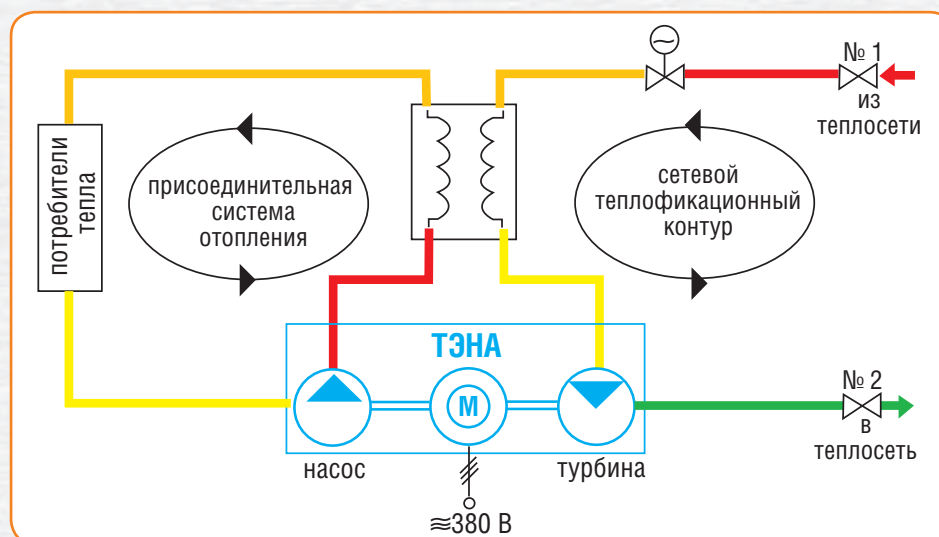


Рис. 1. Турбонасосный агрегат (ТНА) на ТП

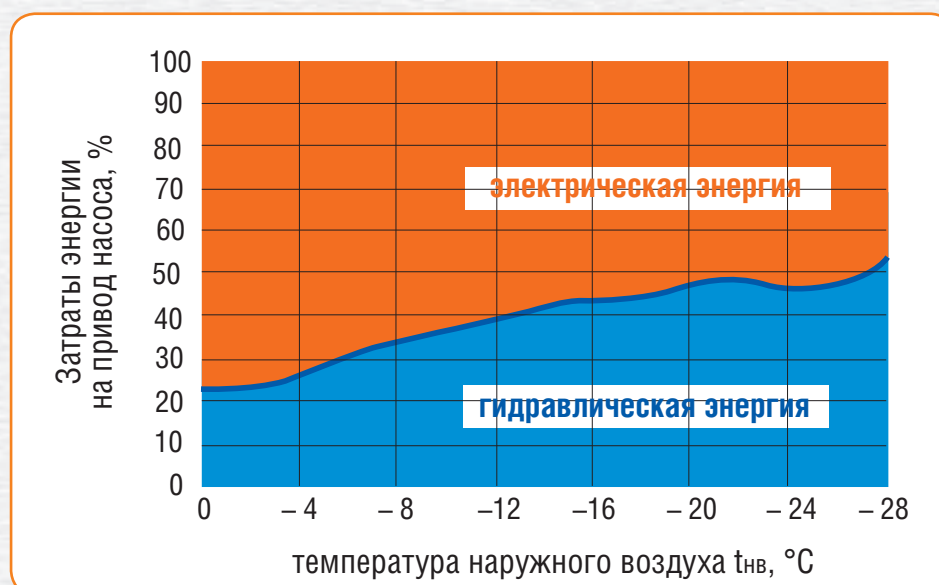


Рис. 2. Распределение затрат энергии на привод ЦОН с учетом температурного графика теплоснабжения

электросети при использовании турбонасосного агрегата практически невозможно. Иными словами, располагаемая мощность турбопривода оказывается на 39–48 % меньше мощности, необходимой насосу. Только в отдельных, исключительных, случаях, когда избыточный перепад давлений на ТП превышает 0,86 МПа или когда к ТП подключена мощная система вентиляции с тепловой нагрузкой, превышающей суммарную нагрузку систем отопления и ГВС как минимум в 1,5 раза, можно рассматривать турбонасосный

агрегат в качестве полноценной замены электронасосного агрегата.

Несмотря на сделанный вывод, применение системы с турбонасосным агрегатом остается весьма перспективным. Проблема недостатка мощности турбины для нормальной работы ЦОН в штатном режиме решается достаточно просто (рис. 1): на валу, связывающем турбину с ЦОН, устанавливаются якорные обмотки асинхронного электродвигателя, статор которого подключен к внешней электросети. Сформированный таким образом



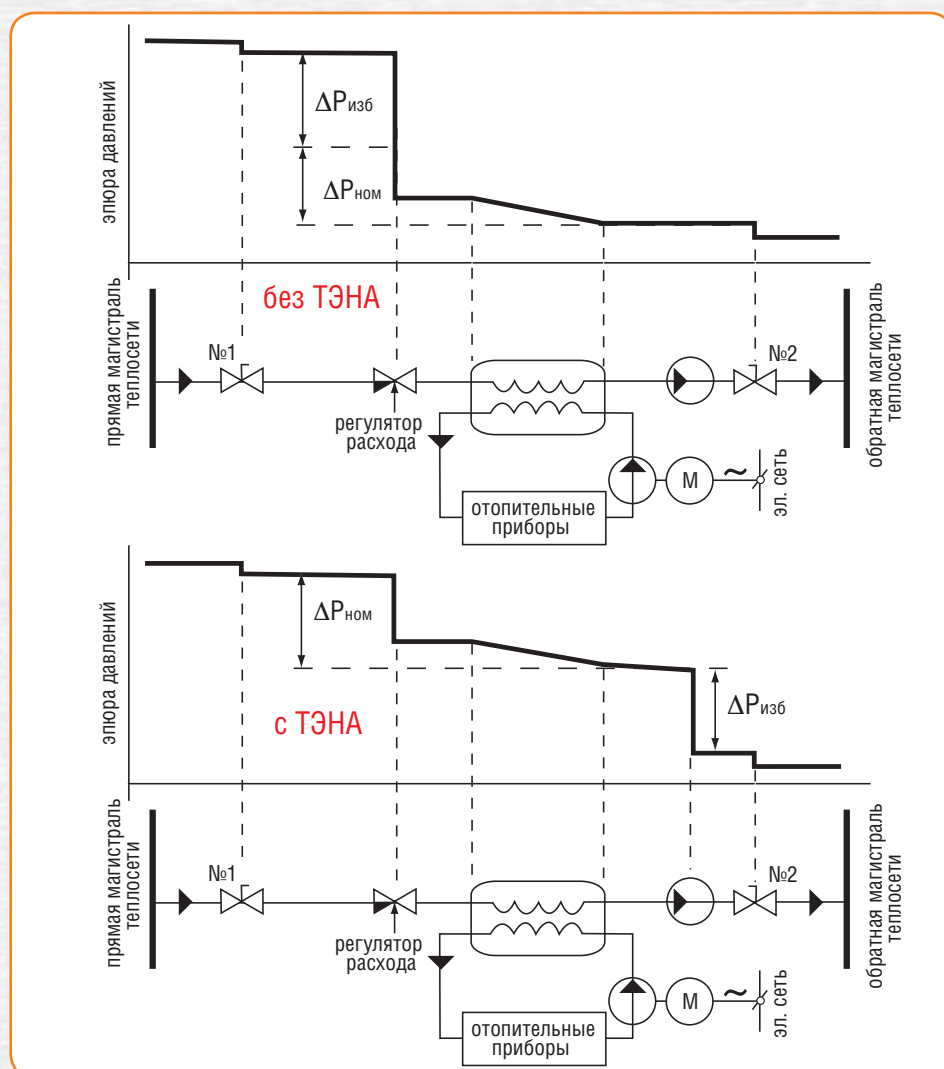


Рис. 3. Перераспределение давлений в сетевом контуре ТП

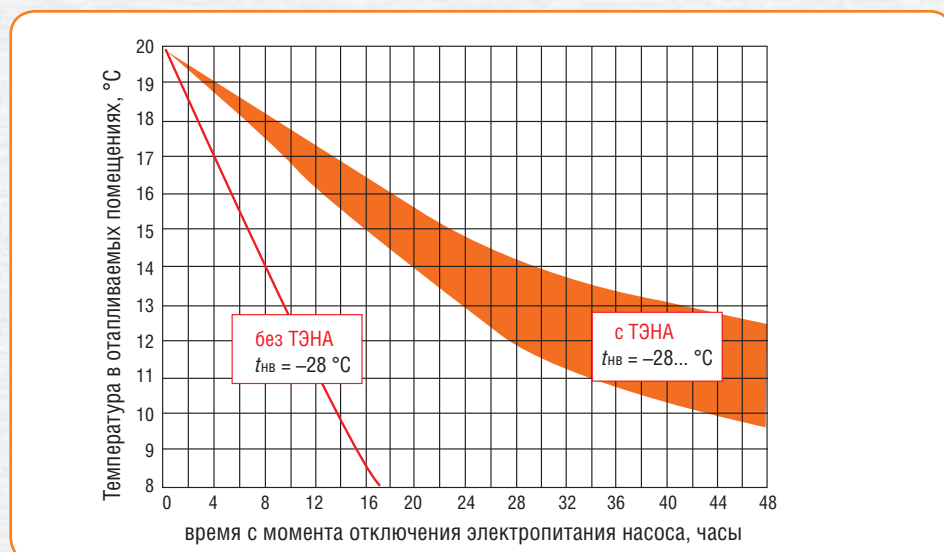


Рис. 4. График остывания зданий при отсутствии электроснабжения ТП

электропривод, дополняющий турбину, обеспечит добор 39–48 % недостающей насосу мощности из электросети, так как частота вращения ротора будет всегда синхронизирована с частотой тока в электросети вне зависимости от баланса мощностей турбины и ЦОН. При отсутствии же электроснабжения ТП турбина, оставаясь кинематически связанной с ЦОН, обеспечит его работу в аварийном режиме с понижением мощности ЦОН на те же 39–48 %, что соответствует снижению циркуляции теплоносителя в системе отопления лишь на 16–20 %.

Эффективность схемы с турбонасосным агрегатом характеризуется в штатном режиме работы ТП относительной долей механической мощности турбины в приводе ЦОН, а в аварийном – остаточной циркуляцией теплоносителя в системе отопления и интенсивностью падения температуры воздуха в отапливаемых помещениях.

В реальных условиях эксплуатации среднестатистического ТП с турбоэлектронасосным агрегатом (ТЭНА) с отопительной нагрузкой 3,5 Гкал/ч экономия электроэнергии на привод ЦОН составит не менее 40 % за отопительный сезон (рис. 2).

Помимо повышения энергоэффективности ТП, наличие турбины в сетевом теплофикационном контуре, «забирающей на себя» избыточный перепад давлений ( $\Delta P_{изб}$ ), повышает надежность штатного оборудования теплового пункта (рис. 3):

- исключается кавитация в регулирующих клапанах и теплообменниках за счет перераспределения давлений в сетевом теплофикационном контуре;

- повышается устойчивость управления – регулятор расхода всегда работает при номинальном перепаде давлений ( $\Delta P_{ном}$ ) в зоне линейной характеристики.

Кроме того, повышается надежность работы теплосети, так как при наличии на ТП дополнительного гидросопротивления за теплообменным аппаратом в виде турбины не требуется увеличивать давление в обратной магистрали теплосети с ростом температуры подающего теплоносителя.

Выше было показано, что полной энергонезависимости за счет утилизации избыточной гидравлической энергии получить невозможно. Однако посред-





Рис. 5. Пилотная ЭРУАТ на ЦТП в г. Москве

ством ТЭНА можно значительно снизить темп остывания обслуживаемых зданий и иметь аварийную систему, гарантирован-

но обеспечивающую минимальное теплоснабжение потребителей при авариях в электросети (рис. 4).

В настоящее время специалистами ЗАО «Оптимат» в консорциуме со специалистами НИУ «МЭИ» при участии ЗАО «Гидрогаз» и финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 гг.» разработана и изготовлена энергосберегающая рекуперационная установка аварийного теплоснабжения (ЭРУАТ).

Пилотный образец ЭРУАТ с двумя ТЭНАми (основным и резервным) интегрирован в ЦТП № 02-07-0924/110 филиала № 2 «Северный» ОАО «МОЭК» (рис. 5). Установка в конце отопительного сезона (апрель 2013 г.) успешно прошла приемочные испытания и с наступлением отопительного сезона 2013–2014 г.г. запущена в постоянную эксплуатацию. Результаты опытной эксплуатации будут представлены в последующих публикациях.

## НОВОСТИ

### Утилизационная электростанция для Казахстана

Специалисты ЗАО «Е4-СибКОТЭС», входящего в ОАО «Группа Е4», выполнили предварительное технико-экономическое обоснование инвестиций в строительство утилизационной электростанции (УЭС). Возведение объекта установленной мощностью 42–64 МВт планируется на Актюбинском заводе ферросплавов транснациональной компании «Казхром» (Республика Казахстан). В плавильном корпусе строящегося цеха №4 предприятия устанавливаются четыре ферросплавных печи. Их побочный продукт – высокотемпературный горючий ферросплавный газ (ФГ), общий расход которого составляет 48000 нм³/ч и который является основным топливом для УЭС (вторичный продукт производства). Проектными решениями печей предусматривается обеспыливание и охлаждение этого газа в системах очистки, устанавливаемых по одной для каждой печи. При разработке предТЭО специалистами ЗАО «Е4-СибКОТЭС» рассмотрена возможность применения различных технологий сжигания ФГ: паросиловой и парогазовой энергоблоков, газопоршневых и газотурбинных установок, рассчитаны типоразмеры оборудования, а также выполнено сравнение различных схемно-параметрических решений.

### Закончено строительство энергоцентра в г. Саратове

Компания «МПНУ Энерготехмонтаж» сдала в эксплуатацию первую очередь энергоцентра, предназначенного для снабжения электрической энергией и теплом административных, жилых и торговых помещений развлекательного комплекса Торговый Дом «ТЦ-Поволжье» в г. Саратове.

Введены в эксплуатацию два из четырех предусмотренных проектной документацией водогрейных котла Vitomax 200 мощностью 11,2 МВт каждый и две из шести газопоршневых когенерационных установки фирмы MWH электрической мощностью 2 МВт каждая.





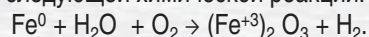


Специфические особенности коррозии пароконденсационных систем в первую очередь вызваны эксплуатацией оборудования при повышенных температурах. Известно, что почти все металлы в среде газов начинают корродировать при температурах свыше 900 °С.

## Коррозия и борьба с ней в пароконденсационных системах

М. Иванов

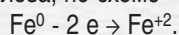
**В**одяной пар является одним из распространенных видов энергоносителей. Часто работу пароконденсационных систем затрудняет коррозия металлов, которая протекает при совместном действии кислорода воздуха и воды по следующей химической реакции:



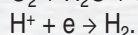
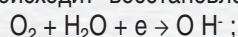
Ускорение этому процессу придает присутствие в воде двуокиси углерода или других подобных примесей, дающих при растворении в воде кислую реакцию  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + (\text{HCO}_2)^-$ .

При  $\text{pH} < 7$  на металлических поверхностях самопроизвольно возникают участки, на которых происходят либо катодные, либо анодные процессы. Такое образование областей связано или с разной степенью доступа кислорода, или с различием

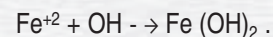
в составе электролита, или с разными температурами. На анодном участке происходит окисление металла, например железа, по схеме



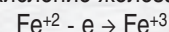
Окисленный металл переходит в виде катиона из твердого вещества в водную фазу. Освобожденные при окислении электроны за счет высокой электрической проводимости металлов тут же переносятся на катодные области, в которых происходит восстановление



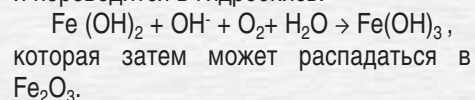
Анодные и катодные процессы протекают отдельно, но в среде электролита ионы гидроксидов дрейфуют и соединяются с катионами железа, образуя гидроокись



Результатом электрохимической коррозии с кислородной деполяризацией является образование гидроокиси железа  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , которая с растворенным в воде кислородом вызывает дальнейшее окисление железа:



и переводится в гидроокись:



Обычно для оценки скорости коррозии используют значение величины массы металла, разрушенного за год (8760 ч) на поверхности  $1 \text{ м}^2$ . Также скорость коррозии можно выразить глубиной проникания коррозионных повреждений в толщу металла за год. Скорость коррозии

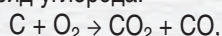


снижает оксидная пленка, которая образуется на поверхности металлов.

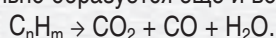
Специфические особенности коррозии пароконденсационных систем в первую очередь вызваны эксплуатацией оборудования при повышенных температурах. Известно, что почти все металлы в среде газов начинают корродировать при температурах свыше 900 °С. Способствует этому высокие значения теплопередачи, значительные величины избыточного давления, длительные механические нагрузки и абразивное действие потока воды, содержащего механические примеси. Все это разрушает защитные поверхностные окисные пленки. В местах нарушения целостности таких пленок начинается развиваться местная язвенная коррозия, которую еще называют очаговой коррозией. Она представляет наибольшую опасность для оборудования, поскольку приводит к сквозным повреждениям – свищам. Скорость такой коррозии достаточно велика и может достигать 1,4–1,8 мм/год. Другим распространенным видом коррозии металлов является сплошная или равномерная коррозия, которая протекает со скоростью 0,1–0,2 мм/год.

Кроме этого, известны и другие виды коррозии металлов: химическая, электрохимическая и электрическая. Химическая коррозия возникает от действия на металл различных газов и жидкостей. Она относится к виду сплошной коррозии, и при ее протекании толщина стенки оборудования уменьшается равномерно. Способность металлов в водной среде образовывать гальванические пары является основным проявлением электрохимической коррозии. Электрическая коррозия проявляется при воздействии на трубопровод электрического тока или электрического поля, возникающего от блуждающих токов.

Газовая коррозия пароконденсационных систем протекает под действием газообразных продуктов сгорания топлива. При сгорании углеродных видов топлива образуются двуокись углерода, монооксид углерода:

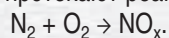


а при сжигании углеводородов дополнительно образуется еще и вода:

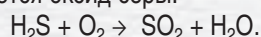


За счет того что в воздухе присутству-

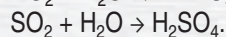
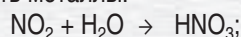
ет азот, при температурах горения топлива протекают реакции его окисления:



Обычно в состав  $NO_x$  входят в основном  $NO_2$  и  $NO$ , хотя могут образовываться и другие соединения, поэтому обычно и не расшифровывают их долевой состав. Кроме этого, в ряде видов топлива содержится сера или сероводород в количестве от 1 до 6 %, при сжигании которой образуется оксид серы:



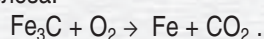
Азотный и серный ангидриды при конденсации водяных паров образуют соответствующие кислоты, способные разъедать металлы:



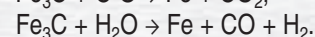
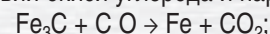
Считается, что при температурах до 300 °С газообразные продукты сгорания топлива на металлы и их сплавы не действуют. С дальнейшим повышением температуры газовых смесей до 500 °С диоксид серы и двуокись азота становятся химически активными по отношению к металлам, вызывают их газовую коррозию с достаточно высокой скоростью, которая интенсивно протекает при температурах свыше 650 °С.

Несмотря на то что основная доля сернистых соединений выгорает при сжигании топлива, некоторая их часть может остаться в дымовых газах. Эти соединения при температуре свыше 300 °С могут вызвать на поверхности сталей образование слоистой окалины из  $FeS$ ,  $FeO$  и  $Fe_3O_4$ . Еще более вредное влияние оказывают сернистые соединения на чугун. Так, при температурах свыше 400 °С начинается процесс окисления чугуна, который протекает внутри деталей, приводя к увеличению до 10 % их объема.

Очень большое влияние на протекание газовой коррозии металлов оказывает присутствие в продуктах сгорания свободного кислорода. Вызвано это тем, что он способствует выгоранию атомов углерода из поверхностных слоев, который в виде вкраплений находится между узлами кристаллических решеток чугуна и сталей. При обезуглероживании металлов под действием кислорода происходит восстановление цементита до атомарного железа:

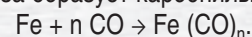


При этом процесс ускоряется в присутствии окиси углерода и паров воды:



В результате извлечения из сталей атомов углерода они теряют свою прочность и твердость, а на поверхности образуется рыхлая окалина, которая может распространяться в глубь материала на несколько миллиметров.

Еще одним видом разрушения металлов под действием газообразных компонентов продуктов сгорания является, так называемая, карбонильная коррозия, при которой железо в присутствии угарного газа образует карбонилы:



Наиболее устойчивым среди них является только пентакарбонил,  $Fe(CO)_5$ .

Для предупреждения газовой коррозии применяют следующие меры защиты. Во-первых, процесс горения стараются осуществлять при минимальном избытке свободного кислорода. Во-вторых, целесообразно применять коррозионно-стойкие материалы в виде низколегированных или высоколегированных марок сталей. Так, в ряде случаев для внутренней облицовки топок используют вставки из низколегированной стали марки «CorTen», которая содержит 0,12 % углерода, 0,27–0,75 % кремния, 0,2–0,5 % марганца, 0,15–0,6 % алюминия, 0,25–0,55 % меди, 0,5–1,25 % хрома и 0,65 % никеля. Применение стали этой марки позволяет понизить относительную





скорость коррозии примерно в 2 раза. В то же время использование высоколегированных марок сталей понижает относительную скорость газовой коррозии примерно в 3 – 5 раз. Для этих целей можно применять высоколегированную сталь марки «Карпентен 20», содержащую 0,07 % углерода, 0,75 % марганца и 20 % хрома, или сталь марки «Хастеллой С», состоящую из 0,15 % углерода, 1,0 % марганца и 16,5 % хрома. Однако массовое использование высоколегированных сталей маловероятно из-за их высокой стоимости. В-третьих, необходимо снижать в продуктах сгорания содержание вредных компонентов за счет проведения топливоподготовки, которая часто заключается в понижении концентрации сернистых примесей.

Помимо газовой коррозии, в паровых котлах может происходить коррозия от контактов деталей с водой и паром. Обычно она носит равномерный или локальный характер. Равномерная коррозия, как правило, наблюдается в виде сплошной окарины в местах перегрева металла. Коррозия труб котлов может иметь разнообразную форму, начиная с отдельных язв и заканчивая сплошным разъемом металла. Локальные же виды пароводяной коррозии обусловлены высокими тепловыми нагрузками, наличием частых теплосмен и нарушением водно-химического режима, в первую очередь по содержанию в питательной воде котлов соединений железа и меди.

Интенсивность равномерной коррозии в основном обусловлена составом сплава. Так, высокая скорость коррозии обычно наблюдается на котловых трубах из углеродистой и малолегированной сталей.

Для предупреждения пароводяной коррозии следует проводить комплекс мероприятий. Так, для предотвращения коррозии в пароперегревателях с температурой свыше 500 °С целесообразно использовать легированные сорта стали, содержащие молибден, хром и никель. Для снижения скорости коррозии при местных перегревах пара и при работе труб с температурами выше допустимых следует осуществлять нор-

мальную циркуляцию воды в кипящих трубах и использовать только воду требуемого качества. Для прекращения коррозии в экономайзерах необходимо добиваться равномерного распределения воды по змеевикам.

Следующим видом оборудования, в котором наблюдаются специфические особенности протекания коррозии металлов, являются паропроводы. Они служат для транспортировки водяного пара от места генерации к точкам потребления. Обычно паропроводы состоят из стальных труб с соединительными элементами и запорно-регулирующей арматуры. Поскольку одновременно с водяным паром в паропроводах присутствует в виде капель и водяной конденсат в количестве до 5 %, то это может вызвать, так называемую, внутреннюю эрозийную коррозию. Помимо этого, для паропроводов характерна и внешняя коррозия вследствие атмосферного воздействия. Для ее предупреждения паропроводы покрывают специальной изоляцией, которая к тому же сокращает тепловые потери.

Внутреннюю коррозию обычно называют пароводяной. Чтобы ее понизить, для труб подбирают устойчивые марки сталей, из трубопроводов удаляют конденсат, а из водяного пара – примеси воздуха. Для этой цели паропроводы устанавливают с уклоном, чтобы конденсат стекал, а в местах его сбора размещают конденсатоотводчики. Кроме этого, в соответствии со СНиП 41-02-2003 в высших точках паропроводов для удаления скопившегося воздуха устанавливают воздухоотводчики.

Отработанный водяной пар обычно

собирается в конденсаторе, представляющим собой чаще всего трубчатый теплообменник, в котором по трубкам протекает охлаждающая вода, а по межтрубному пространству подается пар. Для лучшего теплообмена во внутреннем пространстве конденсатора расположены специальные стальные доски, на которые методом развальцовки крепятся тонкостенные конденсаторные трубки из различных медных сплавов. Выбор материалов для них в значительной степени обусловлен высокой теплопроводностью этих металлов. Для большей эффективности обычно конденсацию водяного пара проводят при пониженном давлении. Это приводит часто к тому, что из-за нарушения герметичности аппарата вследствие сильной вибрации конденсаторных трубок в конденсат попадают примеси воздуха и загрязнения из охлаждающей воды.

Одним из видов разрушения конденсаторных трубок является питтинг-коррозия, которая возникает из-за локальных нарушений целостности защитных пленок. Другой вид разрушения металла – так называемая, селективная коррозия, которая заключается в частичном вымывании из сплава одного его компонента, чаще всего цинка. Этому способствует слабодокислая вода с примесью кислорода, малые скорости ее течения и относительно высокая температура стенок трубок. Вымывание цинка приводит к повышению хрупкости трубок и в конечном счете к их разрушению. Еще одной причиной разрушения конденсаторных трубок является коррозия-эрозия, которая вызвана действием струи воды с высокой турбулентностью.

Чтобы продлить срок службы конденсаторов, необходимо использовать аппараты совершенной конструкции, в которых исключалась бы возможность проявления механической эрозии, накопления осадков в застойных зонах и возникновения кавитации, приводящей к ударной коррозии. Помимо этого, необходимо достигать оптимальных значений скоростей потока, которые обычно составляют 1,5–2,1 м/с.

Важную роль в снижении скорости протекания коррозии конденсаторов играет подбор материалов. Чаще всего используют сплавы на основе меди, такие, как латунь, бронза, мельхиор и другие медно-



никелевые сплавы, поскольку сама медь мало устойчива к коррозии в соленой воде с примесью сернистых соединений. Еще более низких скоростей коррозии удалось достичь при использовании для конденсаторных трубок титана и сплавов на его основе. Однако существенным недостатком этих материалов является их способность образовывать гальваническую пару с другими металлами, вызывая электрохимическую коррозию.

Для снижения скорости коррозии в конденсаторах из них следует регулярно удалять минеральные отложения, окалину и слежавшиеся осадки. Для этого существуют различные способы очистки: термическая и вакуумная сушки, кислотные промывки, промывка высоконапорной струей. Но самым эффективным считается механический способ, который является весьма трудоемким. В некоторых случаях для его реализации используют пористые резиновые шарики диаметром 1–2 мм, которые циркулируют по аппарату.

В системах парового теплоснабжения сконденсированный отработанный водяной пар возвращается по конденсаторопроводу. В подавляющем большинстве случаев конденсаторопроводы представляют собой трехслойную трубу. Внутренняя труба предназначена для теплоносителя. Чаще всего она изготавливается из стали, реже – из других материалов, например стеклопластика. Поверх этой трубы делают теплоизоляционное покрытие. Ранее теплоизоляция изготавливалась из гигроскопичной минеральной ваты, которая способствовала внешней коррозии. В настоящее время в качестве теплоизоляции стали применять базальтовое волокно, имеющее меньшее влагопоглощение. Помимо этого, для таких трубопроводов в качестве теплоизоляции используется оболочка из пенополиуретана, которая имеет высокие теплоизоляционные характеристики, а также предохраняет от проникновения влаги к поверхности металлической трубы. Поверх теплоизоляционной оболочки конденсаторопровод покрывают внешней защитной оболочкой, вид которой зависит от способа прокладки трубопроводов. Так, при наземной прокладке обычно используют внешнее покрытие из оцинкованной жести, а при подземной – бесканальной прокладке – при-

меняют часто оболочку из полиэтилена. Кроме внешних защитных покрытий для предупреждения коррозии конденсаторопроводов, применяют системы катодной поляризации труб с помощью специальных установок и катодную протекторную защиту с использованием растворяющихся электродов.

Для предупреждения внутренней коррозии конденсаторопроводов применяются различные методы, понижающие концентрацию растворимых газов. Для снижения их содержания в конденсате в трубопроводах стараются поддерживать избыточное давление, чтобы предотвратить проникновение воздуха из атмосферы в результате подсосов при нарушении герметичности. Помимо этого, транспортировку конденсата по трубопроводам желательно проводить при температурах, при которых растворимость газов в нем низка.

Часто в конденсат добавляют дозированно химические препараты, которые понижают концентрацию растворенных газов. Ранее для этого проводили специальную обработку питательной воды аммиаком, солями аммония или гидразином. В настоящее время перспективным считается применение нейтрализующих и пленкообразующих аминов. Нейтрализующие амины представляют собой соединения, которые предназначены для связывания свободной углекис-

лоты и нейтрализации растворенной ее формы, а также для коррекции уровня pH жидкой фазы. Основными требованиями для применения таких реагентов является то, чтобы они не увеличивали содержание конденсата и не вызывали коррозию медных сплавов. Комбинация нескольких аминов позволяет получить реагент с лучшими нейтрализующими свойствами, обеспечивающими надежную защиту трубопроводов.

Так называемые пленкообразующие амины предназначены для защиты поверхности трубопроводов от агрессивного воздействия на металл двуокиси углерода и кислорода. Их защитное действие основано на формировании адсорбционной защитной пленки в виде мономолекулярного слоя на всей поверхности металла, с которой соприкасается амин. Механизм действия пленкообразующих аминов подобен тому, что происходит при фосфатировании оборудования после применения полифосфатных кислот, но защитная пленка в этом случае более устойчива. Одним из представителей этой группы веществ является октадециламин и подобные ему соединения. При их концентрации в водяном паре, равной 2–3 мг/кг, можно снизить содержание окислов железа в производственной пароконденсатной системе в 10–15 раз.







Сегодня в энергетике имеет место ошибочное принятие удельного перерасхода условного топлива на производство электроэнергии в котельных-ТЭЦ за соответствующий удельный расход условного топлива. Как во всем этом разобраться?

## Практика занижения расхода топлива на электрогенерацию в котельных-ТЭЦ

И. Трохин

**П**од котельной-ТЭЦ следует понимать паровую котельную (производственную, отопительную, производственно-отопительную), которая может работать как ТЭЦ, если в ней между котлом и пароводяным водонагревателем (бойлером) установить и включить параллельно либо вместо дроссель-задвижки или редукционно-охладительного устройства электрогенераторный агрегат с паровым двигателем. Последний сегодня может представлять собой турбину (лопаточную, винтовую) или современную поршневую машину.

Для таких котельных электроагрегаты с лопаточными паровыми турбинами успешно выпускают в России, например, ОАО «Калужский турбинный завод» совместно с калужским ЗАО НПВП «Турбокон», смоленское ООО «Ютрон –

Паровые турбины». Паровинтовые турбогенераторы у нас в стране производят московское ЗАО «Малая независимая энергетика» и Санкт-Петербургское ЗАО «Эко-Энергетика». Коммерческий выпуск поршневых паровых машин в настоящее время реализован пока только за рубежом фирмой Spilling Energie Systeme GmbH (Германия) и компанией PolyComp a.s. (Чешская Республика).

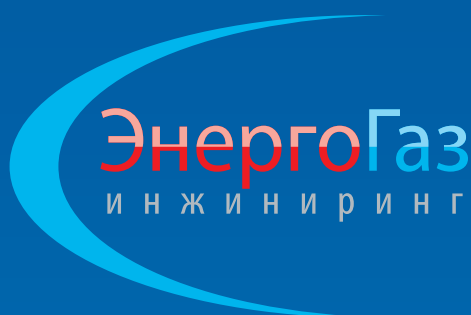
### Контрольная формула

В научных и технических публикациях по паровым ТЭЦ на базе котельных сложилась ошибочная практика отождествления удельного расхода  $b_{у,э}$  и удельного перерасхода  $\Delta b_{у,э}$  условного топлива (его низшая теплота сгорания составляет для твердых и жидких топлив – 29,33 МДж/кг, для газообразных – 29,33 МДж/м<sup>3</sup>. – Прим.

автора) на производство электроэнергии в котельной, работающей как ТЭЦ с паровым двигателем электрогенераторного агрегата при условии сохранения исходной тепловой нагрузки котельной, с которой она работала без электрогенераторной надстройки. Основываясь же на балансовом методе определения энергетических показателей работы ТЭЦ и ТЭС, базирующемся на законе сохранения энергии, необходимо отметить однозначное различие данных показателей.

В соответствии с балансовым методом определения энергетических показателей работы ТЭЦ и ТЭС (Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 466 с.), электрический КПД для энергоблока ТЭЦ или ТЭС, выраженный





# Котлы и горелки в наличии со склада в Москве мощность от 64 до 7000 кВт



Официальный представитель "Unical AG S.p.A." и "F.B.R. Bruciatori S.r.l." «ЭнергоГазИнжиниринг» предлагает Вашему вниманию продукцию со склада в Москве:

Котлы водогрейные «UNICAL» (Италия)

Серия Ellprex мощностью от 340 до 7000 кВт

Серия Modal мощностью от 64 до 291 кВт

Горелки «F.B.R.» (Италия)

Газовые мощностью до 7000 кВт

Дизельные мощностью до 3000 кВт

Мы уверены, Вас заинтересует наше предложение, и мы будем рады взаимовыгодному сотрудничеству.

Котлы «Unical»	Горелки «F.B.R.» Газовые	Горелки «F.B.R.» Дизельные
Modal 64	GAS X2 CETL	G 2S MAXI TL
Modal 76	GAS X2 CETL	G 2S MAXI TL
Modal 93	GAS X3 CETL	G 2S MAXI TL
Modal 105	GAS X3 CETL	G X3S TL
Modal 116	GAS X3 CETL	G X3S TL
Modal 140	GAS X3 CETL	G X3S TL
Modal 163	GAS X4 CETL	G X4S TL
Modal 186	GAS X4 CETL	G X4.22 TL
Modal 233	GAS X5 CETL	G X5.22 TL
Modal 291	GAS X5 CETL	G X5.22 TL



## Unical®



Реклама

Котлы «Unical»	Горелки «F.B.R.» Газовые	Горелки «F.B.R.» Дизельные
Ellprex 340	GAS XP 60 CE TC	FGP 50/2 TC
Ellprex 420	GAS XP 60 CE TC	FGP 50/2 TC
Ellprex 510	GAS P 70/2 CE TC	FGP 50/2 TC
Ellprex 630	GAS P 70/2 CE TC	FGP 70/2 TCK
Ellprex 760	GAS P 100/2 CETL	FGP 100/2 TLK
Ellprex 870	GAS P 100/2 CETL	FGP 100/2 TLK
Ellprex 970	GAS P 100/2 CETL	FGP 100/2 TLK
Ellprex 1100	GAS P 150/2 CE-03 TL	FGP 120/2 TL
Ellprex 1320	GAS P 150/2 CETL	FGP 150/2 TL
Ellprex 1570	GAS P 150/2 CETL	FGP 150/2 TL
Ellprex 1850	GAS P 190/2 CETL	FGP 190/3 TL
Ellprex 2200	GAS P 250/2 CETL	FGP 250/3 TL
Ellprex 2650	GAS P 350/M CETL	FGP 350/3 TL
Ellprex 3000	GAS P 350/M CETL	FGP 350/3 TL
Ellprex 3500	GAS P 350/M CETL	FGP 350/3 TL
Ellprex 4000	GAS P 450/M CETL	FGP 450/M TL
Ellprex 4500	GAS P 450/M CETL	FGP 450/M TL
Ellprex 5000	GAS P 550/M CETL	FGP 550/M TL
Ellprex 5500	GAS P 550/M CETL	FGP 550/M TL
Ellprex 6000	GAS P 650/M CETL	FGP 650/M TL
Ellprex 6500	GAS P 650/M CETL	FGP 650/M TL
Ellprex 7000	GAS P 750/M CETL	FGP 750/M TL

Представительство компании UNICAL AG S.p.A. в России:

ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

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



в относительных единицах, можно определить через известное соотношение между  $b_{y,э}$ , г/(кВт·ч), и данным КПД. Если число «123» разделить на электрический КПД, %, предварительно поделив значение последнего на 100, то получим этот удельный расход. К примеру, показатель  $b_{y,э}$  соответственно для современных котельных-ТЭЦ с лопаточными паровыми турбинами составляет около 150 г/(кВт·ч) (Рогалев Н.Д., Федоров В.А., Федоров Е.В. Экономические и технологические основы энергоэффективного производства электроэнергии и тепла с использованием турбин малой и средней мощности: Монография. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 102 с.), а для паромашинных котельных-ТЭЦ единичной электрической мощностью до 1,2 МВт – 100–115 г/(кВт·ч). Тогда электрические КПД этих ТЭЦ равны 0,82 и 1,07–1,23, соответственно. При этом первое значение не соответствует реальным энергетическим показателям работы даже крупных ТЭЦ, КЭС и парогазовых установок, а второе и третье – противоречат закону сохранения энергии.

Если проанализировать ранние публи-

кации по котельным-ТЭЦ с лопаточными паровыми турбинами (Мильман О.О. Техничко-экономические показатели мини-электростанций с противодавленческими турбинами // Теплоэнергетика. – 2000. – № 1. – С. 6–8; Федоров В.А., Смирнов В.М. Опыт разработки, строительства и ввода в эксплуатацию малых электростанций // Теплоэнергетика. – 2000. – № 1. – С. 9–13), то можно утверждать о необходимости отнесения приведенных выше значений  $b_{y,э}$  для паротурбинных и паромашинных котельных-ТЭЦ именно к  $\Delta b_{y,э}$ . Как раз последний показатель некорректно был назван в этих статьях просто удельным расходом условного топлива на производство электроэнергии в паровой котельной-ТЭЦ. Методика расчета  $\Delta b_{y,э}$  на примере котельной-ТЭЦ с лопаточной паровой турбиной приведена в упомянутой выше статье О.О. Мильмана.

### Несравнимые ТЭС

В публикациях по рассматриваемой тематике также встречается сопоставление фактически  $\Delta b_{y,э}$  с удельным расходом условного топлива на дизельных ТЭС, что

является ошибкой. Для дизельных ТЭС расход условного топлива составляет при электрических мощностях 100–300 кВт – 377–322 г/(кВт·ч), а при 1–10 МВт – 315–250 г/(кВт·ч), если говорить о данных ТЭС с отечественными поршневыми двигателями внутреннего сгорания. Поэтому, если эти значения подставить в приведенную выше формулу, сформулированное здесь утверждение становится очевидным, ведь КПД дизельных ТЭС (0,32–0,49) будет выше, чем электрический КПД паровых ТЭЦ на базе котельных (0,05–0,2).

Некорректное в упомянутых выше статьях название параметра  $\Delta b_{y,э}$  просто расходом топлива  $b_{y,э}$  повлекло, по всей видимости, и ошибочное сопоставление в отмеченной выше монографии Н.Д. Рогалева, В.А. Федорова и Е.В. Федорова параметра  $\Delta b_{y,э} \approx 145–160$  г/(кВт·ч) для котельных-ТЭЦ, оснащенных лопаточными паровыми турбинами, с удельными расходами условного топлива на производство электроэнергии крупными турбинными ТЭС: паровыми конденсационными – 320–450 г/(кВт·ч); парогазовыми – около 246 г/(кВт·ч).

## Серийный выпуск КВ-Г-9,65-150

Принимая во внимание многочисленные запросы потребителей, эксплуатирующих морально устаревшие котлы ТВГ-8 и испытывающих потребность в новом оборудовании, в сентябре текущего года ОАО «ДКМ» запущены в серийное производство водогрейные котлы КВ-Г-9,65-150.

КВ-Г-9,65-150 предназначены для получения горячей воды давлением до 1,6 МПа и номинальной температурой 150 °С, используемой в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения промышленного и бытового назначения, а также для технологических целей.

По заказу ООО «Коммунальщик Дона» (Ростов-на-Дону) изготовлены и отгружены два первых котлоагрегата. Они уста-

навливаются в городских котельных по ул. Вятская, 37/3 и Днепропетровская, 8-А, где заменят выработавшие ресурс ТВГ-8 при сохранении размеров котловой ячейки, габаритов и подвода воды в котел. Запуск объектов в эксплуатацию намечен на начало 2014г.

Отличительной особенностью КВ-Г-9,65-150 является применение двух горелочных устройств. Совместно с партнером ООО «ДКМ» – компанией CIB UNIGAS S.p.a. (Италия) – для комплектации котлов данного заказа подобраны эффективные горелочные устройства TP515AM.MD.S.RU.Y.8.80EI. Возможна комплектация горелками производства ОАО «ДКМ».

Для удобства монтажа поставка про-

дукции осуществлена транспортабельными блоками автотранспортом предприятия до площадки заказчика.

Создание КВ-Г-9,65-150 предопределил успех КВ-Г-14-150, разработанных в 2004г. и по достоинству оцененных потребителями 29-ти котлоагрегатов, сданных в эксплуатацию.

Оба представителя номенклатуры ОАО «ДКМ» в первую очередь предназначены для проектов реконструкции котельных с сохранением или при необходимости повышением единичной тепловой мощности до 50 %.

Вместе с тем эти современные котлы могут использоваться в качестве основного оборудования при строительстве новых объектов теплоснабжения.





*Мы приносим тепло!*

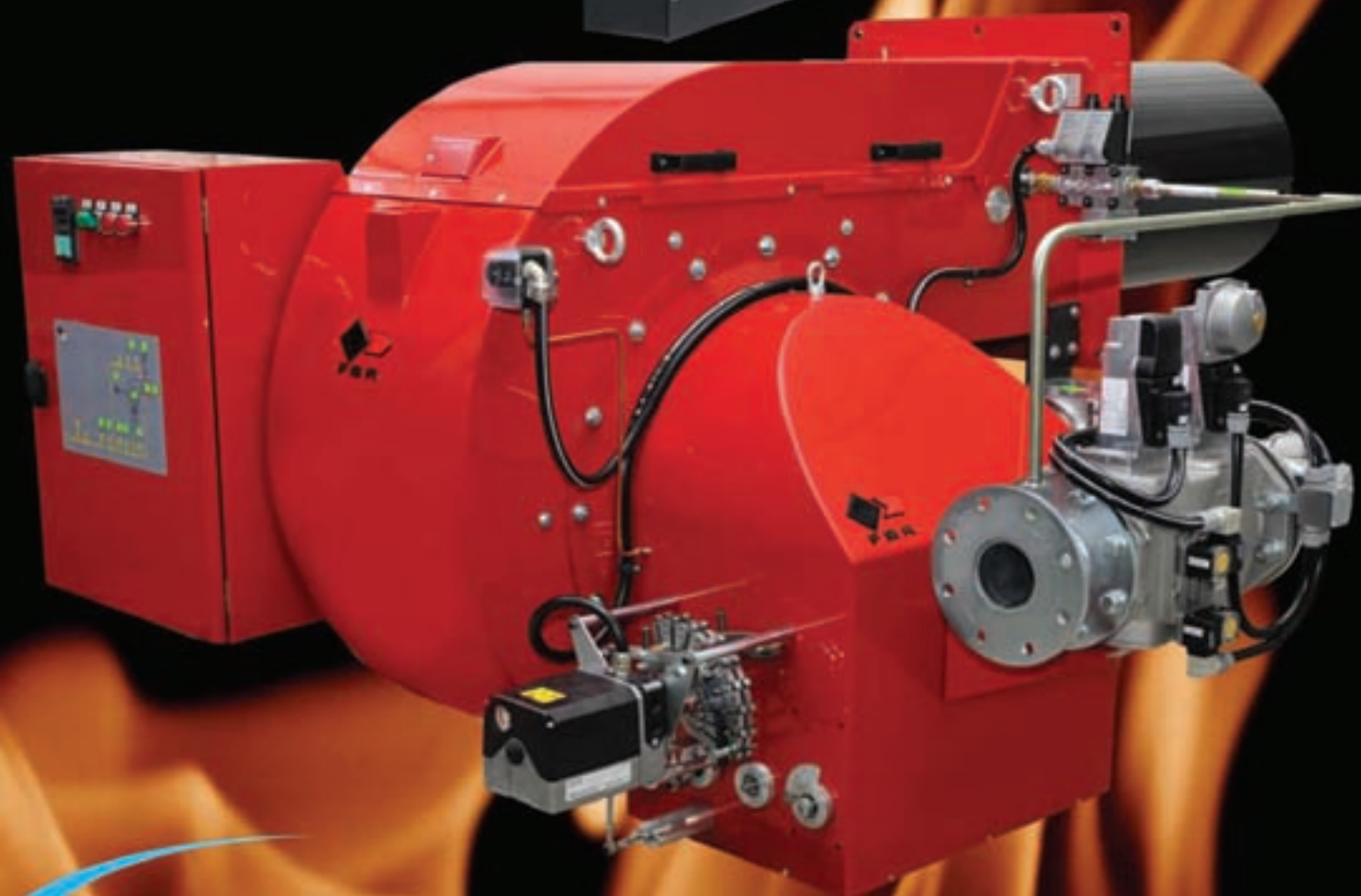
## Горелки моноблочные и двухблочные до 50 МВт:

Дизельные от 23,7 кВт  
45 моделей

Газовые от 11,6 кВт  
39 моделей

Мазутные от 57,0 кВт  
29 моделей

Комбинированные от 22,6 кВт  
Газо-дизельные  
Газо-мазутные  
29 моделей



Официальный партнер компании F.B.R. Bruciatori S.r.l.:  
ООО «ЭнергоГазИнжиниринг»

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



# Новые паровые двигатели и мини-ТЭЦ

И. Трохин

*Паросиловые мини-ТЭЦ создаются в виде самостоятельных объектов малой комбинированной генерации тепловой и электрической энергии либо как надстройки к существующим котельным. На них используются, в частности, паровые двигатели: лопаточные турбины и новые конструкции — винтовые турбины и поршневые машины.*

**В** последние годы для комплексного электро- и теплоснабжения ответственных потребителей все чаще используются установки децентрализованной энергетики — ТЭЦ малой (до 1 МВт) и средней (1–10 МВт) электрической мощности (мини-ТЭЦ). Известно, что по критерию расхода топлива теплотехнология более выгодна, чем раздельное производство электроэнергии и теплоты. Кроме этого, при эксплуатации мини-ТЭЦ потребитель получает возможность сократить количество закупаемой электроэнергии у централизованных поставщиков, стоимость которой постоянно растет, или вообще отказаться от их услуг. Электрическую нагрузку собственных нужд мини-ТЭЦ тоже покрывают самостоятельно.

Среди отечественных мини-ТЭЦ с паровыми двигателями работают и строятся паротурбинные, в том числе на базе отопительных и производственно-отопительных котельных. В мировой же малой энергетике для паросиловых мини-ТЭЦ являются коммерциализованными не только паровые двигатели в виде лопаточных (рис. 1) и винтовых (рис. 2) (российские патенты на изобретение RU 2118460, 2168023, 2205962, 2374455, 2464427 и др.) турбин (турбомашин), как в России, но и — в виде поршневых машин. Среди последних на практике различают: классическую паровую машину (рис. 3) с одно- или многократным расширением пара и частотой вращения  $n$  выходного (рабочего) вала (далее — частота вращения) до 400 об/мин; быстроходную (высокооборотную) — с двухкратным расширением пара и частотой вращения 400–1 500 об/мин; паровой мотор с

однократным расширением пара и частотой вращения 400–3 000 об/мин. Эти определения сформулированы автором в результате анализа большого числа конструкций паровых двигателей с начала прошлого века и по настоящее время.

Многолетней практикой эксплуатации котельных установлено, что паровые котлы не уступают водогрейным по надежности и даже могут превосходить их (Богданов А.Б. Котельнизация России — беда национального масштаба // Новости теплоснабжения. — 2007. — № 5. URL: [http://www.rosteplo.ru/Techstat/nt\\_05\\_2007\\_12.zip](http://www.rosteplo.ru/Techstat/nt_05_2007_12.zip)). КПД современных паровых и водогрейных котельных установок сопоставимы. Поэтому, учитывая вышеизложенные преимущества мини-ТЭЦ перед централизованным энергоснабжением, стратегически и экономически целесообразно возведение и эксплуатация именно паровых котельных с возможностью работы в когенерационном режиме. По решению же Бюро отделения физико-технических проблем энергетики РАН от 14 марта 2001 г. технология комбинированного производства тепловой и электрической энергии с использованием паровых лопаточных турбин малой и средней мощностей в паровых котельных является для России приоритетной в области энергосбережения (Роголев Н.Д., Федоров В.А., Федоров Е.В. Экономические и технологические основы энергоэффективного производства электроэнергии и тепла с использованием турбин малой и средней мощности: Монография. — М.: Изд-во МЭИ, 2003. — 102 с.). При такой технологии паровой двигатель устанавливается в котельной на линии

дросселирования пара между котлом и пароводяным теплообменником (бойлером) параллельно либо вместо редукционно-охладительного устройства или дроссель-затворки. Выхлоп из парового двигателя осуществляется в бойлер. В зависимости от мощности паровой котельной на выработку 1 МВт (100 %) тепловой мощности затрачивается 17–40 кВт (1,7–4 %) электрической (Бурносенко А.Ю. Мини-ТЭЦ с паровыми турбинами для повышения эффективности промышленно-отопительных котельных // Новости теплоснабжения. — 2009. — № 1. — С. 36–38).

Для круглогодичного электроснабжения потребителей от мини-ТЭЦ электроэнергию возможно производить при почти постоянной тепловой нагрузке по горячему водоснабжению потребителей, а летом в режиме тригенерации возмож-

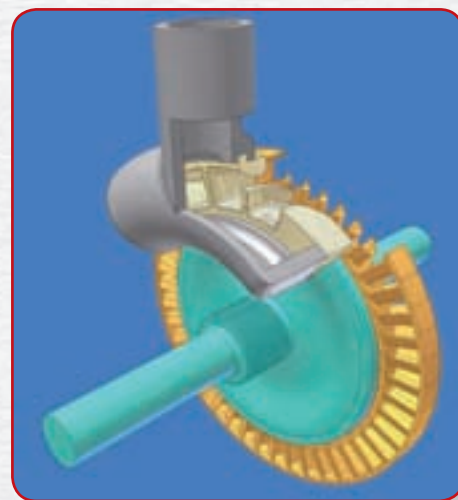


Рис. 1. Лопаточная паровая турбина (источник: P. Kaboldy, <http://upload.wikimedia.org>)



но использовать еще паровые абсорбционные холодильные машины (паровые чиллеры), функционирующие главным образом на паре, отработавшем в тепловых двигателях мини-ТЭЦ. Принципиально реализуема тригенерация с комбинированной выработкой еще и механической энергии (квадрогенерация) для пародвигательного привода вспомогательных механизмов мини-ТЭЦ (насосов и тяговых вентиляторов).

В малой энергетике Германии, Италии, Австрии и других зарубежных стран на мини-ТЭЦ, использующих для работы твердую биомассу (например, древесные отходы и пеллеты), в качестве привода электрогенераторов от паровых машин сегодня используют паровые моторы Шпиллинга.

Технические характеристики некоторых коммерциализованных пародвигательных электроагрегатов для мини-ТЭЦ приведены в табл. 1. Причем, разработки ЗАО «Малая независимая энергетика» (Москва) и ЗАО «Эко-Энергетика» (Санкт-Петербург) относятся к паровинтовым турбинам (машинам), Spilling Energie Systeme GmbH (Германия) и PolyComp a.s. (Чехия) – к паровым моторам, остальных, указанных в табл. 1 компаний – к лопаточным паровым турбинам.

Удельный расход пара для поршневого двигателя в большей степени зависит от противодавления пара, чем от мощности самого двигателя (Куликовский П.П., Швецов П.Д., Семенов А.С. Паровые двигатели: Справочное руководство. – Киев-М.: Машгиз, Украинское отд-е, 1955. – 380 с.), что справедливо также для паровых турбин (см. табл. 1). Поэтому целесообразно сравнивать паровые двигатели при

соизмеримых противодавлениях пара.

На основании анализа данных табл. 1 можно сделать вывод, что при работе на насыщенном паре лопаточные и винтовые турбины характеризуются соизмеримым удельным расходом пара  $d$  на выработку электроэнергии. Из табл. 1 следует и то, что при работе на насыщенном паре температурой  $t_s$ , например, при давлениях пара на входе в двигатель  $p_1 = 0,9$  МПа (здесь и далее – абсолютное) и выходе из него  $p_2 = 0,12$  МПа, у электроагрегата с паровым мотором электрической мощностью  $P = 24$  кВт расход пара в 1,3 раза меньше, чем у более мощного (в 5 раз) электроагрегата с лопаточной паровой турбиной, и соизмерим с  $d$  в более мощном (в 10 раз) электроагрегате, оснащенном винтовой паровой турбиной.

Для повышения энергетической эффективности работы мини-ТЭЦ на базе котельных целесообразно устанавливать котлы более высокого давления, чем 1,4 МПа, и для выработки перегретого пара. К примеру, ОАО «Бийский котельный завод» (Алтайский край) и ООО «Петрокотел-ВЦКС» (Санкт-Петербург) специально для мини-ТЭЦ выпускают, в частности, твердотопливные котлы, рассчитанные на давление пара 4 МПа с температурой перегрева – 440 °С. В котельных, где используется насыщенный пар, возможна установка пароперегревателей, использующих теплоту уходящих газов. Температуру перегрева пара следует выбирать с таким расчетом, чтобы он при выпуске из двигателя находился в состоянии насыщения или был перегрет на несколько градусов, учитывая тепловые потери в паропроводах от двигателя до бойлера,



на правах рекламы

## Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

**testo 340:** эффективный анализатор дымовых газов для промышленного применения

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



Таблица 1. Характеристики пародвигательных электроагрегатов для мини-ТЭЦ

Разработчик, изготовитель	$P$ , кВт	$n^*$ , об/мин	Давление пара, МПа		$t_1$ , °C	$d$ , кг/(кВт·ч)
			$p_1$	$p_2$		
ООО «Ютрон – Паровые турбины» (Смоленск)	135**	3 000	0,8	0,12	$t_s$	29,6
	450**		1,4	0,2	250	23,3
ЗАО НПВП «Турбокон» (Калуга), ОАО «Калужский турбинный завод»	500	8 000 (1 500)	1,3	0,37	$t_s$	26,4
	750			0,2		19,2
ООО «ЭЛТА» (Екатеринбург)	500	1 500	1,3	0,3	$t_s$	18
ЗАО «Малая независимая энергетика» (Москва)	250	1 500***	0,9–1,4	0,1–0,45	$t_s$	24–36
ЗАО «Эко-Энергетика» (Санкт-Петербург)	1 000	6 000 (3 000)	1,4	0,2	$t_s$	18
Spilling Energie Systeme GmbH (Германия)	24	1 500	0,9	0,12	$t_s$	23,3
	85		1,65	0,15		15,3
	210	1 000	1,4	0,15	230	15,2
	298		2,4		260	12,1
	260	750	2,8	0,15	375	8,8
	520					
	420					
PolyComp a.s. (Чехия)	75	750	1,2	0,2	240	18

Примечания: \* – относится к двигателю, в скобках — к генератору (для агрегатов с редуктором);

\*\* – параметр определен с учетом КПД синхронного электрогенератора, равного 0,9;

\*\*\* – значение параметра обеспечивается встроенным в агрегат редуктором.

так как в последний должен поступать насыщенный пар. Это необходимо для обеспечения наиболее интенсивной передачи теплоты от пара к стенкам бойлера.

Из табл. 1 видно, что при работе перегретым паром, например, температурой  $t_1$  на входе в двигатель – около 240 °C при давлениях  $p_1 \approx 1,2$  МПа,

$p_2 = 0,2$  МПа, у электроагрегата мощностью  $P = 75$  кВт с паровым мотором расход пара  $d$  в 1,3 раза меньше, чем у более мощного (в 6 раз) электроагрегата с лопаточной паровой турбиной.

Таким образом, паромоторные электроагрегаты даже при значительно меньших мощностях по сравнению с винтовыми и лопаточными паротурбин-

ными электроагрегатами имеют соизмеримый либо в 1,3 раза меньший удельный расход пара и практически одинаково хорошо работают на насыщенном и перегретом паре. Удельный расход пара в моторах при соизмеримых с турбинами мощностях будет еще меньше за счет более высокого относительного индикаторного и механического КПД, поскольку в более крупных паровых машинах легче выполнить качественные поверхности парораспределения и организовать смазку, а затраты энергии на привод вспомогательных механизмов будут относительно меньше, как это справедливо для поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Ресурс  $\tau$  до капитального ремонта у современных паровых двигателей для мини-ТЭЦ составляет: лопаточных паровых турбин – 30–40 тыс. ч; винтовых паровых турбин – 30–50 тыс. ч; паровых моторов, по оценкам зарубежных экспертов в 2002–2004 гг. (Micro and small-scale CHP from biomass (up to 300 kW). OPET RES-e NNE5/37/2002. Technology

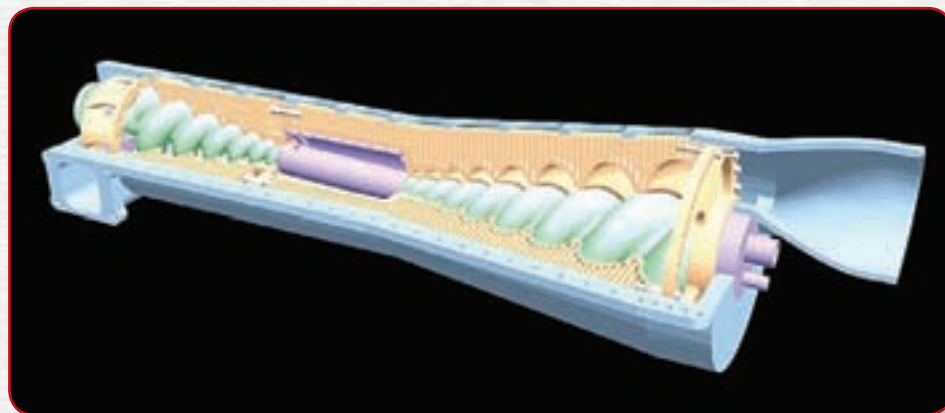


Рис. 2. Вариант винтовой турбины  
(источник: Б. Айметдинов, <http://zv.innovaterussia.ru>)



Paper. OPET Network: Puts You In Touch With Innovative Energy Technologies), при единичных мощностях от 20 до 1 000 кВт – более 50 тыс. ч, что не ниже, чем у паровых турбин. Однако по удельным габаритно-массовым показателям паромоторные электроагрегаты уступают паротурбинным. Но более чем десятилетний опыт успешной эксплуатации за рубежом известных там германских паровых моторов Шпиллинга (Spilling dampfmotor – нем.) на мини-ТЭЦ свидетельствует, что эти показатели не являются первостепенными для наземных энергогенерирующих установок на фоне лучших, чем у паровых турбин характеристик по удельному расходу пара и ресурсу.

В 2005 г. Майкл Мюллер (Michael Muller) из Центра передовых энергетических систем Рутгерского университета США в своем докладе «Возвращение паровой машины» (Muller M.R. The Return of the Steam Engine // ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry. New York (USA). July 19–22, 2005. New York: ACEEE, 2005) на Американском совете по энергоэффективной экономике (ACEEE) отметил, что поршневые паровые двигатели, в отличие от паровых турбин, без проблем работают на насыщенном влажном паре (для турбин существует известная проблема эрозионного износа лопаток), при умеренных частотах вращения (до 3 000 об/мин) и скоростях поршня. Это объясняет, в частности, более высокий, чем у паровых турбин, ресурс поршневых паровых двигателей, а также их лучшие шумо-акустические характеристики. Большинство же маломощных паровых турбин работают при частотах вра-

щения вала от 3 000 до 8 000 об/мин (см. табл. 1), что, как известно, необходимо для обеспечения приемлемого удельного расхода пара.

Паровые моторы целесообразно использовать вместо паровых турбин и при работе на паре с колебаниями параметров последнего.

Для технического обслуживания паровых турбин необходим, как правило, высококвалифицированный персонал. Паровые моторы, близкие по типу к ДВС, могут обслуживаться специалистами более низкой квалификации, а их ремонт реально производить непосредственно на месте эксплуатации. Кроме этого, электроагрегаты с поршневыми двигателями, в отличие от турбогенераторных, способны работать автономно от электрических сетей централизованного электроснабжения не только по классической выпрямительно-инверторной схеме, но и с самостабилизацией частоты вращения приводного вала для двигателя электрогенератора по методу В.С. Дубинина (Дубинин В.С. Обеспечение независимости электро- и теплоснабжения России от электрических сетей на базе поршневых технологий: Монография. – М.: Изд-во Моск. ин-та энергобезопасности и энергосбережения, 2009. – 164 с.). В обоих вариантах может обеспечиваться производство электроэнергии с показателями качества, удовлетворяющими требованиям ГОСТ Р 54149–2010, введенного с 2013 г. взамен ГОСТ 13109–97.

Некоторые параметры зарубежных коммерциализованных паросиловых мини-ТЭЦ на твердой биомассе в сравнении с ORC-турбинными мини-ТЭЦ (работают по циклу Ренкина на орга-

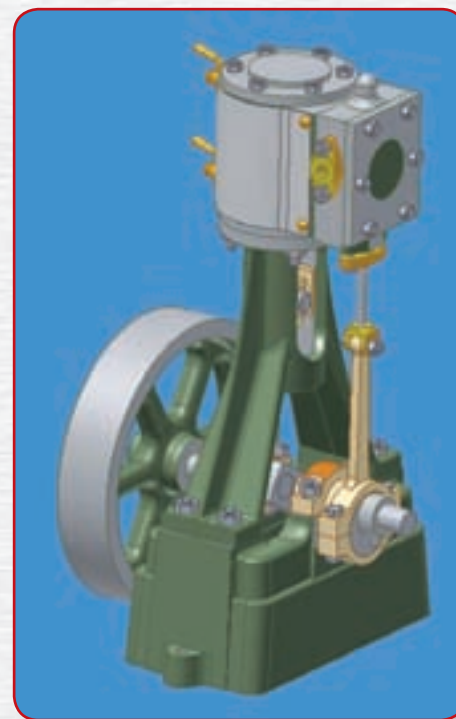


Рис. 3. Классическая поршневая паровая машина  
(источник: <http://forum.cad.de>)

ническом рабочем теле) приведены в табл. 2. Значения этих параметров следует рассматривать как типичные и неисключающие возможности достижения лучших показателей, в частности, для мини-ТЭЦ с поршневыми паровыми машинами.

Конструкции современных паровых моторов картерного типа имеют циркуляционную систему смазки. Так, моторы Шпиллинга созданы с учетом достижений в области конструкций ДВС. Эти двигатели – рядные крейцкопфные двухстороннего давления с клапанным

**Таблица 2. Параметры коммерциализованных паросиловых мини-ТЭЦ на твердой биомассе**

Тип парового двигателя	Электрическая мощность, кВт	Электрический КПД, %
Лопаточная турбина	500–20 000	10–30
Винтовая турбина	100–2 500	10–20
ORC-турбина	100–3 000	10–15
Поршневая машина	200–1 500	10–20

Источник: Mirko Barz. Biomass Technology for Electricity Generation in Community // International Journal of Renewable Energy. 2008. Vol. 3. № 1. P. 1–10.



парораспределением. При их функционировании исключена возможность загрязнения пара смазочным маслом. Рабочее давление пара – от 0,6 до 6 МПа. Компания Eco Link Power Ltd. (Великобритания) комплектует модульные мини-ТЭЦ марки AES для работы на биомассе именно такими моторами единичной электрической мощностью до 1 200 кВт. По их отзывам, моторы Шпиллинга представляют собой высококачественное и малозатратное в обслуживании оборудование мирового класса.

В сотрудничестве со специалистами факультета электротехники Чешского высшего технического училища и при поддержке Чешского энергетического агентства компания PolyComp a.s. создала паровые моторы PM-VS. Они являются рядными двигателями с клапанным парораспределением и строятся на базе ДВС: маломощные (чешский патент на изобретение CZ 286918) – по бескрейцкопфной схеме с поршневой группой одностороннего давления, а средней мощности (чешский патент на полезную модель CZ 11118) разработчики предлагают изготавливать по схеме с поршневой группой двухстороннего давления и крейцкопфом, функцию которого выполняет модифицированный поршень. В моторах PM-VS исключена возможность загрязнения пара смазочным маслом, а циркуляционная система смазки обеспечивает внутрицилиндровую фильтрацию (очистку) масла от парового конденсата (см. в указанных выше патентах). Компания PolyComp a.s. ведет работы по дальнейшему совершенствованию своих паровых моторов (чешский патент на полезную модель CZ 22164).

Отечественные паровые машины оригинальной конструкции – паропоршневые двигатели «Промтеплоэнергетика» – разрабатываются специалистами одноименной объединенной научной группы Московского авиационного института (МАИ), Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства, Московского энергетического института, Московского института энергобезопасности и энергосбережения и колледжа космического машиностроения и тех-

нологии Финансово-технологической академии (наукоград Королёв Московской обл.) под руководством В.С. Дубинина. Эти двигатели будут создаваться на базе серийных ДВС, а для их обслуживания не потребуется персонал высокой квалификации.

Для котельных возможно подойдут паропоршневые двигатели с простым и надежным газодинамическим механизмом, в частности, парораспределения системы профессора И.Е. Ульянова и его коллег из МАИ (авторское свидетельство СССР на изобретение SU 1753001).

Температура в цилиндрах паропоршневых двигателей в 5–6 раз ниже, чем у базовых для конверсии в них ДВС. Пар, в отличие от горючей смеси, не взрывается, а, расширяясь, плавно давит на поршень. Поэтому следует ожидать более высокого ресурса  $\tau$  паропоршневых двигателей по сравнению с исходными ДВС. К примеру, дизель типа 1Д6 для электроагрегата мощностью 100 кВт производства ОАО «Барнаултрансмаш» имеет  $\tau = 20$  тыс. ч, а газодизель типа 1Г6 той же мощности – 30 тыс. ч. Для дизелей и газодизелей типа Д49 электроагрегатов мощностью 1 000–1 650 кВт производства ОАО «Коломенский завод» показатель  $\tau = 60$ –100 тыс. ч.

Таким образом, для паропоршневых двигателей логично предположить двукратный по сравнению с паровыми турбинами ресурс  $\tau$  при единичных мощностях около 1 000 кВт и по крайней мере соизмеримый с лопаточными паровыми турбинами – при мощностях порядка 100 кВт.

Для цилиндров и паровых коллекторов паропоршневых двигателей, как у других современных паровых машин и турбин, предусматривается теплоизоляция. Российские разработчики не исключают возможность применения для этой цели нового отечественного тепло-, звуко- и электроизоляционного материала SuperSil на кремнеземной основе, разработанного и выпускаемого ЗАО «РЛБ Силика» (Москва).

В перспективных конструкциях паровых машин целесообразно использовать самодействующие клапана для впуска

и (или) выпуска пара. Идея самодействующего парораспределения в поршневых паровых двигателях была высказана в 1890-х гг. немецким инженером Вильгельмом Шмидтом (Гартманн О.Г. Пар высокого давления / Пер. с нем. Б.А. Люблинского; ред. Н.А. Доллежалъ. – М.: Гостехиздат, 1927. – 76 с.). В этом случае клапаны работают за счет воздействия на них рабочего тела без внешнего привода.

Позже В. Шмидт разработал и испытал конструкцию самодействующих клапанов для быстроходных паровых машин и моторов высокого давления (2–6 МПа и более).

Такие клапаны отличались компактностью, надежностью и работали практически бесшумно. Гидравлические потери при впуске пара (потери на дросселирование) были не больше, чем у принудительно действующих клапанов: расход пара на регулирование составлял всего 1–2 % его общего расхода в двигателе. Более компактными, чем паровые турбины, могут оказаться звездообразные паровые машины и с бесшатунным механизмом преобразования движения поршня во вращение вала по схеме С.С. Баландина (Баландин С.С. Бесшатунные поршневые двигатели внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1973. – 176 с.).

Российский опыт эксплуатации котельных в режиме мини-ТЭЦ с паротурбинными электроагрегатами уже показывает, что стоимость электроэнергии от них существенно ниже, чем получаемой от централизованных поставщиков. Это объясняется, в частности, отсутствием значительных расходов на компенсацию потерь электроэнергии в протяженных электросетях и эксплуатацию мощного генерирующего оборудования.

Учитывая же рассмотренные выше энергетические и эксплуатационные преимущества современных паровых машин перед паровыми турбинами, а также возможность серийного производства более дешевых, чем зарубежные, отечественных паропоршневых двигателей, следует ожидать еще большего снижения стоимости электроэнергии от таких мини-ТЭЦ.



## Энергонезависимость в приоритете

*В октябре 2013 г. был запущен в опытную эксплуатацию автономный энергоцентр таможенно-складского комплекса класса «А», расположенный в д. Дубовляны Минской обл. (Республика Беларусь). В комплект поставки вошел микротурбинный блок Capstone серии C1000 электрической (1 МВт) и тепловой (1,18 МВт) мощностью. В состав энергокомплекса также включены теплоутилизатор КУВ-1300 и два водогрейных котла. В качестве топлива будет использоваться природный газ.*

**С**обственная мини-ТЭС на базе микротурбины Capstone C1000 полностью покрывает потребности комплекса в электроэнергии, обеспечивая освещение и электропитание инфраструктуры, расположенной на площади 30 тыс. м<sup>2</sup>.

При выборе основного оборудования для энергоцентра заказчик в первую очередь руководствовался экономической эффективностью энергоцентра в процессе эксплуатации. Расчеты показали, что применение микротурбин позволит компании сэкономить порядка 400 тыс. долл. США в год в сравнении с использованием электроэнергии от сети. Низкие расходы на обслуживание и малое количество расходных материалов обеспечивают себестоимость собственной электроэнергии вдвое ниже сетевых тарифов. Это стало возможным за счет особенностей конструкции микротурбины Capstone, позволяющей отказаться от использования масла и охлаждающей жидкости и сократить число регламентных запчастей, тем самым снизив затраты на расходные материалы и стоимость обслуживания. Кроме того, микротурбина имеет высокую эффективность в режиме когенерации – суммарный КПД может достигать 90 %. При этом на каждый киловатт электроэнергии заказчик в качестве побочного продукта получает до 2 кВт тепла. Микротурбинная установка Capstone серии C1000 будет работать параллельно с электрической сетью и в случае перебоев перейдет в островной режим. Модульное исполнение энергоблока, состоящего из 5-ти турбин C200, обеспечивает высокую степень внутреннего резервирования.

График обслуживания оборудования предполагает проведение регламентных работ через каждые 8 тыс. моточасов, т. е. не чаще одного раза в год. При этом модули C200 выводятся для обслуживания всего на 1–1,5 ч поочередно без необходимости остановки всей системы, что очень важно для такого крупного таможенного комплекса, имеющего стратегическое значение. Простота обслуживания также послужила для заказчика одним из ключевых факторов в пользу турбины Capstone. Ее работа полностью автоматизирована и требует минимум внимания со стороны обслуживающего персонала. Обязанности мониторинга параметров работы установки будут возложены на оператора котельной. Микротурбина эластична к нагрузке в диапазоне от 1 до 100 % без потери

эффективности и сама следит за профилем потребления, вырабатывая ровно столько электроэнергии, сколько требуется в данный момент времени. Кроме того, микротурбины Capstone на сегодняшний день признаны одними из самых экологичных генерирующих установок в мире: выбросы вредных веществ не превышают 9 ppm по NOx и CO, отсутствует вибрация, а уровень шума не превышает 60 дБ на расстоянии 10 м.

Энергоцентр располагается в помещении, пристроенном к зданию комплекса, и предполагает непрерывный, круглосуточный, режим работы в течение года.

После запуска логистического центра в эксплуатацию в 2014 г. планируется увеличить его мощность до 1200 кВт.





# Применение ультразвука для ограничения накипеобразования в теплосетях

Г. В. Пирогов, к. т. н., А. В. Богловский, к. т. н.

*В настоящее время в системах теплоснабжения достаточно широкое распространение получили методы коррекционной обработки сетевой и подпиточной воды различными ингибиторами накипеобразования (антинакипинами). Простота осуществления и возможность исключения солевых сбросов в схемах подготовки подпиточной воды тепловых сетей делают эту технологию особенно привлекательной с экологической точки зрения.*

Однако область эффективного применения ингибиторов накипеобразования ограничена как качеством исходной воды (карбонатный индекс, как правило, не выше  $\sim 15$  (мг-экв/л)<sup>2</sup>), так и температурой подогрева: для водогрейных котлов – не более 110 °С, для бойлеров – не более 120–130 °С. В то же время для подпитки теплосетей зачастую используется артезианская вода или смесь поверхностных и артезианских источников, характеризующихся более высокими значениями карбонатного индекса.

Применение в этих условиях коррекционной обработки воды ингибиторами накипеобразования приводит к постепенному заносу отложениями не только бойлеров, но и водо-водяных подогревателей (обычно со стороны греющей воды) и вынуждает в периоды прохождения зимнего максимума температур дополнительно умягчать часть потока подпиточной воды.

В связи с этим в качестве альтернативы ионообменному умягчению было интересно оценить эффективность одного из безреагентных методов ограничения накипеобразования – акустическую (ультразвуковую) технологию как дополнение к коррекционной обработке воды антинакипинами.

Результаты многочисленных исследований влияния ультразвука на процес-

сы кристаллизации и накипеобразования неоднозначны, и поэтому практика использования акустического метода ориентируется в основном на эмпирические данные, полученные в промышленных условиях. В последнее время для промышленного использования разработаны, прежде всего, специалистами Акустического института новые конструкции ультразвуковых аппаратов. Основные отличительные особенности этих устройств заключаются в следующем:

- в излучателях используется магнитострикционный материал «пермендюр», обладающий значительно более высокой эффективностью преобразования энергии электрических колебаний в механическую энергию и более высокой



допустимой температурой работы преобразователя;

- схема формирования сигнала сделана таким образом, что согласование излучателя с корпусом или отдельными частями теплообменного оборудования происходит автоматически и практически не требует настройки. Это позволяет уменьшить потребляемую электрическую мощность при более полном ее использовании;

**Таблица 1. Состав исследуемого раствора**

Концентрация компонентов, мг-экв/дм <sup>3</sup>						pH
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	
7–9	3–4	7	5,5–6	3,5–5,0	8–9	8,2–8,5



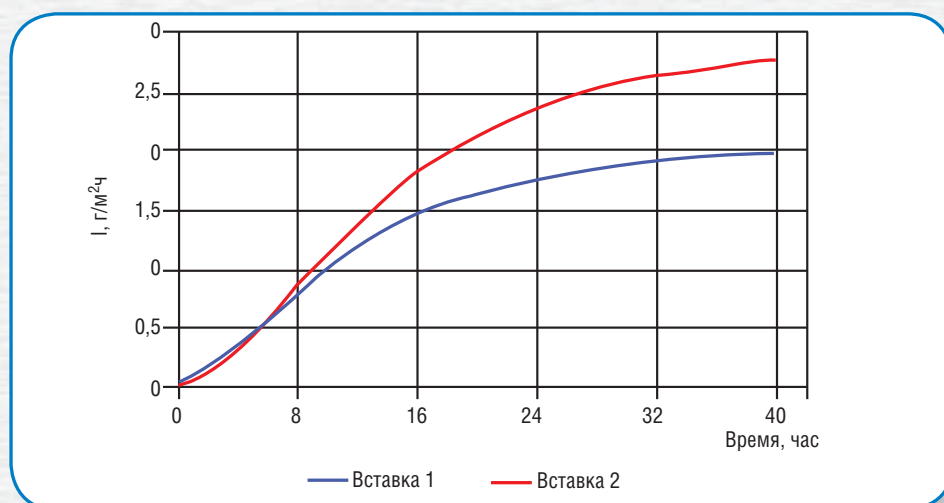


Рис. 1. Зависимость интенсивности накипеобразования от времени в «холостом» опыте

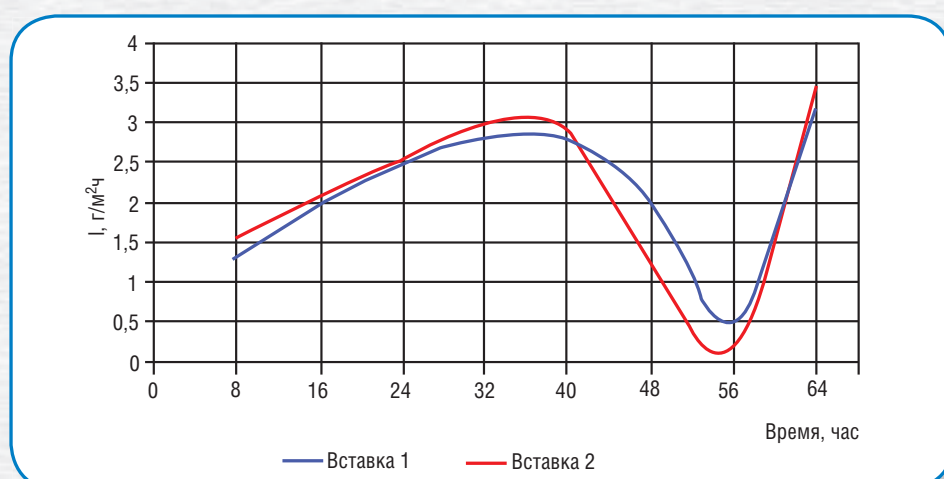


Рис. 2. Зависимость интенсивности накипеобразования от времени с использованием ультразвука

Таблица 2. Режим обработки воды

Интервал времени, ч	Концентрация ПАФ-13, мг/л	Наличие ультразвука
24 – 32	2,4	+
32 – 48	4÷5	-
48 – 56	4÷5	+
56 – 64	2	-
64 – 72	2	+
72 – 80	3,5÷4	+
80 – 88	5,5	+

– применен новый способ возбуждения колебаний, названный «двухчастотным», что уменьшает влияние резонансов труб. В результате происходит более пол-

ная очистка от отложений, без образования «резонансных колец» из накипи.

Для оценки эффективности новых аппаратов и выявления основных зако-

номерностей ограничения накипеобразования в оборудовании систем теплоснабжения при обработке сетевой воды антинакипинами и ультразвуком была разработана экспериментальная установка, имитирующая оборудование теплосетей.

Исследования проводились на растворах, соответствующих по качеству водам артезианских источников с повышенной жесткостью и щелочностью, что позволяло сократить время опытов. В табл. 1 приведен состав исследуемых растворов.

Предварительно были проведены «холостые» опыты для оценки интенсивности накипеобразования в условиях работы стенда без применения каких-либо мер для его ограничения. Результаты этих опытов для условий подогрева раствора до 80–82 °С (температура поверхности экспериментального участка  $t_{ст} = 87–90$  °С) при значениях  $Re \sim 11000$  иллюстрирует рис. 1.

Как видно из приведенной зависимости, интенсивность накипеобразования стабилизируется на достаточно высоком уровне примерно через 30–40 ч (т.е. после полного зарастивания трубок). Некоторое различие в интенсивности между образцами-вставками обусловлено увеличением температуры раствора и стенки по ходу раствора.

Характер изменения накипеобразования в аналогичных условиях при использовании акустических колебаний приведен на рис. 2.

Сопоставление полученных зависимостей указывает, прежде всего, на примерно одинаковую закономерность увеличения интенсивности накипеобразования по мере зарастивания теплообменной поверхности. Процесс зарастивания завершается также через 30–40 ч. Однако затем наблюдается спад интенсивности, обусловленный частичными сколами отложений, которые отслаиваются непосредственно от поверхности в виде чешуек толщиной порядка 170–180 мкм. В последующем оголенные участки поверхности вновь зарастают, причем значительно быстрее. Следует отметить, что в ходе экспериментов не было отмечено сколько-нибудь заметного влияния ультразвука на свойства раствора: все изме-



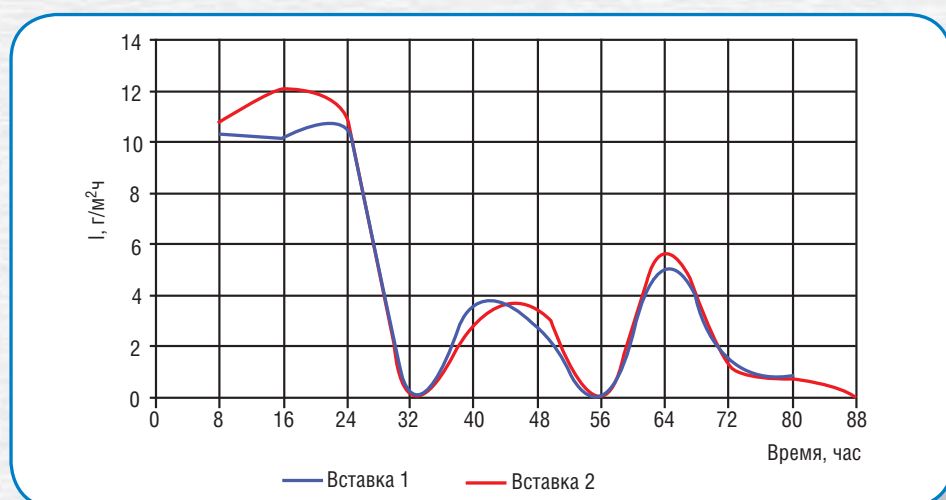


Рис. 3. Зависимость интенсивности накипеобразования от времени с использованием ультразвука и реагента ПАФ-13А

ряемые параметры оставались на прежнем уровне (рН, щелочность, жесткость). Наблюдаемое влияние акустических колебаний подтверждает их механический характер: напряжения, возникающие в металле под действием акустических колебаний и вызывающие изменение геометрических размеров, передаются отложениям и приводят по достижении определенной толщины к их разрушениям.

Отмеченный характер влияния акустических колебаний делает эту технологию недостаточно эффективной в условиях работы оборудования теплосетей. Поэтому в последующем исследовалась возможность применения ультразвука как дополнение к коррекционной обработке сетевой воды антинакипинами.

Для исследования влияния ультразвука на накипеобразование при коррекционной обработке воды антинакипинами была увеличена температура подогрева раствора до 100–105 °С, температура стенки при этом составляла 127–130 °С. В качестве антинакипина использовался хорошо зарекомендовавший себя в условиях работы теплосетей реагент ПАФ-13А.

На первой стадии этих исследований оценивалась эффективность обработки

воды только антинакипином, причем для ускорения зарастания концентрация ПАФ-13А поддерживалась достаточно низкой. Затем включался ультразвук до разрушений отложений, после чего снова обработка велась только антинакипином, но с большей концентрацией, снова включался ультразвук и т.д. Режим обработки приведен в табл. 2.

Характер изменения интенсивности накипеобразования в этих опытах показан на рис. 3.

Как видно из приведенной зависимости, дополнительная обработка ультразвуком позволяет даже при низких дозах

антинакипина резко снизить интенсивность накипеобразования. При этом сколы начинаются при толщине отложений вдвое меньшей, чем при обработке только ультразвуком (~90 мкм). Увеличение концентрации антинакипина до обычно применяемых на практике значений (4–5 мг/л) без ультразвука приводит к достаточно высокой интенсивности накипеобразования (2,5–3,5  $\text{г/м}^2\text{ч}$ ), значительно превышающей допустимые пределы.

Совместное применение антинакипина с оптимальной концентрацией ~5 мг/л и ультразвука позволяет поддерживать интенсивность на достаточно низком уровне. Причем процесс сопровождается отслоением накипи уже при толщине порядка 20 мкм.

Выявленные закономерности влияния ультразвука и антинакипина достаточно хорошо согласуются с представлениями о сорбции антинакипина на поверхности растущих кристаллов и снижении в результате их прочности с последующим разрушением под действием акустических колебаний.

Результаты проведенных исследований были использованы при разработке и внедрении комбинированной технологии коррекционной обработки воды антинакипином совместно с ультразвуком на котельной № 2 МУП «Теплосеть», г. Железнодорожного, работающей по схеме котел-бойлер с открытым водоразбором.

В дополнение к обработке подпиточной воды антинакипином в отопительном сезоне 2007–2008 гг. на водяном подогревателе второй ступени и на бойлерах были установлены генераторы ультразвуковых колебаний.

Испытания технологии в целом подтвердили ее высокую эффективность: в течение всего отопительного сезона не было выявлено каких-либо нарушений водно-химического режима котельной.







**3-6 июня 2014**

Россия, Москва  
МВЦ "Крокус Экспо"

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

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

Читайте наши новости в Твиттере



и Facebook







Надежность работы теплообменного оборудования, и в первую очередь паровых и водогрейных котлов, обеспечивается водно-химическим режимом (ВХР). Общими задачами организации ВХР являются предотвращение образования отложений на теплообменных поверхностях и уменьшение коррозии конструкционных материалов.

## Защита пароконденсатных трактов

Г. В. Черкаев, к.т.н.

**Т**ребования к ВХР находят свое выражение в нормировании содержания различных примесей в паре и воде цикла паровых котлов и в водах тепловой сети водогрейного оборудования. Перечень и значения нормируемых показателей зависят от конструкции и рабочих параметров оборудования.

Оптимальным водно-химическим режимом паровых котлов считается такой режим, при котором обеспечивается:

- получение чистого пара;
- отсутствие на поверхностях нагрева котлов отложений труднорастворимых солей (накипи);
- предотвращение всех типов коррозии металла котлов и пароконденсатного тракта.

Вышеперечисленные требования удовлетворяются путем организации мероприятий в двух основных направлениях:

- 1) при подготовке питательной воды;
- 2) при регулировании качества котловой воды.

Регулирование качества котловой воды осуществляется, как правило, путем продувки котлов. Подготовка питательной воды в основном проходит на водоподготовительных установках (ВПУ) с последующей деаэрацией. В случае отклонения показателей качества воды, пара и конденсата по тракту от нормируемых значений рекомендуется проводить коррекционную обработку питательной воды.

В связи с проводимой экономической политикой компании, направленной на снижение финансовых затрат на водоподготовку между компаниями ООО «НПФ Траверс», ООО «ИНТРЭЙ» и ОАО «ПК Балтика» было подписано соглашение о проведении «пилотных»

испытаний реагентов марки «Аминат» на двух заводах компании (в Санкт-Петербурге и Туле).

Первые испытания проводились в Санкт-Петербурге.

Пивоваренный завод «Балтика» был построен по проекту института «Гипропищепром-2» как один из пивных заводов Ленинградского производственного объединения пивоваренной и безалкогольной промышленности «Ленпиво».

Для обеспечения технологических нужд и системы отопления филиала ОАО ПК «Балтика» в Санкт-Петербурге предназначена производственная котельная, в которой установлено два паровых котла компании LOOS Internatuional с рабочим давлением не более 22 бар и один котел-утилизатор компании OMNIKAL. Пар, вырабатываемый котла-



ми, поступает на технологические нужды в цеха предприятия и в бойлеры и теплообменники системы теплоснабжения.

Добавочная вода для подпитки котлов проходит обработку на ВПУ по схеме двухступенчатого Na-катионирования. После ВПУ умягченная вода поступает в деаэратор атмосферного типа. В этот же деаэратор по нескольким коллекторам возвращается конденсат с производства, процент которого колеблется в пределах 85 – 95 %.

После деаэратора смесь умягченной воды и конденсата поступает на подпитку паровых котлов.

Для коррекционной обработки воды использовались реагенты JurbySoft, которые подавались в систему при помощи двух дозирующих комплексов, непосредственно в деаэратор.

В качестве аналога реагента JurbySoft 12 был предложен реагент Аминат КО-3 на основе неорганических фосфатов, необходимый для предотвращения отложений солей жесткости. Дозирование Амината КО-3 обеспечивает условия, при которых кальций образует твердую фазу не на поверхности нагрева, а в объеме котловой воды. Образующаяся твердая фаза удаляется из котла с продувкой.

С целью предотвращения углекислотной коррозии пароконденсатного тракта в качестве аналога реагента JurbySoft 36 был предложен реагент Аминат ПК-1 на основе летучих аминов. При кипении котловой воды амины и углекислота переходят в пар, а затем при охлаждении и конденсации пара происходит переход аминов и углекислоты в конденсат. В жидкой фазе (конденсате) протекает реакция нейтрализации углекислоты гидроксид-ионами, образующимися в результате гидролиза аминов реагента Амината ПК-1.

Была разработана программа на общую продолжительность испытаний реагентов Аминат КО-3 и Аминат ПК-1, равную 14-ти календарным дням.

В ходе реализации программы проводились следующие мероприятия:

1. Проведение контрольных определений показателей качества питательной, котловой воды и конденсата в условиях дозирования реагента JurbySoft 12, 36.

2. Дозирование реагентов Аминат КО-3 и Аминат ПК-1 в условиях постепенной замены реагентов JurbySoft 12 и 36 и вытеснения их из тракта паровых котлов. Расход реагентов Аминат КО-3 и Аминат ПК-1 устанавливается равным расходу JurbySoft 12 и 36. Задача осложнялась неравномерным потреблением питательной воды из-за постоянно меняющихся производственных потребностей завода.

3. Проведение контрольных замеров значений pH в питательной, котловой воде и конденсате на этапе смены реагентов.

4. Контрольное определение показателей качества воды и конденсата при дозировании аминатов. Корректировка дозы реагента и его расхода в случае значительных отклонений значений pH воды и конденсата от выбранных пределов.

5. Проведение контрольных замеров значений pH в питательной, котловой воде и конденсате на этапе смены реагентов.

6. Контрольное определение показателей качества воды и конденсата при дозировании аминатов. Обсуждение результатов испытаний для составления заключения.

Оценкой результатов испытаний по возможности замены реагентов JurbySoft 12 и 36 и применения реагентов Аминат КО-3 и Аминат ПК-1 являлось поддержание требуемых значений pH конденсата в пределах  $9,0 \pm 0,5$ . При этом показатели качества конденсата пара, питательной и котловой воды котельной филиала ОАО ПК «Балтика» – «Балтика-СПб» должны были находиться в пределах нормируемых значений.

Проверка анализов воды контролировалась независимой организацией.

Согласно разработанной программе, перед началом проведения испытаний были выполнены контрольные определения показателей качества питательной, котловой воды и конденсата в условиях дозирования реагентов JurbySoft 12, 36. Основными особенностями отобранных проб стали кислый пар

(pH около 6,5) и недостаток сульфитов в котловой воде (на уровне 1 мг/дм<sup>3</sup>).

Точку дозирования реагентов марки «Аминат» было решено перенести из деаэратора на всас питательных насосов.

Уже на второй день испытаний при дозировании реагентов Аминат уровень pH пара вырос до 7,5, на третий – до 9,5. За время дальнейших испытаний уровень pH пара больше не снижался и держался около 9,5 – 9,7.

Кроме того, наблюдалось повышение уровня сульфитов в котловой воде с 1 мг/дм<sup>3</sup> до 6–7 мг/дм<sup>3</sup>.

На протяжении всего срока испытаний наблюдался нулевой уровень свободной углекислоты в паре и питательной воде.

К концу испытаний наблюдалось пониженное содержание железа в конденсате. Перед началом испытаний его уровень был 100 – 250 мкг/л, к концу испытаний уровень железа снизился в 10 раз.

В ходе испытаний определялось содержание железа в котловой воде, величина которого не нормируется, но является косвенным показателем процесса коррозии пароконденсатного тракта. К концу испытаний уровень







железа снизился в 3-4 раза, что свидетельствует об уменьшении коррозионного процесса по всему котловому и пароконденсатному тракту.

Практически аналогичная картина наблюдалась при проведении испытаний на заводе в Туле.

Отличительной особенностью было то, что вместо первоначально применявшегося реагента JurbySoft 36 коррекционная обработка велась с помощью реагента HydroChem 710/40.

Аминат ПК-1 был внедрен на заводе в Челябинске, а затем на заводах в Ярославле и в Новосибирске.

В котельной филиала ОАО ПК «Балтика» – «Балтика-Ярославль» на момент проведения испытаний реагента Аминат ПК-1 коррекционная обработка питательной воды отсутствовала, в связи с чем наблюдалась углекислотная коррозия пароконденсатного тракта и коррозия металла котлов, о чем свидетельствовало пониженное значение pH общего конденсата (на уровне 6,0 – 6,5) и повышенное содержание общего железа в котловой воде (на уровне 9,0 – 10,0 мг/дм<sup>3</sup>) и конденсате (0,9 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В ходе испытаний было выявлено периодическое забивание дренажной трубы. Это свидетельствовало о том, что продукты коррозионного процесса могут остаться не только на внутренних поверхностях котлов, но и на всем

теплообменном оборудовании. В связи с этим была проведена отмычка котлов «на ходу» с помощью реагента Аминат ДМ-50А, раствор которого может дозироваться совместно с Аминатом ПК-1.

При испытаниях Амината ПК-1 на заводе в Новосибирске возникла проблема поиска точки ввода реагента в систему из-за того, что предприятие не имело собственной котельной, и по паропроводу протяженностью около 4 км, выполненному из углеродистой стали, получало пар из котельной соседнего предприятия.

Приходящий на предприятие пар имел уровень pH = 5,5.

Предприятие – поставщик пара – категорически отказалось ставить у себя комплекс дозирования амината перед котлами.

В результате была разработана схема дозирования Амината ПК-1 непосредственно в паропровод. Первая точка ввода реагента была выбрана за котлами, откуда подавалось около 70 % дозы реагента для защиты паропровода. Второй комплекс дозирования был установлен в тепловом пункте «Балтики».

Итогом введения амината в систему стало увеличение уровня pH пара и конденсата до требуемого уровня, что привело к снижению коррозионного процесса по всему тракту, и, кроме того, это

позволило возвращать качественный конденсат, что значительно сократило расходы пивоваренной компании на указанный реагент.

И наконец, прошли испытания реагентов марки «Аминат» на заводе в Самаре.

Отличительной особенностью котельной являлось наличие двух деаэраторов, в один из которых возвращается до 95 % конденсата с производства, второй заполняется химочищенной водой, подщелачиваемой раствором гидроксида натрия. В связи с этим существует четыре комплекса дозирования реагентов (по два на каждый деаэратор).

Как и на заводе в Санкт-Петербурге, для коррекционной обработки воды применялись два реагента JurbySoft – 8 и 36.

Точка дозирования реагентов марки «Аминат» была перенесена из деаэратора на всас питательных насосов.

Переход с зарубежных реагентов на отечественные реагенты показал, что показатели качества воды по основным показателям не менялись, при этом предварительный расчет экономии денежных средств при переходе с реагентов Jurby Soft на реагенты Аминат составил порядка 350 тыс. рублей.

Таким образом, разработанные в настоящее время отечественные реагенты марки «Аминат» несколько не уступают своим зарубежным аналогам по качеству и свойствам, но значительно ниже по цене.





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

26–28 марта 2014

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

**КАЗАНЬ**

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
«КАЗАНСКАЯ ЯРМАРКА»

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА HVAC&POOL  
ИНДУСТРИИ  
В ТАТАРСТАНЕ!



РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

ОТОПЛЕНИЕ  
И ВОДОСНАБЖЕНИЕ

ВЕНТИЛЯЦИЯ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

БАСЕЙНЫ  
И ОБОРУДОВАНИЕ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

[www.heatvent-expo.com](http://www.heatvent-expo.com)

Ваши уникальные перспективы  
развития бизнеса в Татарстане!

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

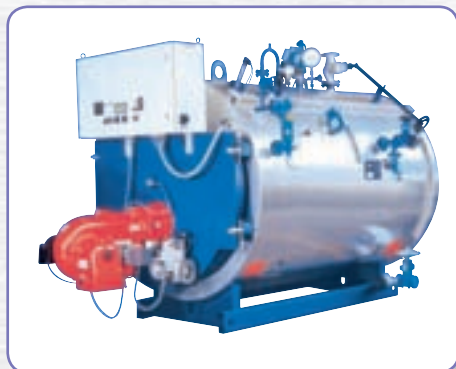
Тел.: +7 (812) 380 6014, факс: +7 (812) 380 6001  
e-mail: [heatvent@primexpo.ru](mailto:heatvent@primexpo.ru)



# Жаротрубные водогрейные котлы на перегретой воде

На российском рынке представлены жаротрубные водогрейные котлы на перегретой воде как ведущих зарубежных, так и отечественных производителей. Они используются для решения самого широкого спектра задач в промышленной энергетике: с их помощью осуществляется районное теплоснабжение жилых домов, крупных офисных и общественных зданий, промышленных предприятий, торговых комплексов, спортивных сооружений и пр. Жаротрубный котел на перегретой воде – конструктивно объединенный в единое целое комплекс устройств для получения под давлением пара или горячей воды за счет теплоты, выделяющейся при сжигании органического топлива. Главной частью водогрейного парового котла являются топка и газоходы, в которых размещены пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, воспринимающие теплоту продуктов сгорания топлива. Элементы котла опираются на его каркас и защищены от потерь теплоты обмуровкой котла, футеровкой и изоляцией.

## Buderus (Германия)



Компания Buderus поставляет в Россию трехходовые газовые конденсационные котлы Logano plus SB825L и SB825L LN для работы с перегретой водой низкого давления. Обе серии включают 16 типоразмеров мощностью от 750 до 19200 кВт. Максимальное рабочее давление для них составляет 6 или 10 бар, максимальная рабочая температура – 115 °С. Трехходовые стальные котлы Logano S825M и S825M LN предназначены для работы на газе или дизельном топливе. Они применяются для производства перегретой воды низкого давления с максимальной рабочей температурой до 190 °С. Серии включают 16 типоразмеров мощностью от 750 до 19200 кВт. Максимальное рабочее давление котлов составляет 6, 10, 13 или 16 бар. При необходимости котлы Buderus могут быть переоборудованы для работы с более высокими температурой и давлением.

## Erensan (Турция)

Жаротрубные котлы для выработки перегретой воды в ассортименте компании представлены тремя сериями: HWR (с реверсивной топкой), SHW и CTR (трехходовые). Серия HWR включает 10 моделей полезной мощностью от 464 до 4060 кВт. Максимальное рабочее давление для котлов HWR может составлять 6, 8, 10, 12, 14 или 16 бар, максимальная рабочая температура – от 110 до 190 °С. Серия CTR включает 6 моделей мощностью от 1600 до 5000 кВт, серия SHW – 10 моделей мощностью от 700 до 23000 кВт. Максимальное рабочее давление для котлов серий CTR и SHW составляет 16 бар, максимальная рабочая температура – 190 °С. Котлы Erensan предназначены для работы на газе или жидком топливе.

## Ferrolі (Италия)

Компания Ferrolі поставляет в Россию три серии котлов для получения перегретой



воды. Серия Prex N AS включает три модельных ряда: ASL с рабочим давлением до 4,9 бар и рабочей температурой до 145 °С и две серии ASH с рабочим давлением до 11,7 или 14,5 бар и рабочей температурой до 175 или 185 °С. Все серии включают по 12 моделей номинальной мощностью от 160 до 2800 кВт. Серия моноблочных трехходовых котлов Prextherm T 3G ASL с нереверсивной охлаждаемой топкой включает 11 моделей номинальной мощностью от 1200 до 6000 кВт. Максимальное рабочее давление для них составляет 6 бар, максимальная рабочая температура – 140 °С.

Трехходовые котлы с газоплотной топкой Prex 3G AS представлены 15-ю типоразмерами мощностью от 1454 до 13956 кВт. Котлы могут иметь разное исполнение, рассчитанное на работу с максимальным давлением – 5, 12 или 15 бар (на заказ может быть смонтирован котел с большим рабочим давлением). Максимальная рабочая температура для них будет составлять 145, 175 и 185 °С, соответственно. Паровые котлы Ferrolі могут работать на природном или сжиженном газе, газойле, дизельном топливе или мазуте вязкостью до 50 °Е при 50 °С.

## Garioni Naval (Италия)

Серия котлов Garioni Naval для получения перегретой воды GMT/AS включает 21 модель мощностью от 84 до 5582 кВт. Максимальное рабочее давление для них





составляет 50 бар. Также в ассортименте компании представлены паровые котлы серий GPT и GBT, которые можно использовать для получения перегретой воды (GBT – для перегретой воды низкого давления). Серия трехходовых котлов GPT включает 11 моделей мощностью от 2093 до 6975 кВт и с максимальным рабочим давлением до 15 бар. Серия трехходовых котлов GBP для работы под давлением до 0,7 бар включает 14 моделей мощностью от 115 до 2558 кВт, под давление до 1 бара – 6 моделей мощностью от 165 до 2093 кВт.

#### ICI Caldaie (Италия)



Официальным дилером компании в России является ООО «ИЧИ-Инжиниринг». В Россию поставляются жаротрубные котлы на перегретой воде серии ASX с топкой реверсивного типа и трехходовые котлы серии ASGX с топкой прямого типа. Серия ASX представлена 13-ю моделями номинальной мощностью от 233 до 3488 кВт с рабочим давлением до 5-ти или 12-ти бар и рабочей температурой до 120 °C (5 бар) или 150 °C (12 бар).

Серия ASGX представлена 14-ю моделями номинальной мощностью от 1395 до 11628 кВт, с рабочим давлением до 12 бар и рабочей температурой до

150 °C. На котлы серий ASX и ASGX можно устанавливать горелки, работающие на природном газе, дизельном топливе или мазуте. Котлы имеют горизонтальное исполнение и оснащены топками с омываемым днищем.

#### IVAR Industry (Италия)



Компания выпускает три серии жаротрубных котлов для работы с перегретой водой: двухходовые с тупиковой топкой ASB и ASA и трехходовые с проходной топкой XV/AC. Серии ASB и ASA включают по 14 моделей мощностью от 140 до 2907 кВт. Максимальное рабочее давление: ASB – 4,9 бар, ASA – 9,8 бар. Максимальная рабочая температура: ASB – 155 °C, ASA – 180 °C. Серия котлов XV/AC включает 12 моделей мощностью от 872 до 10002 кВт. Их максимальное рабочее давление составляет 9,8 бар, максимальная рабочая температура – 180 °C. Котлы ASB и ASA предназначены для работы на газе или легком жидком топливе, котлы XV/AC – для работы на газе, легком или тяжелом жидком топливе.

#### LOOS (Германия)

Компания LOOS специализируется на разработке и производстве котлов для выработки перегретой воды. Котлы серии



Unimat UT-L используют для выработки перегретой воды низкого давления. Серия включает 32 типоразмера мощностью от 650 до 19200 кВт. Максимальное рабочее давление для котлов серии составляет 16 бар, максимальная рабочая температура – 120 °C. Серия Unimat UT-M включает 32 типоразмера мощностью от 750 до 19200 кВт. Максимальное рабочее давление для котлов серии составляет 16 бар, максимальная рабочая температура – 190 °C. Серия Unimat UT-H включает 18 типоразмеров мощностью от 820 до 18300 кВт. Максимальное рабочее давление 30 бар, максимальная рабочая температура – 240 °C. Котлы серии Unimat UT-HZ оборудованы двумя жаровыми трубами и имеют два отдельных выхода продуктов сгорания. Их применяют при очень высоких потребностях в тепле. Серия включает 9 типоразмеров мощностью от 13000 до 38000 кВт. Максимальное рабочее давление – 30 бар, максимальная рабочая температура – 240 °C. Все жаротрубные котлы LOOS имеют трехходовую конструкцию и предназначены для работы на различных видах газообразного или жидкого топлива.

#### Unical (Италия)



Компания поставляет в Россию три серии моноблочных жаротрубных котлов на перегретой воде: двухходовые Suhr 5, Suhr 10 и трехходовые Trysuhr. Серии Suhr 5 и Suhr 10 включают по 14 моделей номинальной мощностью от 140 до 2907 кВт. Максимальное рабочее давление котлов Suhr 5 составляет 4,9 бар, Suhr 10 – 9,8 бар. По заказу модели Suhr 10 могут быть переоборудованы на работу с дав-



лением 11,76 бар. Максимальная рабочая температура котлов Suhr 5 составляет 158,1 °С, Suhr 10 – 183,2 °С.

Серия Trysuhr включает 12 моделей номинальной мощностью от 870 до 10000 кВт. Максимальное рабочее давление котлов составляет 9,8 бар (по заказу они могут быть переоборудованы на работу с более высоким давлением), максимальная рабочая температура – 183,2 °С. Котлы серии Suhr и Trysuhr имеют горизонтальное исполнение и оснащены топкой с омываемым днищем.

#### Viessmann (Германия)



Жаротрубные котлы для производства перегретой воды в ассортименте компании Viessmann представлены трехходовыми стальными котлами Vitomax 200-HW с температурой воды в подающей линии более 120 °С.

Серия Vitomax 200-HW M236 включает 8 типоразмеров номинальной мощностью от 460 до 2500 кВт. Серия Vitomax 200-HW M238 – 8 типоразмеров номинальной мощностью от 3,5 до 16,2 МВт. Котлы серий M236 и M238 могут работать с максимальным давлением до 6, 8, 10, 13, 16, 18, 20, 22 или 25 бар и максимальной температурой 145, 155, 165, 175, 185, 190, 195, 200 или 205 °С.

Серия Vitomax 200-HW M72A включает 5 типоразмеров номинальной мощностью от 2,3 до 6 МВт. Серия Vitomax 200-HW M74A – 5 типоразмеров номинальной мощностью от 8 до 16,5 МВт. Котлы серий M72A и M74A могут работать с максимальным давлением до 6, 10 или 16 бар и максимальной температурой 145 или 150 °С.

#### ОАО «Борисоглебский котельно-механический завод» – БКМЗ (г. Борисоглебск, Воронежская обл.)

Котлы стальные паровые автоматизированные серии КПа-0,63 предназначены для теплоснабжения (с применением теплообменника) жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений, а также для производства пара на технологические процессы в промышленности и сельском хозяйстве, с рабочим давлением пара не выше 0,07 Мпа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) и максимальной температурой пара 125 °С. Котел предназначен для работы на природном (ГОСТ 5542-87), сжиженном (ГОСТ 20448-90) газе и жидком топливе (дизельное, печное бытовое) в зависимости от установленного горелочного устройства.

Котел КПа-0,63 конструктивно жаротрубный с проходной топкой, трехходового типа исполнения, с установленными завихрителями (что повышает КПД и снимает напряженность топочного пространства). Наличие в котле открывающейся задней водоохлаждаемой крышки позволяет оперативно проводить очистку дымогарных труб. Котел оснащен системой водоподготовки, предназначенной для питания котла водой, очищенной от механических примесей, и одновременно для ее магнитной обработки с целью уменьшения накипеобразования.

Котел КПа-0,63 комплектуется горелкой ГБа-0,85 с комплектом средств управления и безопасности КСУБ-06, которая обеспечивает трехступенчатый (0, 40%, 100%) режим регулирования мощности (теплопроизводительности), или горелкой ГБЖ-0,8, обеспечивающей трехступенчатый (0,50%, 100%) режим регулирования мощности.

#### Промышленная группа «Генерация» (г. Березовский, Свердловская обл.)

Специалисты промышленной группы «Генерация» разработали серию паровых жаротрубных котлов паропроизводительностью от 1 до 2,5 т/ч. Котлы паровые жаротрубные серии Ем «Генерация» предназначены для выработки насыщенного

пара низкого давления для технологических нужд в машиностроении, нефтяной и газовой промышленности, химическом производстве, сельском хозяйстве, пищевой и других отраслях промышленности. Конструктивно котел выполнен по трехходовой схеме: жаровая труба и два пучка дымогарных труб (второй и третий ходы) расположены в водяном объеме и создают максимальную поверхность теплообмена. Газоплотная схема котла позволяет эксплуатировать его как под разрежением, так и под наддувом. Корпус покрыт высококачественной теплоизоляцией, исключающей потери тепла.

Наилучшие показатели производства пара достигаются при использовании наддувных горелок с плавным регулированием тепловой мощности и при непрерывном регулировании подачи питательной воды в зависимости от параметров потребляемого пара.

#### ОАО «Дорогобужкотломаш» (пос. Верхнеднепровский, Смоленская обл.)



В номенклатуре котельного оборудования производства ОАО «Дорогобужкотломаш» представлена серия жаротрубных водогрейных котлов «Дорогобуж» с реверсивной топкой и поворотной камерой, открываемой на любую сторону. Конструкция выполнена в газоплотном исполнении и для работы под наддувом.

Линейка включает 11 типоразмеров номинальной тепловой производительностью от 50 (модель КВ-ГМ-0,05-115Н) до 2320 (модель КВ-ГМ-2,32-115Н), кВт, работающих на газообразном и легком жидком топливе.



Модели КВ-ГМ-0,05-115Н, КВ-ГМ-0,08-115Н и КВ-ГМ-0,11-115Н имеют рабочую температуру на выходе 95/115 °С, максимальное рабочее давление составляет 6 бар, КПД – 91 % на газе и 90 % на дизельном топливе. У моделей КВ-ГМ-0,15-115Н, КВ-ГМ-0,25-115Н, КВ-ГМ-0,35-115Н и КВ-ГМ-0,5-115Н рабочая температура на выходе составляет 95/115 °С, максимальное давление – 4 бара, КПД – не менее 93 % на газе и 91 % на дизтопливе. У моделей КВ-ГМ-0,75-115Н, КВ-ГМ-1,0-115Н, КВ-ГМ-1,5-115Н и КВ-ГМ-2,32-115Н рабочая температура на выходе составляет 95/115 °С, максимальное давление – 6 бар, КПД – не менее 93 % на газе и 91 % на дизельном топливе.

Для комплектации котлов подобраны современные горелочные устройства.

### ООО «Компания Рэмэкс-Энерго» (г. Черноголовка, Московская обл.)

Компания «Рэмэкс» производит автоматические жаротрубные водогрейные котлы серий «Турботерм-Стандарт» и «Турботерм-Гарант» мощностью 250–1000 и 1500–7000 кВт, соответственно.

Конструкция котлов «Турботерм-Стандарт» при уменьшении габаритных размеров, снижении веса и значительном сокращении теплотерь с наружной поверхности котла ( $q_5$ ) сохраняет все достоинства котлов серии «Турботерм».

Котлы предназначены для работы с автоматическими горелочными устройствами практически всех известных производителей.

Оптимальное соотношение геометрических размеров топок котлов «Турботерм-



Гарант» (тепловое напряжение при номинальной нагрузке – не более 1 МВт/м<sup>3</sup>) обеспечивает максимально эффективное сгорание топлива, низкое содержание вредных выбросов и продолжительный срок службы котлоагрегатов.

**jeremias®**  
ДЫМОХОДЫ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

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



НЕМЕЦКИЕ ДЫМОХОДЫ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ JEREMIAS -

Инновационные решения для генераторного оборудования

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

• Завод и региональные представительства в России • Тел.: +7 (495) 664 23 78 • [info@jeremias.ru](mailto:info@jeremias.ru) • [www.jeremias.ru](http://www.jeremias.ru)



# Решение проблем теплоэнергетики и энергосбережения: передовые технические новации ЗАО «Мосинтерм»

*В настоящее время отрасль жилищно-коммунального хозяйства страны и, в частности, ее регионов, находится в глубоком кризисе, что обусловлено износом всех инженерных систем более, чем на 70 %, большими потерями энергии, воды и других ресурсов, дотационностью сферы и неудовлетворительным финансовым положением, высокими затратами, связанными с оказанием жилищных и коммунальных услуг. Наиболее остро стоит задача замены оборудования и сетей тепло- и водоснабжения.*

**Р**ешением проблемы повышения эффективности теплоэнергетики и энергосбережения в течение 10 лет занимается ЗАО «Мосинтерм» (Московская обл., г. Краснознаменск) – инжиниринговая компания полного цикла, предлагающая комплекс профессиональных услуг по проектированию, строительству и техническому обслуживанию газовых котельных установок, газопроводов, объектов водоснабжения различной мощности с адаптацией под конкретный объект. ЗАО «Мосинтерм» строит котельные всех типов: отдельно стоящие, блочно-модульные, встроенные, пристроенные, крышные. Существенным преимуществом компании является выполнение «под ключ» всего цикла работ: от подготовки исходно-разрешительной и проектной документации до ввода объекта в эксплуатацию. При этом ЗАО «Мосинтерм» готово взять на себя получение технических условий, лимитов на газ, сопровождение проектной документации при прохождении экспертизы и согласования, строительство, сдачу готового объекта надзорным органам, последующее гарантийное и сервисное обслуживание.

По желанию заказчика, в зависимости от условий эксплуатации, мы устанавли-



*Районная котельная мощностью 33.4 МВт, Московская обл., Домодедовский р-н, д. Редькино*

ваем оборудование как отечественных, так и зарубежных производителей, хорошо зарекомендовавших себя на мировом рынке отопительного оборудования.

Компания успешно производит и монтирует сертифицированные контейнерные котельные полной заводской готовности. ЗАО «Мосинтерм» разработало и успешно применяет энергоэффективные конденсационные котлы с высоким среднегодовым КПД, использующие тепло уходящих газов. При этом среднегодовая эффективность выработки тепла увеличивается на 7-9 %. Уровень выбросов в атмосферу CO и NO<sub>x</sub> при использовании новых котельных установок производства ЗАО «Мосинтерм» в 5–7 раз ниже, чем при использовании

традиционных котлов и соответствует Евростандартам по нормам, регулирующим содержание вредных веществ и выбросов в атмосферу. Котловые установки КТГМ мощностью от 1000 до 3000 кВт сертифицированы и имеют разрешение на применение.

Специально для работы с муниципальными заказчиками ЗАО «Мосинтерм» совместно с ЗАО «ПРОМТЕХ-Лизинг» разработали программу по передаче в лизинг сертифицированных блочно-модульных контейнерных котельных на выгодных условиях, с рассрочкой оплаты на срок до 5-ти лет. Мы готовы инвестировать строительство котельных с конденсационными котлами, эксплуатировать их, обеспечивать гарантированное тепло и ГВС, высокие экологические показатели. Приглашаем Вас к сотрудничеству. Нашими совместными усилиями теплоэнергетика в Московском регионе и других областях России станет высокоэффективной!



*Контейнерная котельная мощностью 0,36 МВт производства ЗАО «Мосинтерм», Ивановская обл., с. Спасское, пожарное депо*

*ЗАО «МОСИНТЕРМ» выражает надежду на взаимовыгодное сотрудничество!*

**М.О., Красногорский р-н, 69 км МКАД, Бизнес-Парк «Гринвуд», стр. 17, т/ф: (495) 775-57-35, 775-57-36, [www.mosinterm.ru](http://www.mosinterm.ru); [office@mosinterm.ru](mailto:office@mosinterm.ru). Начальник отдела маркетинга – Мелешенко Светлана Васильевна.**



*Котловая установка КТГМ (конденсационный теплогенерирующий модуль) мощностью от 1 до 3 МВт, разработанная ЗАО «Мосинтерм»*



# Инновационные водогрейные котлы Unical

Итальянская компания Unical AG S.p.A, начав свою деятельность в 1972 г., постоянно держит курс на внедрение инновационных технологий, разработку и производство продукции высочайшего качества с высоким КПД, отвечающей самым современным требованиям. В России данное оборудование представляет компания ООО «ЭнергоГазИнжиниринг».

**Б**лагодаря особому вниманию, уделяемому исследованиям, рождаются новые проекты, которые с успехом воплощаются в продукции Unical. Серьезные лабораторные исследования и широкое использование систем автоматизации позволяют получить высокие результаты.

Качество и высокоинтеллектуальный уровень продукции Unical подтверждаются активным многолетним сотрудничеством компании с признанными мировыми лидерами в области отопительной техники. Широкие производственные возможности и четкая организация контроля качества позволяют компании выпускать продукцию не только под собственным брендом, но и работать в формате OEM (Original equipment manufacturer).

Продукция компании Unical AG S.p.A. за свою более, чем 40-летнюю историю неоднократно отмечалась экспертами в области теплоэнергетического оборудования как продукция с применением самых передовых технологических решений. Так, в 2012 г. успехи компании были отмечены организаторами и участниками выставки с вручением номинации АКВА-ТЕРМ ПРОФИ «За продвижение новых технологий».

В 2013 г. совместно со своим российским представителем ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» компания Unical AG S.p.A. продолжает расширять производство теплоэнергетического оборудования и укреплять свои позиции на российском рынке, в частности на рынке водогрейных котлов.

С запуском серийного производства водогрейных низкотемпературных конденсационных котлов ХС-К с диапазоном мощности от 124 до 2160 кВт компания Unical AG S.p.A. в очередной раз подтвердила стремление к продвижению в про-



изводство своих инновационных разработок. Большой интерес у специалистов вызывают конденсационные котлы серии «Modulux EXT» (мощность от 100 до 900 кВт).

Постоянно высоким спросом пользуются двухходовые водогрейные жаротрубные котлы серии «Modal», представленной 10-ю моделями мощностью от 64 до 291 кВт, котлы серии «Ellprex», представленной 19-ю моделями мощностью от 340 до 4000 кВт и расширенной дополнительной линейкой из 5-ти котлов с диапазоном мощности от 4500 до 7000 кВт, а также трехходовые котлы серии «TRIOPREX N».



В диапазоне высоких мощностей в 2013 г. компания Unical AG S.p.A. представила обновленную серию котлов «TERNOx» мощностью до 10500 кВт и в настоящее время завершает подготовку к выпуску новой линейки котлов мощностью до 15000 кВт.

Уделяя большое внимание новым разработкам и вкладывая значительные средства в исследовательскую деятельность, компания Unical AG S.p.A. предлагает своим клиентам высокоэффективные двухходовые котлы серии «TRISTAR» и трехходовые котлы серии «TRISTAR 3G 2S» (КПД до 96 %), а также низкотемпературные котлы серий «TERSEC» и «TERSEC DUO».

Вся продукция компании Unical AG S.p.A., представленная на российском рынке, сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории РФ. Ознакомиться с продукцией, получить полную техническую информацию и необходимые сведения о предоставляемых услугах можно на сайте официального партнера компании в России.

[www.energogaz.su](http://www.energogaz.su)  
тел./факс: (495) 980-61-77



# 18-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

систем отопления, водоснабжения, промышленного оборудования,  
сантехники, кондиционирования, вентиляции  
и оборудования для бассейнов

# aqua THERM MOSCOW

4-7 февраля 2014

Крокус Экспо • Москва

[www.aquatherm-moscow.ru](http://www.aquatherm-moscow.ru)

Организаторы:



Специальные разделы: Специальный проект:





# Инновационные решения JEREMIAS для генераторного оборудования

*Компания Jeremias имеет более, чем сорокалетний опыт работы на рынке дымоходов. Главный завод и штаб-квартира группы компаний находятся в Германии. Компания Jeremias прочно заняла свое место среди ведущих мировых производителей, специализирующихся на системах отвода продуктов сгорания и вентиляции для всех видов индустриального и частного строительства.*

Одно из направлений деятельности компании – инновационные решения систем дымоудаления для мини-ТЭЦ, газовых и дизельных генераторов. В настоящее время реализованы десятки проектов в мире для когенерационных установок, работающих на газообразном, жидком, твердом топливе и биомассе.

Пожалуй, один из самых интересных объектов – завод BMW в г. Мюнхене, для которого было спроектировано и изготовлено индивидуальное решение с исполь-



зованием газоплотной системы DW KL. Отвод продуктов сгорания в отдельные газоходы на данном объекте осуществляется более, чем от 39-ти испытательных стендов. С одной стороны, это решение стало оптимальным для систем, работающих при избыточном давлении около 5 КПа и высоком температурном режиме, с другой стороны, позволило реализовать очень интересный дизайнерский замысел.

Футуристичный проект связал многочисленные лаборатории и испытательные стенды в глобальную систему дымовых

труб различного диаметра общей протяженностью более 3 км.

Российское подразделение ООО «Еремиас РУС» производит газоплотную систему KL в г. Королеве Московской области и имеет возможность минимизировать сроки поставки и стоимость для российского потребителя, сохранив высокие немецкие стандарты качества и применяя европейские марки стали и теплоизоляции. Технические параметры системы DW KL: рабочая температура –  $\leq 600^\circ\text{C}$ , марки стали – 1.4571 (316Ti) / 1.4404 (316L), толщина внутренней стенки – от 0,6 до 1,0 мм, изоляция Rockwool плотностью 100-120 кг/м<sup>3</sup> и толщиной 32-50 мм. Система устойчива к избыточному давлению благодаря коническому соединению.

В России все чаще строятся энергоцентры, которые позволяют в комплексе решить вопрос обеспечения электричеством и теплом. Одним из последних интересных объектов можно назвать «Энергоцентр» в г. Саратове. Система дымоудаления была рассчитана для генераторного оборудования MWM (Deutz) с применением компенсаторов линейных расширений и шумоглушителей.

Шумоглушители для когенерационных установок могут производиться в стандартном и индивидуальном исполнении. Например, при недостатке места на монтажной площадке шумоглушитель может являться частью колена либо тройника.

При монтаже шумоглушителя на верхней части дымохода возможно уменьшение диаметра системы. Для производителей котельного и генераторного оборудования будут интересными индивидуальные шумоглушители Jeremias,



«Энергоцентр» в г. Саратове, оборудование MWM и Jeremias



г. Варшава, Польша. Национальный футбольный стадион. Дизельно-генераторная установка CAT of 2X2 MW, дымоходы Jeremias, система DW KL

которые возможно встраивать непосредственно в теплогенераторы.

Компания Jeremias работает в тесном сотрудничестве с такими известными производителями когенерационного оборудования, как Caterpillar, Jenbacher, MWM, FG Wilson, EG Power, KW Energie и др. Сотрудники ООО «Еремиас РУС» будут рады оказать техническую поддержку в решении сложных задач по расчету систем дымоудаления для мини-ТЭЦ, газовых и дизельных генераторов.

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



# Котлы наружного размещения КСУВ – на крыше

Л. А. Сердюков, генеральный директор  
ООО «Верхнерусские коммунальные системы», автор 80-ти изобретений

*В 2005 г. на крыше 9-этажного корпуса санатория «Кавказ» на металлической этажерке, расположенной над кровлей на высоте 1,5 м, были установлены 6 котлов КСУВ-300 с атмосферными горелками ГИ11-300.*

**В**се вспомогательное оборудование (циркуляционные насосы, теплообменники, химводоочистка) располагаются в подвальном помещении теплового пункта санатория. Отключающая арматура котлов (по подающей и обратной воде) – на верхнем техническом этаже. Вся газовая арматура и подводящие трубопроводы установлены над кровлей санатория.

Опыт использования котлов КСУВ производства ООО «НПО Верхнерусские коммунальные системы» с установкой их на крыше 9-этажного корпуса санатория «Кавказ» показал высокую экономическую эффективность этого решения. Затраты санатория на отопление и ГВС снизились в 3 раза. Администрация при принятии решений о размещении 6-ти котлов КСУВ-300 с атмосферными горелками, котлов и патрубков дымовых труб на металлической этажерке выше кровли санатория руководствовалась следующим:

- надежностью работы атмосферных горелок ГИП-300 и простотой их обслуживания;

- бесшумностью работы атмосферных горелок внутри теплоизолированного корпуса котла.

Дутьевые горелки по уровню шума не удовлетворяют требованиям норм для санаториев. Уровень звука должен быть не более 35 дБ в ночное время. Таким образом, применение дутьевых горелок в котлах наружного размещения для отопления санаторных комплексов недопустимо.

Перед принятием решения о размещении 6-ти котлов КСУВ-300 на крыше 9-этажного корпуса санатория «Кавказ» проектная организация ОАО «Ставропольпромэнергоремонт» обратилась в «СантехПИИпроект» и получила заключение о том, что принятые решения по компоновке котельной не содержат элементов опасности, не противоречат требованиям действующих нормативных документов и могут быть рекомендованы к реализации.

Однако принятые решения из-за необходимого крепления 6-ти патрубков дымовых труб высотой 7 м приведет к дополнительным затратам на металлические кронштейны высотой 4–5 м для крепления дымовых труб. Специалисты организации, изучив опыт работы крышной установки с котлами наружного размещения, нашли решение для уменьшения высоты дымовых труб до 1–1,5 м, разместив после дымосборника котла

вентилятор горячего воздуха, удаляющий дымовые газы из топки котла без высокой (и довольно дорогой) дымовой трубы. Кроме того, внедряя самую лучшую, безреагентную, водоподготовку для автономной системы отопления на базе котлов наружного размещения, разработанную патриархом советской теплотехники, доктором технических наук Е. Я. Соколовым, специалистам организации удалось в каждом котле КСУВ установить деаэрационно-расширительный бак, по объему пропорциональный общей мощности крышной установки, а внутри гидротеплоизолированного корпуса котла смонтировать автоматический термостатический трехходовой кран с циркуляционным насосом, обеспечивающим прокачку необходимого объема теплоносителя (см. рисунок). Теплообменное оборудование по-прежнему будет располагаться в тепловом пункте. Таким образом, создано модульное изделие на базе котлов наружного размещения типа КСУВ производства ООО «НПО Верхнерусские коммунальные системы» для размещения их на крыше высоких (более 6-ти этажей) зданий с передовой функцией производства тепла с погодной компенсацией, без постоянного обслуживающего персонала, при этом котлы оборудованы надежными и бесшумно работающими атмосферными модули-





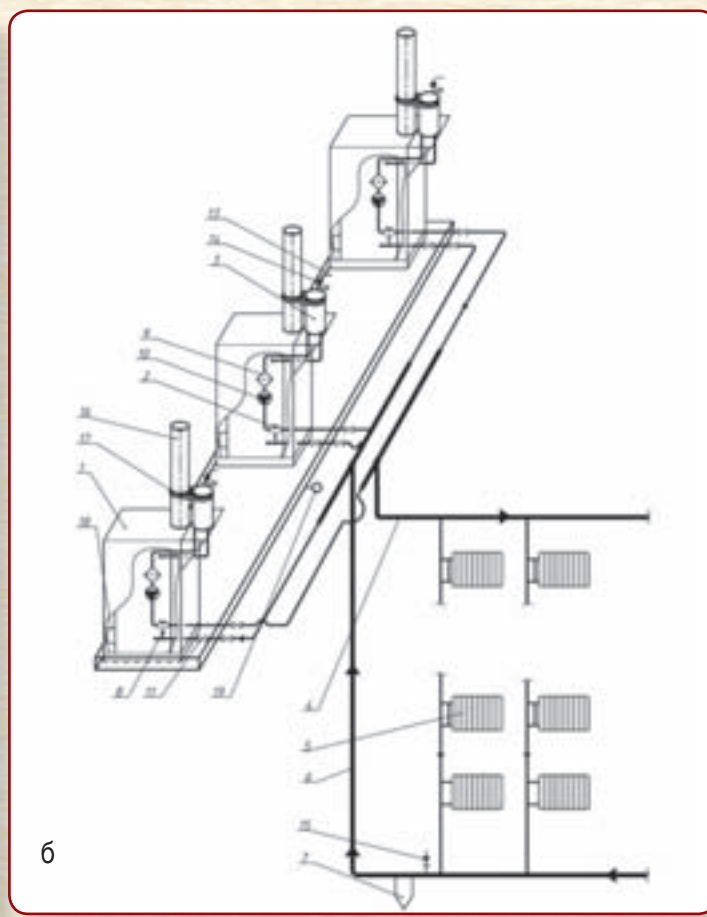
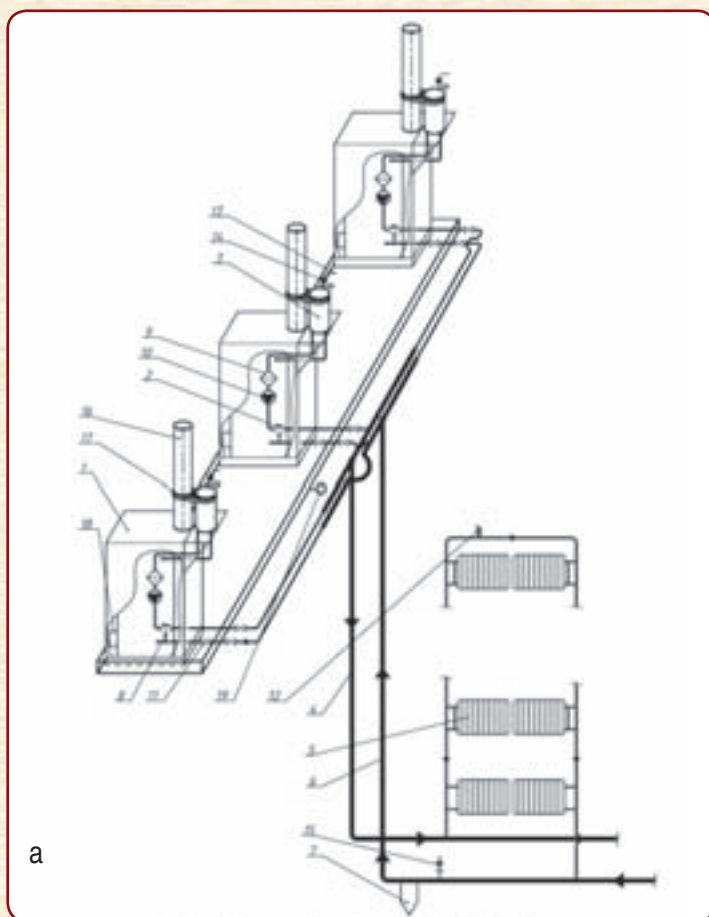


Рисунок. Схема установки трех котлов с дутьевой горелкой на крыше в системе отопления с нижней (а) и верхней (б) разводкой:  
1 – котел КСУВ; 2 – автоматический трехходовой кран; 3 – деаэрационно-расширительный бак; 4 – прямая линия; 5 – прибор отопления; 6 – обратная линия; 7 – грязевой фильтр грубой очистки; 8 – линия котловой циркуляции; 9 – фильтр тонкой очистки; 10 – насос; 11 – предохранительный клапан; 12 – автоматический воздухоотводчик; 13 – переливная трубка; 14 – обратный (дыхательный) клапан; 15 – обратный клапан подпитки системы; 16 – дымовая труба; 17 – кронштейн; 18 – дутьевая горелка; 19 – воронка водостока

руемыми горелками из нержавеющей стали, что позволяет экономить до 15 % газового топлива.

Известно, что конденсационные котлы дороже обычных в 2 раза и, как правило, в условиях РФ не окупаются, поэтому решение о производстве и поставках конденсационных модификаций на рынок, где та же модель уже хорошо зарекомендовала себя в традиционном исполнении, могло привести к немалым экономическим рискам для компании. Однако экономический эффект от применения котла КСУВ-100 с конденсационным теплообменником возрос на 60 тыс. рублей при удорожании котла на 81 тыс. рублей, т. е. конденсационная приставка окупается за 1,5 года, а остальные 13,5 лет эксплуатационного срока дают экономию более 800 тыс. рублей.

Полученная высокая экономическая эффективность котла КСУВ-100 обусловлена традиционным применением ООО «НПО Верхнерусские коммунальные системы» атмосферных модулируемых газовых горелок из нержавеющей материалов, которые в несколько раз дешевле дутьевых.

Кроме того, для преодоления дополнительного сопротивления конденсационного теплообменника применяют вентилятор горячего воздуха мощностью 80 Вт, что в два раза меньше мощности привода одноступенчатой дутьевой горелки.

Все котлы КСУВ конденсационного типа, как и обычные, оснащаются рабочими термостатами с погодной компенсацией, автоматически обеспечивающими регулирование мощности газогоре-

лочного устройства в зависимости от температуры наружного воздуха.

Модульные котлы КСУВ конденсационного типа приобрели еще одно важное свойство: им также не нужна высокая и дорогая дымовая труба, так как дымовые газы удаляются вентилятором горячего воздуха.

Модульные котлы КСУВ конденсационного типа с атмосферной горелкой из нержавеющей материалов могут устанавливаться и на крышах отапливаемых зданий. Размещение на котле деаэрационно-расширительного бака, а также циркуляционного насоса в теплогидроизолированном корпусе еще более удешевляет систему отопления с конденсационными котлами КСУВ, и конденсационная приставка окупается за 1,5 года, а общая экономия газа достигает 40 %.



# Эффективное использование пара вторичного вскипания

А.Г.Шуб, технический директор ООО «Спиракс-Сарко Инжиниринг»

*Проходя по территории пищевого производства, часто можно увидеть крыши цехов и зданий, над которыми в небо поднимается пар. Это пар из вентиляционных труб конденсатных баков. В настоящее время вопрос полного и эффективного использования тепловой энергии, в частности энергии пара, актуален для всех предприятий, поэтому давайте разберемся, как этот пар образуется и каким образом он может принести пользу.*

## Образование пара вторичного вскипания

Естественно, что первым этапом использования насыщенного водяного пара является его полная конденсация в теплообменном оборудовании. Именно во время конденсации пар отдает основное количество тепла, которое он содержит, а именно, теплоту парообразования. Обеспечить полную конденсацию пара и исключить пролетный пар позволяют правильно подобранные и надежно работающие конденсатоотводчики. Не будем касаться вопроса их исправности, предположив, что все они работают должным образом, а рассмотрим использование теплоты, содержащейся в конденсате.

Так как конденсация пара происходит при постоянной температуре, то конденсат представляет собой воду с той же температурой и давлением, что были у пара, из которого он образовался. Таким образом, конденсат содержит достаточно большое количество теплоты и ее можно использовать. Один из способов рекуперации этой теплоты основан на эффекте вскипания жидкости при резком падении давления. Даже вода, находящаяся у вас в стакане при комнатной температуре 20 °С, может вскипеть, если стакан моментально поднять на большую высоту или поместить в камеру с давлением ниже атмосферного. То же самое происходит и с конденсатом, который из зоны до конденсатоотводчика, т. е. из зоны с высоким давлением, мгновенно попадает в зону за конденсатоотводчиком, где давление значительно меньше. Часть конденсата при этом вскипает и превращается в пар,

который обычно называют паром вторичного вскипания или вторичным паром.

Вторичный пар можно отделить от конденсата и использовать как обычный пар низкого давления. Каждый использованный килограмм пара вторичного вскипания – это сэкономленный килограмм пара, который должен был бы выработать котел в случае выбрасывания вторичного пара в атмосферу. Рекуперация пара вторичного вскипания оправдана как с экономической точки зрения, так и с точки зрения сокращения выбросов тепла в окружающую среду.

## Количество пара вторичного вскипания

Количество образующегося вторичного пара зависит от разницы давления между зонами высокого и низкого давления. Его можно найти путем расчетов. Для примера рассмотрим варочный котел с паровой рубашкой, в которую подается насыщенный пар давлением 7 бар и температурой 170 °С. Энтальпия конденсата при данных параметрах равна 721 кДж/кг. В конденсатном трубопроводе давление составляет 0 бар. Соответственно, при этом давлении конденсат будет находиться при температуре 100 °С и энтальпия конденсата будет равна 419 кДж/кг. Таким образом, имеется разница 302 кДж, которая и будет затрачена на превращение части конденсата в пар.

Количество вторичного пара можно найти следующим образом: для получения 1 кг насыщенного пара при давлении 0 бар требуется 2257 кДж тепла.

Имея излишек тепловой энергии 302 кДж, можно получить 302: 2257 ≈ 0,134 кг пара на 1 кг конденсата. Таким образом, из 1 кг конденсата давлением 7 бар будет образовываться 13,4 % или 134 г пара давлением 0 бар. Если расход пара, а соответственно и конденсата, например, составляет 250 кг/ч, то при данных параметрах мы получим: 0,134 x 250 кг/ч конденсата = 33,5 кг/ч вторичного пара.

Определить количество вторичного пара можно и с помощью графика на рис. 1. Проведя горизонтальную линию от значения давления 7 бар до кривой, соответствующей давлению 0 бар, и спроецировав точку вниз, можно найти количество вторичного пара на 1 кг конденсата высокого давления.

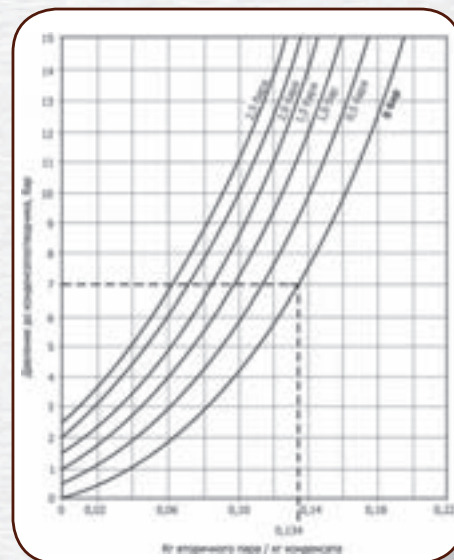


Рис. 1. Определение количества пара вторичного вскипания



Данный пример идеально подходит для конденсатоотводчиков, которые отводят конденсат сразу при его образовании, например поплавковых конденсатоотводчиков.

Термостатические конденсатоотводчики отводят переохлажденный по отношению к температуре насыщения конденсат. В этом случае количество пара вторичного вскипания будет несколько меньше, чем при отводе конденсата при температуре насыщения.

Если в нашем примере будет отводиться конденсат с температурой на 15 °С ниже температуры насыщения, то получим:

температура насыщения конденсата при 7 бар равна 170 °С; степень охлаждения конденсата ниже точки насыщения – 15 °С; температура отводимого конденсата равна  $170 - 15 = 155$  °С.

Из таблиц состояния насыщенного пара находим:

энтальпия конденсата при 155 °С равна 654 кДж/кг;

энтальпия конденсата при 0 бар равна 419 кДж/кг;

располагаемая энергия –  $654 - 419 = 235$  кДж/кг;

энтальпия парообразования при 0 бар равна 2257 кДж/кг.

количество вторичного пара –  $235 : 2257 = 0,104$  (10,4 %).

Как видно, количество образующегося пара на 1 кг конденсата при отводе переохлажденного конденсата составляет 10,4 % против 13,4 % при отводе конденсата с температурой насыщения.

Если конденсатный трубопровод, куда отводится конденсат, находится под давлением, ситуация будет аналогичная.

Предположим, что в нашем примере конденсат сливается в трубопровод с давлением 1 бар, тогда получим:

энтальпия конденсата при 7 бар равна 721 кДж/кг;

энтальпия конденсата при 1 бар равна 505 кДж/кг;

располагаемая энергия –  $721 - 505 = 216$  кДж/кг;

энтальпия парообразования при давлении 1 бар равна 2201 кДж/кг.

количество вторичного пара –  $216 : 2257 = 0,098$  (9,8 %).

## Сепаратор вторичного пара

Для отделения вторичного пара рекомендуется использовать вертикальные сепараторы (рис. 2).

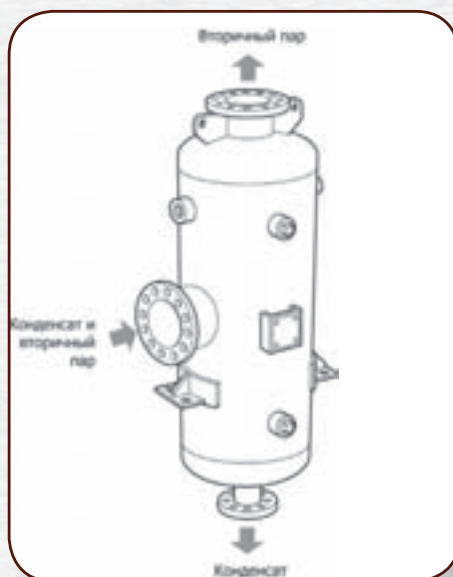


Рис. 2. Сепаратор

Смесь вторичного пара и конденсата, попадая в сепаратор, разделяется. Конденсат под действием гравитации скапливается в нижней части сепаратора, откуда затем сливается в атмосферный конденсатный бак и далее перекачивается насосом обратно в котельную.

Вторичный пар из верхней части сепаратора поступает к потребителям. Для нормальной работы сепаратора вторичного пара необходимо, чтобы скорость вторичного пара внутри корпуса сепаратора не превышала 3 м/с.

## Условия для эффективного использования пара вторичного вскипания

Необходимые и достаточные условия для успешной рекуперации пара вторичного вскипания следующие:

- для обеспечения потребителей достаточным количеством вторичного пара расход конденсата высокого давления должен быть постоянен и стабилен;

- теплообменное оборудование и конденсатоотводчики должны нормально работать при противодавлении, существующем в сепараторе вторичного пара;

- не рекомендуется в качестве источника конденсата высокого давления при-

менять оборудование, расход пара на котором меняется в широких пределах, например пароводяной теплообменник системы ГВС. В случае снижения тепловой нагрузки, т. е. расхода пара, количество получаемого вторичного пара также уменьшится;

- важно, чтобы потребность в паре низкого давления была равной или превышала возможности образования вторичного пара. Любой дефицит вторичного пара может быть легко компенсирован подпиткой пара высокого давления. Излишки же вторичного пара придется сбрасывать в атмосферу через специальный клапан;

- одно из традиционных направлений применения вторичного пара – отопление цехов и производственных помещений с помощью паровоздушных калориферов. Однако это актуально только в отопительный период, а в теплое время года остро встает вопрос об использовании вторичного пара. Более предпочтительно, если это, конечно, возможно, так называемое последовательное использование вторичного пара в том же технологическом процессе, от которого был отведен конденсат высокого давления для получения этого вторичного пара;

- существенным моментом может стать наличие потребителя вторичного пара вблизи источника конденсата высокого давления, так как транспортировать пар низкого давления на большое расстояние представляется проблематичным. Для этого потребуются трубопроводы большого диаметра, что может сделать экономически неоправданным утилизацию вторичного пара вообще.

## Регулирование давления вторичного пара

В некоторых случаях, например при последовательном использовании вторичного пара, проблемы с регулированием давления не возникает. Вторичный пар в этом случае используется при том же давлении, при котором он имеется в наличии и в том же самом процессе, из которого отводится конденсат высокого давления. Остается только соединить трубопровод вторичного пара с потребителем низкого давления.

На рис. 3. приведена схема использования вторичного пара в многоступенчатом



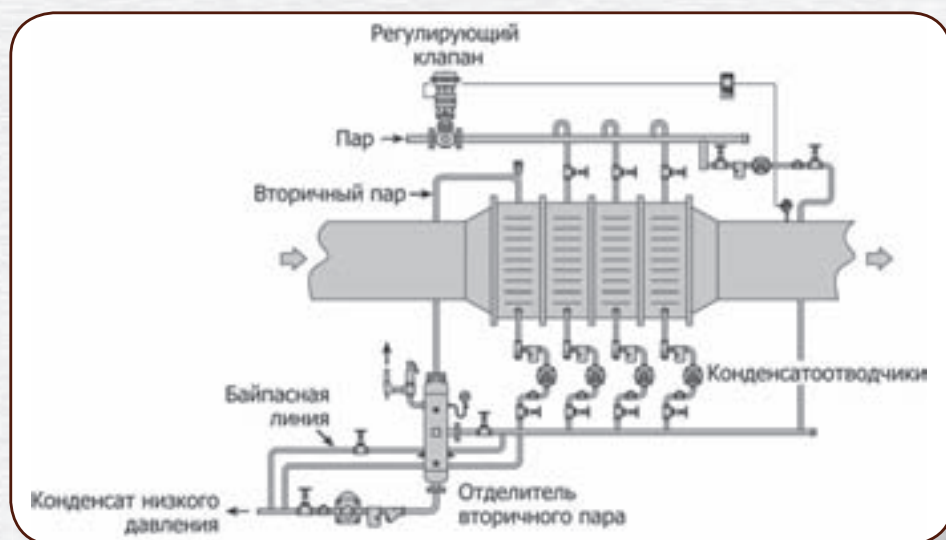


Рис. 3. Многоступенчатый паровоздушный калорифер



Рис. 4. Схема использования паровых радиаторов

паровоздушном калорифере. Конденсат высокого давления от трех последних секций калорифера отводится в сепаратор. Вторичный пар от сепаратора поступает на первую секцию калорифера, которая играет роль секции предподогрева холодного воздуха. Достаточно большая поверхность теплообмена секции предподогрева в совокупности с низкой температурой холодного воздуха на входе в секцию обеспечит быструю и полную конденсацию вторичного пара низкого давления.

В зависимости от температуры воздуха на входе в калорифер давление конденсации вторичного пара внутри секции предподогрева может оказаться очень низким, вплоть до вакуума. Поэтому, если возможно, сепаратор вторичного пара вместе с конденсатоотводчиком надо располагать как можно ниже относительно калорифера.

Это обеспечит дополнительный гидростатический подпор конденсата для его продавливания через конденсатоотводчик. В том случае, если опустить сепаратор достаточно низко не удастся, для отвода конденсата от сепаратора может потребоваться использование перекачивающего конденсатоотводчика, способного удалить конденсат от калорифера на любых режимах его работы, в том числе и из-под вакуума.

Если конденсация вторичного пара будет происходить при давлении ниже атмосферного, не лишней будет установка прерывателя вакуума, который располагается на паропроводе непосредственно перед калорифером. Это предотвратит возникновение в секции предподогрева разрежения и обеспечит удовлетворительный отвод конденсата под действием гравитации.

### Последовательное использование вторичного пара

Последовательное использование вторичного пара позволяет наиболее полно утилизировать тепло пара. На рис. 4 представлена схема использования паровых радиаторов, применяемых для отопления. Пар высокого давления подается приблизительно к 90 % радиаторов, конденсат от которых отводится в сепаратор вторичного пара. Вторичным паром запитываются остальные 10 % радиаторов.

Бывает, что количество вторичного пара недостаточно для запитки, например, двух радиаторов, но для одного радиатора его слишком много. В этом случае может все-таки оказаться выгоднее установить два радиатора и дополнительно подпитывать их паром высокого давления, чем выбрасывать излишки вторичного

### Независимое использование вторичного пара

На рис. 5 представлена схема, в которой вторичный пар используется для подачи независимым потребителям. Источником вторичного пара является конденсат, поступающий в сепаратор от трех варочных котлов и дренажа конденсатопровода высокого давления. Однако он не может использоваться для подогрева еще одного варочного котла из-за его отсутствия или слишком низкого давления вторичного пара.

Поэтому он применяется для питания потребителей низкого давления, например радиаторов отопления. Если имеются излишки вторичного пара, то сброс их в атмосферу рекомендуется осуществлять не через обычный предохранительный клапан, а через клапан, поддерживающий давление «до себя».

Пружинный предохранительный клапан не предназначен для работы в условиях частых срабатываний, это может привести к быстрому износу пары «диск – седло» и как следствие к утечкам пара. Тем не менее использование клапана, поддерживающего давление «до себя», не исключает установку предохранительного клапана на сепараторе. Он играет роль защитного устройства и настраивается на среднее давление между давлением настройки клапана, поддерживающего давление «до себя», и рабочим давлением паровой системы.



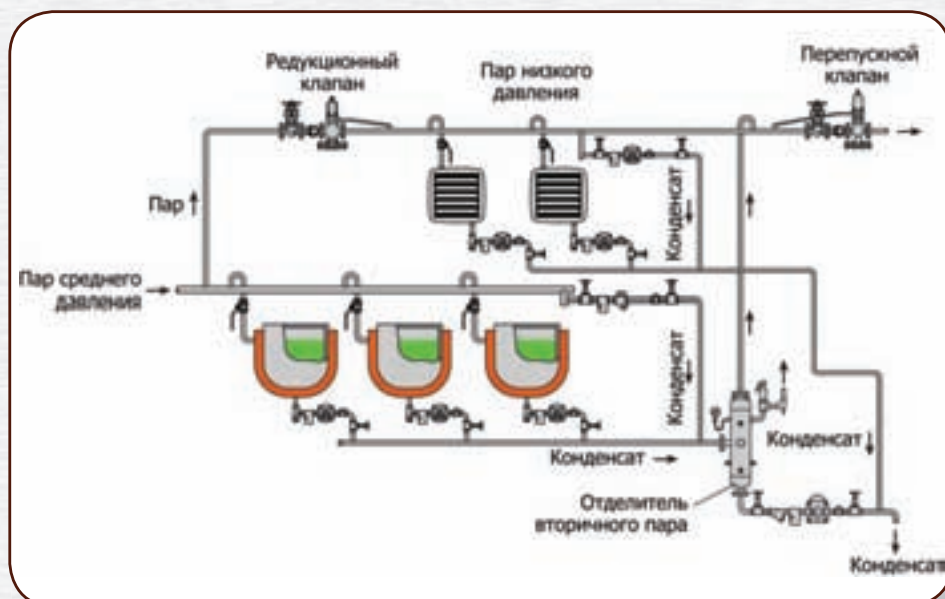


Рис. 5. Подача пара независимым потребителям

В некоторых случаях, например, когда в летнее время необходимость во вторичном паре мала или отсутствует вовсе, можно установить ручной запорный клапан в обход сепаратора и отправлять смесь конденсата и вторичного пара прямо в вентилируемый в атмосферу конденсатный бак. (Байпасный клапан на схеме не показан.)

### Система рекуперации тепла продувок котлов

Система непрерывной верхней продувки парового котла (рис. 6) позволяет поддерживать общее солесодержание котловой воды на заданном уровне. Вода продувки котла через регулирующий клапан системы продувки поступает в сепаратор, в котором происходит отделение вторичного пара от загрязненного

16+



10-я Международная специализированная выставка

# МИР КЛИМАТА 2014

Системы кондиционирования и вентиляции, отопление, промышленный и торговый холод



## Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА






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

## 11–14 марта 2014

Москва, Экспоцентр на Красной Пресне



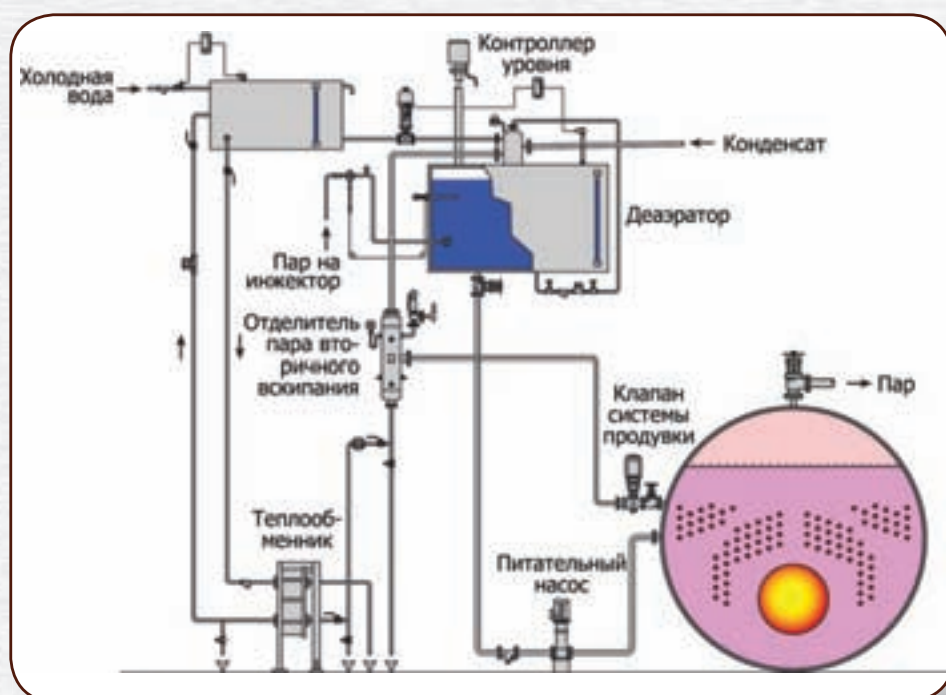


Рис. 6. Непрерывная верхняя продувка парового котла

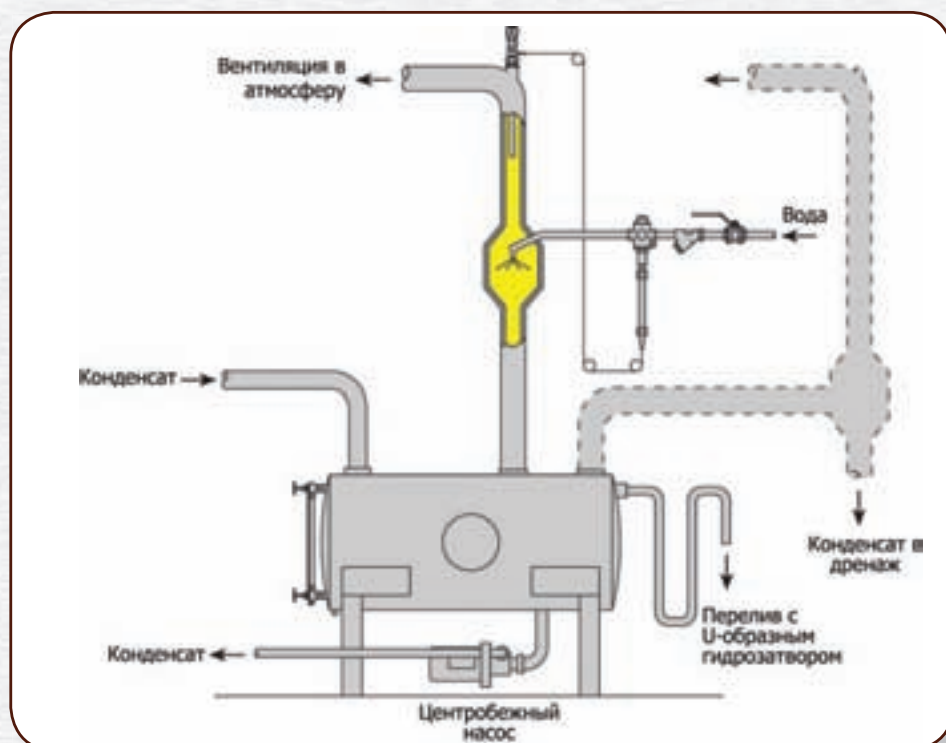


Рис. 7. Снижение парения

конденсата. Получаемый таким способом вторичный пар является достаточно чистым для его дальнейшего использования, например для подачи в деаэратор. Загрязненный конденсат от сепаратора можно сливать в канализацию через пла-

стинчатый теплообменник нагрева холодной воды, прошедшей водоподготовку. При такой схеме может быть утилизировано до 80 % тепла, содержащегося в воде продувок котла.

### Способы снижения парения из конденсатных баков

Теперь рассмотрим случаи, когда невозможно избежать образования вторичного пара низкого давления, но не представляется возможным его использование. Вместо того чтобы просто сбрасывать вторичный пар в атмосферу, можно предложить схему, изображенную на рис. 7.

Данное применение может оказаться полезным в том случае, когда нет возможности вывести вентиляционную трубу на улицу и вторичный пар поступает из конденсатного бака непосредственно в помещение.

На вентиляционной трубе устанавливается легкая конструкция из нержавеющей стали, представляющая собой цилиндрическую камеру, в которой под давлением через форсунки разбрызгивается холодная вода. Регулирование расхода холодной воды осуществляется с помощью простейшей системы регулирования температуры прямого действия, настроенной таким образом, чтобы из вентиляционной трубы выходило минимально возможное количество вторичного пара.

Для конденсации одного килограмма вторичного пара при атмосферном давлении требуется около 6 кг охлаждающей воды.

Если в качестве охлаждающей воды используется чистая, прошедшая водоподготовку вода, то она может быть смешана с конденсатом и в дальнейшем использована для подачи в деаэратор и котел. Если же охлаждающая вода не пригодна для дальнейшего применения, может быть предложено альтернативное расположение камеры.

Таким образом, вторичный пар:

- образуется при попадании горячего конденсата в зону пониженного давления;
- обладает весьма значительным теплосодержанием;
- всегда имеет более низкие параметры, чем конденсат, из которого он образовался;
- возможно утилизировать при наличии потребителей пара низких параметров, а также расположении источника вторичного пара поблизости от потребителей.



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



 +7 (968) 569-53-09 Стамбул Головной офис телефон : +90 216 442 93 00 (pbx)



# Multi V IV – технологии превосходства

*В начале 70-х гг. прошлого столетия перед разработчиками систем кондиционирования остро встал вопрос о возможности использования энергоэффективного оборудования в зданиях средней и большой площади. В то время наиболее популярным и традиционным решением на объектах, где требовалась высокая холодопроизводительность, являлись холодильные воздушно-водяные системы, в которых охлажденная и нагретая вода циркулировала в трубопроводах по всему зданию и с помощью фэнкойлов охлаждала или нагревала воздух в помещениях.*

Известно, что на долю климатического оборудования здания приходится существенная доля потребляемой электроэнергии, до 50 % общих энергозатрат здания, поэтому именно проблема высокой стоимости эксплуатации задала вектор для создания оборудования с принципиально другой логикой работы и управления.

Таким образом, в 1982 г. на рынке появилась первая в мире VRV (variable refrigerant volume – переменный объем хладагента) система, которая принципиально отличалась от ранее существовавших тем, что в ней используется единая сеть фреоновых трубопроводов, к которой подключаются внутренние блоки, тогда как в традиционных кондиционерах подключение осуществлялось от наружного блока к внутреннему (внутренним) индивидуально. Отличий от холодильных машин, разумеется, огромное количество, но главным можно назвать отсутствие промежуточного теплоносителя, что позволило в значительной степени превзойти чиллеры по показателям энергоэффективности. Несмотря на увеличенные длины трасс и более высокую технологичность, первые модели мультизональных кондиционеров были близки к характеристикам современных сегодня мульти-сплит-систем и могли обслуживать не более 16-ти внутренних блоков одновременно.

В России VRV или VRF (variable refrigerant flow – переменный поток хладагента) системы долго не могли найти себе место и реальной альтернативой выступали, с одной стороны, обычные «сплиты», с другой, когда требовалась высокая холодопроизводительность, – холодильные машины. В то время приобрести несколько десятков сплит-систем и установить их было гораздо выгоднее экономически как при первоначальных затратах, так и при

эксплуатации. Стоимость также играла роль и при выборе чиллеров, их монтаж и обслуживание обходились дешевле по сравнению с мультизональными кондиционерами. Однако проблема заключалась не только в стоимости и монтаже. Предыдущие поколения VRF, во-первых, имели существенные ограничения по количеству подключаемых внутренних блоков и длин трасс, во-вторых, весьма простую автоматику с примитивным функционалом по самодиагностике и анализу работы, в-третьих, специалистов должного уровня, которые могли бы качественно обслуживать VRF в России, практически не было. Логично предположить, что крайне высокая стоимость, малое количество подключаемых внутренних блоков и небольшая протяженность трасс, а также низкая квалификация специалистов являлись существенными препятствиями для заказчика.



Сегодня, спустя более 30-ти лет с момента появления первой мультизональной системы кондиционирования воздуха, неизменным остался только принцип работы – общая сеть фреоновых трубопроводов, к которой подключаются внутренние блоки.

Цены значительно снизились, а само оборудование стало гораздо технологичнее и совершеннее, время на его проектирование занимает всего несколько часов, а монтаж и обслуживание выполняется более качественно и надежно.

Для примера рассмотрим VRF-систему четвертого поколения компании LG Electronics, которая имеет коммерческое название Multi V IV и определенно задает стандарты мультизонального кондиционирования.

Один наружный блок может обслуживать до 64-х внутренних блоков одновременно, работая в режиме охлаждения или нагрева. Суммарная производительность модуля составляет до 224 кВт.

Максимальная длина трассы (эквивалентная) – 225 м, перепад высот между внутренними блоками составляет до 40 м, а перепад высот между наружным блоком и внутренним – 110 м, при этом не имеет значения, как установлены блоки: наружный – над внутренними или внутренний – над наружными. Общая длина трубопроводов может достигать до 1000 м. Этих показателей достаточно, чтобы эффективно обслуживать 25-этажное здание. Такие показатели были достигнуты благодаря постоянному совершенствованию процесса возврата масла в компрессор и отказа от использования главного ЭРВ в качестве дросселирующего устройства для сведения к минимуму потери давления на выходе. Также в Multi V IV используется технология HiPOR (high pressure oil return – возврат масла под высоким давлением), повышающая надежность и эффективность работы компрессора путем снижения потерь, вызванных разницей давлений в контуре. Возврат масла происходит непосредственно в полость нагнетания с использованием масляного насоса, установленного внутри компрессора.



Управление Multi V IV является максимально удобным и простым как для пользователя, так и для диспетчера. Инженерами LG Electronics был разработан целый комплекс решений по управлению зданием или группой зданий. Например, если застройщик монтирует оборудование на нескольких объектах, то у него появляется возможность управления до 8192 внутренними блоками из одной диспетчерской, удаление зданий друг от друга не имеет значения, они могут быть возведены в разных городах. Функции самодиагностики и мониторинга позволяют без участия человека отслеживать работу техники и в случае выхода из строя оповещать сервисного инженера по email или с помощью смс. Другими словами, современная VRF-система является не только высокотехнологичным оборудованием с широкои возможностями по управлению, но и экономически выгодным решением для многих реконструируемых и вновь возводимых зданий и сооружений.

Можно сделать и другой вывод – современная VRF-система в определенном смысле достигла своего технологического максимума и появление новых поколений кондиционеров лишь в малой степени изменяет ее эффективность. Если раньше борьба производителей шла за 32 внутренних блока против 64 или за 500 м общей длины трубопроводов против 1000 м, то сейчас рост показателей заметно снизился. Однако производителям есть куда стремиться и в ближайшем будущем, предположительно, разработчики VRF будут обращать внимание на приведенные ниже направления.

### Расширение температурного диапазона

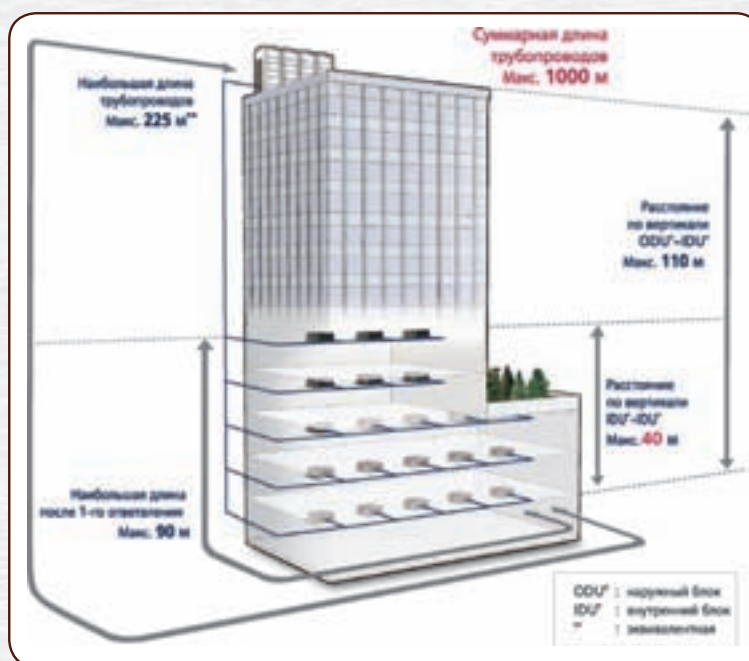
Работа климатического оборудования в условиях экстремальных температур актуальна для многих стран как с жарким, так и с холодным климатом. Система Multi V IV, которая была представлена на территории России в октябре 2013 г., сможет работать без существенных потерь производитель-

ности уже при -25 °C в режиме нагрева и -10 °C в режиме охлаждения. Эти показатели были достигнуты благодаря применению технологии Vapor Injection, предназначенной для того, чтобы подавать газ низкого давления в полость сжатия компрессора. Такое решение позволило увеличить расход хладагента через компрессор и, соответственно, внутренние блоки в режиме нагрева, что позволило повысить произво-

дителя, а энергоэффективность оборудования, наоборот, будет расти.

### Комплексный подход к инженерным системам здания

Комплексные решения одного производителя помогают заказчикам и проектировщикам значительно упростить процесс выбора и проектирования оборудования. Под словами «комплексный подход» можно понимать обеспечение здания всеми видами инженерных систем, представленными одним производителем, начиная от систем освещения, заканчивая системами отопления. Преимуществом такого подхода является, во-первых, снижение эксплуатационных затрат, во-вторых, максимальное упрощение управления зданием, в-третьих, повышение надежности инженерии здания в целом, в-четвертых, упрощение работы обслуживающего персонала с компанией-производителем. Например, компания LG Electronics успешно реализует в Южной



длительность системы и расширить температурный диапазон. Следствием расширения температурного диапазона можно назвать энергоэффективное строительство. В странах Европы уже достаточно давно регламентируется уровень энергопотребления здания. В России Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» вступил в силу лишь 23 ноября 2009 г. и до сих пор не является обязательным к исполнению, но в любом случае вопрос энергоэффективных решений стоит достаточно остро, ведь снижения тарифов за электроэнергию нам точно ждать не следует. Также стоит отметить, что уменьшение внешних теплопоступлений в здание за счет применения современных строительных материалов компенсируется ростом внутренних тепловыделений. Следовательно, потребность здания в охлаждении не будет существенно

Корее и США принцип комплексного оснащения здания. Так, уже сегодня ряд объектов оснащен системами видеонаблюдения, внутреннего и наружного светодиодного освещения, кондиционирования и вентиляции воздуха, горячего водоснабжения и отопления собственного производства, которые управляются из одного диспетчерского пункта посредством единого программного обеспечения.

На сегодняшний день в России заказчик не так часто задумывается о конечной выгоде использования высокотехнологичного оборудования, выбирая более дешевые и простые аналоги OEM производства. Но все приходит со временем и сейчас все больше и больше людей начинают понимать, что радость от низкой цены проходит гораздо быстрее разочарования от низкого качества приобретаемой ими продукции.

*Статья подготовлена техническим отделом компании LG Electronics*



Расширьте границы вашего бизнеса в России  
вместе с Aqua-Therm: направление – Сибирь!



# aqua THERM

## NOVOSIBIRSK

19 - 21 февраля 2014

место проведения:

«Новосибирск Экспоцентр»

## 1-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

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

[www.aquatherm-novosibirsk.ru](http://www.aquatherm-novosibirsk.ru)

Разработчик



Организаторы:



Специальный проект





# Модернизация парогазовой установки центральной котельной в Астрахани

*Компания Schneider Electric – мировой эксперт в области управления электроэнергией – внедрила преобразователи частоты среднего напряжения Altivar 1100 на парогазовой установке котельной «Центральная» в Астрахани.*

**П**арогазовая установка на 235 МВт (ПГУ-235) построена и введена в промышленную эксплуатацию в рамках проекта по модернизации котельной «Центральная», заказчиком и инвестором которого выступает ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго». В рамках контракта Schneider Electric установила на объекте преобразователи частоты среднего напряжения Altivar 1100 для электродвигателей насосов, осуществив поставку, контроль сборки, тестирование, шефмонтаж и настройку оборудования, а также обучение персонала заказчика навыкам эксплуатации данного оборудования.

Насосное оборудование и электродвигатели обладают большим потенциалом энергоэффективности. Преобразователи частоты – один из самых надежных способов максимально использовать этот потенциал с минимальными затратами. Установки Altivar компании Schneider Electric позволяют экономить до 30 % энергопотребления, при этом они компактны и экологичны.



Преобразователи обладают сенсорным дисплеем и оснащены простым программным обеспечением, что позволяет осуществлять запуск устройства в несколько касаний.

Также на объекте были установлены устройства микропроцессорной релейной защиты Sepam 1000+ компании Schneider Electric, отличающиеся надежностью, широкими техническими возможностями и простотой эксплуатации,

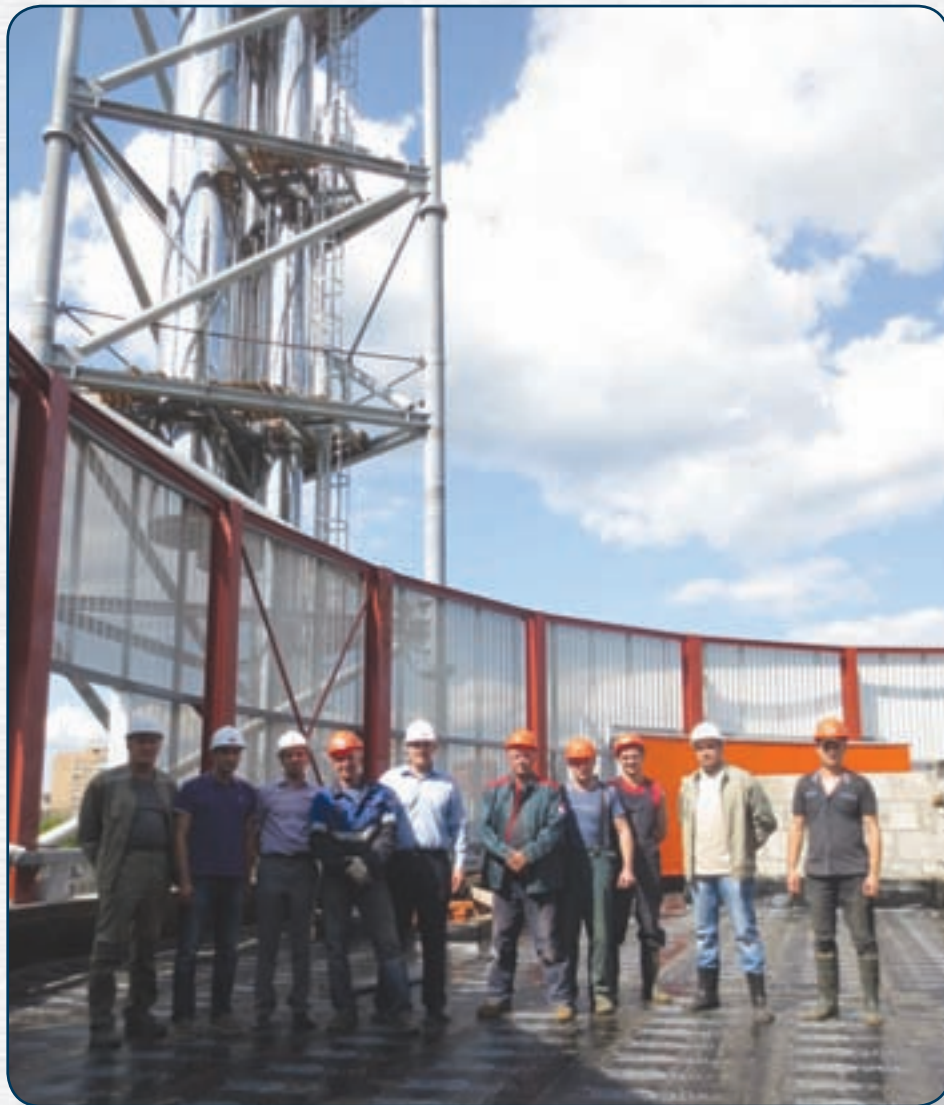
применяющиеся на объектах добычи и переработки нефти и газа, нефтехимии и генерации электроэнергии.

Расширение котельной с сооружением ПГУ – важное событие для Астрахани и ее жителей. Данный объект позволит решить проблему электро- и теплоснабжения промышленных предприятий и жилых домов города, а также улучшит экологическую обстановку в регионе.

«Мы рады внести свой вклад в столь значимый для города проект и продолжить сотрудничество с компанией «ЛУКОЙЛ» и ее дочерними структурами, – отметил Александр Мосин – руководитель направления «Приводная техника» компании Schneider Electric. – Высокотехнологичное оборудование Schneider Electric уже неоднократно на практике подтвердило свою надежность и высокий уровень эксплуатационных характеристик в рамках успешно реализованных совместных проектов по внедрению энергоэффективных решений и автоматизации производства в секторах добычи нефти и газа, нефтехимии, переработки нефти и газа, электроэнергетики».







На живописном берегу реки Клязьмы, вблизи жилых и деловых кварталов г. Щелково, выросло здание отеля «Звездный» высотой 115 метров и своими очертаниями и внешним видом напоминающее звездный космический корабль на стартовой площадке. Он вошел в число крупнейших отелей Европы по численности гостиничных номеров, их комфорту и оснащенности.

## Энергоцентр для города Щелково

Для обеспечения надежности энергоснабжения отеля и жилого комплекса по адресу ул. Советская, д. 60 построен энергоцентр – автономная тепловая электрическая станция (АТЭС), расположенный напротив отеля, на другом берегу, узнать его можно по трехствольной дымовой трубе высотой 82 м.

Проект энергоцентра выполнен фирмой AZWANGER (Италия) при участии проектного отдела ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж», поставку оборудования и контроль исполнения работ осуществляла фирма AZWANGER (Италия),

монтаж оборудования выполнен ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж».

Энергоцентр предназначен для обеспечения нужд электроснабжения, отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования объектов АТЭС.

В АТЭС установлено следующее газопотребляющее оборудование:

– две газотурбинные установки для выработки электрической энергии типа «ТВМ-С40» фирмы TURBOMACH (Швейцария) на основе турбин марки «Centaur-40», Т-4701 фирмы SOLAR (США) номиналь-

ной электрической мощностью 3 674 кВт каждая с котлами-утилизаторами марки «ROSINK ECO-SPI-6» тепловой мощностью по 7530 кВт;

– один пиковый водогрейный газо-

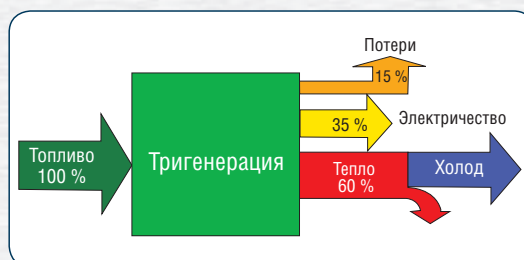


Диаграмма процесса тригенерации



вый котел фирмы Viessman, модель «Vitomax200-HW» мощностью 7000 кВт.

Также предусмотрена установка двух электродов мощностью 2000 кВт каждый.

АТЭС работает по принципу тригенерации, что означает высокоэффективное комбинированное производство электричества, тепла и холода. При этом холод вырабатывается абсорбционной холодильной машиной (АБХМ), потребляющей немного электрической энергии на перекачку охладителя и раствора, а в основном тепловую энергию. Тригенерация является очень выгодной, поскольку дает возможность достаточно эффективно использовать утилизируемое тепло не только зимой для отопления, но и летом для кондиционирования помещений или для технологических нужд (см. диаграмму).

Такой подход позволяет использовать генерирующую установку круглый год, что является экономически выгодным, коэффициент использования топлива составляет 85 %.

Каждая из двух газовых турбин имеет котел-утилизатор. Таким образом, две группы оборудования полностью независимы. Отходящие газы турбин подаются в котел-утилизатор, и полученное таким образом тепло подается в теплосеть. Котел-утилизатор вырабатывает горячую воду температурой 110 °С.

Тепло, поступившее от турбин и их котлов, используется для теплосети и абсорбера холодильной установки. Так как тепла, полученного от блока генераторов, при пиковом потреблении может быть недостаточно для обеспечения всей теплосети, то предусмотрен также один пиковый водогрейный котел «Vitomax200-HW», работающий на природном газе. Этот котел служит, наряду с дополнительным обеспечением тепла при пиковых нагрузках, резервным котлом в случае неисправности или ремонта турбин.

В случае отсутствия природного газа в сети, для обеспечения многофункционального жилого комплекса теплом предусмотрены дополнительно два электрических водогрейных котла мощностью 2000 кВт каждый, которые могут получать электроэнергию напря-

мую из городских сетей и обеспечивать необходимую минимальную потребность в тепле или использовать избыточную электрическую энергию турбогенератора для выработки тепловой энергии, что гарантирует повышенную надежность теплоснабжения.

Температура прямой сетевой воды зимой составляет 110 °С, при температуре обратной сетевой воды 70 °С. Летом, несмотря на то, что температура прямой сетевой воды могла быть и ниже, установка обеспечивает нагрев прямой сетевой воды до 110 °С, что необходимо для работы АБХМ.

Принцип функционирования холодильной машины основан на принципе абсорбирования. В качестве хладагента используется смесь лития/брома. В процессе теплообмена между теплой водой и хладагентом (слабый раствор брома лития и воды) в абсорбционной холодильной машине происходит концентрирование хладагента и одновременное испарение воды. Полученный пар сжимается, проходя через спецсистему, и поступает в секцию низкого давления (испаритель, абсорбент). Под воздействием небольшого давления он подвергается вторичному выпариванию хладагента и охлаждению, проходя через трубопровод холодной воды. В находящейся ниже по технологической цепочке абсорбционной установке абсорбируются пары холодильного агента из концентрированного раствора и при циркуляции охлаждающей воды отводится свободное тепло.

Схема циркуляции охлаждающей воды состоит из ряда охладительных башен (градирен). Для получения достаточной теплоотдачи в летнее время предусмотрен открытый цикл, сброс нагретой воды и замещение ее и капельного уноса водопроводной водой.

Это гарантирует охлаждение циркуляционной воды и тем самым делает возможным исправное функционирование абсорбирующих холодильных машин.

Температура холодной воды, которая получена в абсорбирующей холодильной машине, составляет 6 °С. Управление АТЭС полностью автоматизировано.





# CityEnergy 2013

*С 15 по 17 октября 2013 г. в Москве, на территории ВВЦ, в новом павильоне № 75 прошла Международная выставка газового, теплоэнергетического и отопительного оборудования CityEnergy 2013.*

**Н**а выставке было представлено новейшее инженерное оборудование и технологии для профессионалов в области проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта сооружений и сетей газо- и теплоснабжения промышленного и жилищно-коммунального секторов экономики. Главный информационным партнером выставки выступил Издательский Центр «Аква-Терм».

В выставке CityEnergy 2013 приняли участие производители оборудования из России, Республики Беларусь, Германии, Чехии, Испании, Италии, Латвии, Японии.

В рамках форума газовая компания ОАО «Мосгаз» представила информационные материалы по проектированию и строительству объектов газового хозяйства, дорожно-транспортной инфраструктуры, объектов жилищного хозяйства г. Москвы.

В экспозиции испанской компании ADISA Group был представлен широкий спектр котельного оборудования: газовые котлы и модульные котельные средней и большой мощностей для отопления и производства горячей воды.

В своей экспозиции компания Ariston Thermo Group представила оборудование Unobloc — котлы газовые напольные с чугунным теплообменником. Надежные и долговечные атмосферные котлы, которые адаптированы к российским условиям, высокопроизводительны, просты в эксплуатации и техническом обслуживании. Могут устанавливаться с водонагревателями косвенного нагрева BS1S и BS2S емкостью от 150 до 500 л для обеспечения горячего водоснабжения.

Модельный ряд представлен в диапазоне мощностей от 24 до 64 кВт. Также

демонстрировались и другие новинки в области бытового теплоснабжения.

Компания «АльтЭнерго» показала свои разработки в области альтернативных источников тепло- и электроснабжения. Так, на стенде было представлено решение «Лучки». Это биогазовая установка повышенной эффективности. При мощности 2,4 МВт станция способна за год произвести 19,6 млн кВт·ч электроэнергии в год, 8,2 тыс. Гкал тепла, переработать 73,4 т сырья и получить 67 тыс. м биоудобрений.

Компания «Итгаз» в своей экспозиции представила фильтры газовые модели ФГИ, которые предназначены для очистки от механических частиц природного газа, а также других газов: пропана, бутана, азота и др. Фильтры обеспечивают устойчивую работу при воздействии температуры очищаемого газа от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  и температуры окружающего воздуха от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ .

Также интерес гостей выставки вызвал модельный ряд шкафных газорегуляторных пунктов и установок. Главная особенность этих изделий — практически неограниченные возможности автоматизации.

НПП «Теска» продемонстрировала универсальные газовые горелки «ТЕСКА» тепловой мощностью от 0,1 до 45 МВт (от  $10\text{ м}^3/\text{ч}$  до  $4500\text{ м}^3/\text{ч}$ , 14 типоразмеров). Кроме того, предприятие представило свои перспективные разработки: алгоритмы ведения рациональных тепловых режимов для различных тепловых агрегатов: камерных и проходных нагревательных, термических, обжиговых, плавильных печей, паровых и водогрейных котлов.

Прямоточные парогенераторы УРАН демонстрировались на стенде их про-





изготовителя – компании «Самара лей». Главная их особенность – парогенераторы не требуют дополнительной системы водоподготовки.

Все элементы, на которых может образоваться накипь, работают под воздействием ультразвуковой системы, препятствующей образованию накипи на стенках металла. Основные характеристики: давление пара – до 0,8 МПа (регулируется автоматикой), температура пара – до 175 °С, вид топлива – любое жидкое и газообразное, размещение как в стационарном, так и транспортабельном блок-контейнере.

Прямоточные парогенераторы УРАН могут применяться для промышленных нужд, а также для отопления и систем горячего водоснабжения (ГВС).

Немецкая компания MRU GmbH, производитель широкого спектра приборов для газового анализа, в том числе и нестандартных газоанализаторов, разработанных по индивидуальным заказам покупателей, представила портативные и полустационарные газоанализаторы Optima, Sigma, Delta, Spectra f, а также стационарные приборы серий SWG и OMS.

Арзамасский приборостроительный завод представил на своем стенде широкоизвестные счетчики газа СГ16МТ, СГ75МТ, которые предназначены для измерения объема плавно меняющихся потоков очищенных неагрессивных одно- и многокомпонентных газов (природный газ, воздух, азот, аргон и др. с плотностью при нормальных условиях не менее 0,67 кг/м³) при использовании их в установках промышленных и коммунальных предприятий и для учета при коммерческих операциях.

Также на стенде можно было ознакомиться с турбинными счетчиками СГТ16Э, предназначенными для измерения объема неагрессивного неоднородного по химическому составу природного газа по ГОСТ 5542-87, воздуха, азота и других неагрессивных газов плотностью не менее 0,67 кг/м³.

Для организации комплексного учета потребления газа, наряду с промышленными потребителями, необходимо учитывать газ, расходуемый бытовыми потребителями.

Для этих целей «АНТ-информ» выпускает счетчики газа «ГРАНТ-УЧЕТ БС». Они предназначены для учета природного газа (по ГОСТ 5542-87), паров сжиженного газа (по ГОСТ 20448-90) и других газов, не агрессивных к материалам конструкции.

На стенде «Пергам инжиниринг» посетители могли ознакомиться со спектром решений в области тепловизионного контроля, в частности с решениями серии Flir, способными обнаруживать и визуализировать даже малейшую утечку газа с помощью ИК-излучения.

В рамках деловой программы выставки прошли конференции «Российский инновационный энергетический комплекс», «Автономные, возобновляемые и альтернативные источники энергоснабжения», «Комплексная безопасность строительных объектов промышленного и гражданского назначения».

Среди посетителей выставки – руководители и специалисты строительных, инжиниринговых и монтажных компаний, руководители газовых хозяйств, теплосетевых и теплоэнергетических компаний; представители отраслевых ассоциаций, ведомств, образовательных учреждений, научно-исследовательских институтов, проектных организаций; представители федеральных и муниципальных органов государственной власти РФ, руководители департаментов ЖКХ и ТЭК Московского региона и др.

Отметим, что выставка CityEnergy проводится в Московском регионе – самом крупном потребителе газа и тепловой энергии не только в России, но и во всем мире.

Благодаря такому проекту, как «Новая Москва», государственным программам «Развитие теплогазоснабжения Москвы», «Программа газификации Подмосковья», возрастает потребность в строительстве новых и реконструкции действующих инженерных сетей тепло- и газоснабжения.

Выставка CityEnergy отвечает всем потребностям растущего рынка и позволяет ознакомиться с новейшим оборудованием и технологиями в сфере тепло- и газоснабжения, найти клиентов, заключить взаимовыгодные соглашения, расширить рынок сбыта продукции.





# Водогрейные котлы на перегретой воде в Рунете

На сайтах большинства ведущих производителей жаротрубных водогрейных котлов содержится информация о сериях водогрейных котлов на перегретой воде (по старинке иногда они называются «водогрейные жаротрубные котлы высокого давления»). Для этих котлов приводятся технические характеристики, паспорта на изделия, руководства по монтажу и эксплуатации, а также сертификаты качества и разрешения, требования к воде.

<http://www.100mw.ru>



На сайте ООО «Вольф Энерджи Солюшн» можно найти информацию о жаротрубных двух- и трехходовых водогрейных котлах мощностью от 0,15 до 6 Мвт. В разделе «Контакты» приводятся почтовые адреса и телефоны смоленского производителя. Также изделиям этой марки посвящен сайт <http://www.wolf-energy-solution.tiu.ru>, где размещены подробные сведения о продукции «Вольф Энерджи Солюшн» (промышленные и бытовые котлы Wolf, жаротрубные водогрейные и паровые котлы, водотрубные газоплотные котлы и пр.), полный прайс-лист в формате Excel и контактная информация.

<http://www.buderus.ru>



Сайт торговой марки Buderus (компания «Бош Термотехника») предоставляет посетителям подробную информацию о продукции компании, в том числе о серии промышленных водогрейных котлов на перегретой воде Buderus Logano S825/S825LN. Также здесь можно заказать оборудование (через опросный лист), найти контакты филиалов и авторизованных сервисных центров (по областям) компании, расположенные на территории России, получить информацию об обучающих программах по техническому обслуживанию оборудования различного типа, подать заявку на обучение, ознакомиться с паспортами изделий, каталогами оборудования и проектной документацией.

<http://www.dkm.ru>



Официальный сетевой ресурс крупнейшего российского производителя теплотехники и энергетического оборудования ОАО «Дорогобужкотломаш». В ассортименте компании водогрейные и паровые котлы, модульные и аварийные котельные, газопоршневые установки, чиллеры и др. На сайте можно получить большое количество информации о предприятии (история, достижения, новости, инвестиционные проекты, контакты и др.), ознакомиться с его продукцией и референц-листом, сделать запрос на котел, модульную котельную или запасные части.

<http://entroros.ru>

На сайте ООО «Энророс», крупного российского производителя котельного оборудования, автоматики и дымовых труб для промышленных, жилых и коммунальных объектов, содержится подробная информация о выпускаемых водогрейных и паровых котлах промышленной мощности (раздел «Продукция»), в том числе о водогрейных котлах на перегретой воде ТТ100-01. В разделе «Инфо-Центр» можно найти руководства по монтажу и эксплуатации, разрешительную документацию, таблицы подбора горелок к котлам. Раздел «Статьи» содержит техническую информацию по схемам котельных, подбору компонентов и пр. В разделе «Контакты» можно узнать адреса и данные представительств компании в Санкт-Петербурге, Москве, крупных региональных центрах России, а также в Белоруссии и Украине.



<http://www.erensan.com.tr/ru>

На сайте турецкого производителя Erensan можно ознакомиться с продукцией компании: водогрейными и паровыми котлами, котлоагрегатами на перегретой воде, паровыми котлами на твердом топливе и др. Кроме технического описания оборудования, здесь есть информация об учебных семинарах, географии сервисных и сбытовых подразделений (в том числе о российской дочерней компании Erensan Rusya Ltd.), приводятся все сертификаты и партнерские соглашения (в том числе с итальянскими производителями горелок Riello Bruciatori и C.I.B. Unigas burners). Кроме русскоязычного сайта собственно Erensan, информацию о водогрейных котлах этой марки можно найти на сайте компании «ЭнергоГазИнжиниринг» ([www.energogas.su](http://www.energogas.su)), которая занимается их продажей и техническим обслуживанием.

<http://www.ferroli.ru>



На официальной странице итальянского производителя бытовых и промышленных котлов Ferroli можно найти информацию о сериях водогрейных котлов на перегретой воде Prextherm T 3G ASL, Prex AS и Prex 3G AS. Кроме технического описания котельного и климатического оборудования, на сайте Ferroli содержатся адреса и контактные данные оптовых и розничных партнеров, работающих на территории России. В разделе «Сервис» приводятся список сервис-центров, архив технических сообщений, информация о семинарах и компенсации гарантийных случаев, детализировки различных агрегатов, требования к гарантийным центрам и др. В разделе «Маркетинг» можно ознакомиться с рекламными буклетами, фотографиями оборудования, календарями и газетой компании.

<http://www.garioni-naval.com>

На сайте итальянской компании Garioni Naval приводится информация о паровых и водогрейных котлах этой марки. Также здесь можно получить данные о парогенераторах итальянского производителя, судовых котлоагрегатах и котлах на диатермическом масле. В разделе «Контакты» можно узнать почтовые адреса и телефоны официального дистрибьютора Garioni Naval – ООО «ФорсТерм Системс», в разделе «Новости» – ознакомиться с событиями компании, в разделе «Полезная информация» найти тематические статьи об использовании котельного оборудования в энергетике, промышленности и строительстве.

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



Промышленная группа «Генерация» объединяет ряд предприятий, занимающихся производством широкого ассортимента энергетического оборудования и разработкой комплексных решений для нефтегазодобывающей отрасли и теплоэнергетики. На сайте размещены сведения о предприятиях, входящих в состав группы, и о выпускаемой ими продукции, в том числе о водогрейных котлах серии ТВГ, выдающих воду с номинальной температурой 150 °С. Также здесь можно ознакомиться с опросными листами для заказа котельных установок, электростанций и электротехнической продукции, получить информацию об объектах, реализованных компанией, узнать ее контакты.

<http://www.icicaldaie.com>

Компания ICI Caldaie производит водогрейные и паровые котлы, котлы на перегретой воде и на диатермическом масле, каскадную автоматику и поставляет их в Россию. На сайте представлены разделы, посвященные продукции и услугам компании: раздел «Изделия» включает бытовую и промышленную линии котлов, раздел «Присутствие» освещает географию сети продаж. Также на сайте можно найти паспорта изделий и сертификаты на оборудование ICI Caldaie, контактную информацию.

<http://unicalag.ru>

Официальный сайт итальянской компании Unical содержит подробную информацию о номенклатуре теплоэнергетического оборудования этой марки, включающей настенные и напольные газовые, а также водогрейные, паровые и конденсационные котлы, водонагреватели, бытовые и промышленные бойлеры, твердотопливные теплогенераторы и т. д. (раздел «Продукция»). В разделе «Документация» в формате .pdf приводятся технические характеристики, руководства по установке, инструкции по эксплуатации. Также на сайте можно узнать о реализованных объектах (раздел «Новости») и контактные данные. Информацию о котлах Unical можно найти и на сайтах <http://www.energogas.su/> и <http://unicalag.it/>.



# ПОДПИСКА - 2014



## Уважаемые читатели!

## Оформите подписку на 2014 г. на журналы Издательского Центра «Аква-Терм»

### Вы можете подписаться в почтовом отделении:

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

### Подписной индекс - 41057

### Через альтернативные агентства подписки:

#### Москва

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

#### Регионы

- ООО «Прессмарк», [www.press-mark.ru](http://www.press-mark.ru),
- «Пресса-подписка» [www.podpiska39.ru](http://www.podpiska39.ru),
- «Агентство «Урал-Пресс», [www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru).

### Для зарубежных подписчиков

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

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

### Через редакцию на сайте [www.aqua-therm.ru](http://www.aqua-therm.ru):

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

## ЗАЯВКА НА ПОДПИСКУ

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

Ф. И. О.

Должность

Организация

Адрес для счет-фактур

ИНН/КПП/ОКПО

Адрес для почтовой доставки

Телефон

Факс

E-mail

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



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

# aqua THERM

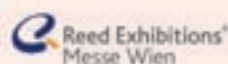
## ST. PETERSBURG

9-12 апреля 2014  
Санкт-Петербург  
Ленэкспо

(812) 380 60 14

[www.aquatherm-spb.com](http://www.aquatherm-spb.com)

Создатель:



Организаторы:





# RAY

INTERNATIONAL

[www.Ray-International.ru](http://www.Ray-International.ru)

## РОТАЦИОННЫЕ ГОРЕЛКИ от 232 кВт до 42 МВт

### EG

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

### BGE

- Легкое и тяжелое жидкое топливо
- 349,0 - 42 000,0 кВт
- 30,0 - 3 600,0  $\text{kg}/\text{ч}$

### BEGC

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



*Правильное пламя  
для всех видов топлива!*

**ЭнергоГаз**  
инжиниринг

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

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