

# КОТЕЛЬНЫЕ и МИНИ-ТЭЦ



## Котельные

Сжигание биомассы  
в промышленных и  
отопительных котлах  
8

## Когенерация

Переоборудование  
промышленных  
котельных в мини-ТЭЦ  
24

## Обзор рынка

Зарубежные  
твердотопливные  
многотопливные котлы  
30

## Энергосбережение

36

## Водоподготовка

42

## Выставки

56

## Лидер водогрейного рынка России

Специализация в теплоэнергетике с 1962 года

Лучшая номенклатура водогрейного оборудования

Ноу-хау и инновации

Уникальные технологии производства

Высочайший уровень качества



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



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



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



Котлы-утилизаторы



Газопоршневые установки



Чиллеры



Аварийные котельные



ОСНОВАН  
SINCE 1962

ДОРОГБУЖКОТЛОМАШ  
КОТЕЛЬНОЙ ЗАВОД № 1







### Уважаемые читатели!

С 1 марта 2014 г. вступили в силу новые правила технологического присоединения объектов капитального строительства к газораспределительным сетям, изложенные в Постановлении Правительства РФ от 30 декабря 2013 г. №1314. Журнал «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» (ПКМ) задал несколько вопросов по этому поводу генеральному директору «Мособлгаза» Дмитрию Голубкову (Д. Г.).

**ПКМ: Дмитрий Аркадьевич, что нового привносят правила в процесс газификации?**

**Д. Г.:** Новые правила дают заявителю прозрачную картину подключения к газовой сети. Все потребители разбиваются на три группы. К первой относятся те абоненты, расход газа у которых не будет превышать 5 м³/ч (для физических лиц) или 15 м³/ч (для юридических лиц), а проектное рабочее давление в присоединяемом газопроводе составит до 0,3 МПа. Следующая группа – те потребители, у которых расход газа не будет превышать 500 м³/ч (это предприятия малого и среднего бизнеса, коттеджные поселки или котельные средней мощности) и/или рабочее давление в присоединяемом газопроводе планируется до 0,6 МПа. И третья группа – это потребители, расход газа у которых превышает 500 м³/ч и/или рабочее давление – свыше 0,6 МПа.

**ПКМ: Как будет рассчитываться цена подключения для второй и третьей групп заявителей?**

**Д. Г.:** Для всех групп заявителей будут применяться стандартизированные тарифные ставки подключения к газовым сетям, которые устанавливаются на территории Московской области. Механизм образования цены станет понятен заявителю. Четко прописан алгоритм – формула, по которой заявитель может самостоятельно (либо при помощи специалистов) просчитать стоимость подключения.

**ПКМ: Каковы сроки газификации по новым правилам?**

**Д. Г.:** Постановлением четко определены сроки работ по договору. Для первой категории заявителей срок проведения мероприятий по подключению не может превышать 1 год при условии, что расстояние от сети газораспределения до границы участка заявителя не более 40 м, для второй группы – 1,5 года, для третьей группы – 2 года и более.

**ПКМ: Почему могут отказать в выдаче технических условий?**

**Д. Г.:** Отказать могут при отсутствии технической воз-

можности подключения (технологического присоединения) объекта капитального строительства к сети газораспределительной сети достигла максимально допустимого значения) или если объект капитального строительства не подлежит газификации.

**ПКМ: Куда подавать документы и сколько времени уходит на их оформление?**

**Д. Г.:** Вся работа с абонентами теперь осуществляется через службу клиентского сервиса (СКС), организованную по принципу работы одного окна, где принимаются все виды заявлений по вопросам технологического присоединения и выдаются договоры. СКС открыты в каждом из 12-ти филиалов «Мособлгаза». Договор по новым правилам заключается в течение месяца. Заявитель приходит в «Мособлгаз», подает заявление, в течение месяца специалисты рассматривают возможность технологического присоединения, затем выдается подписанный со стороны «Мособлгаза» договор, заявитель подписывает договор, и «Мособлгаз» начинает выполнение работ, определенных в договоре технологического присоединения со стороны «Мособлгаза». То есть теперь заявитель не должен предпринимать никаких действий по согласованию проекта и еще множества документов на прокладку газопровода до границы своего участка, как это было раньше. Осталась только обязанность заявителя выполнить работы на своей собственной территории и/или в доме. Данные работы заявитель вправе поручить как «Мособлгазу», так и любой подрядной организации по своему усмотрению.

**ПКМ: Можно ли подключиться к газовой сети по новым правилам, если технические условия уже выданы и проект на газификацию согласован до 1 марта?**

**Д. Г.:** Если у вас уже есть технические условия, то вы можете обратиться в «Мособлгаз» и заключить договор на технологическое присоединение по новым правилам, письменно отказавшись от уже выданных технических условий, или осуществить газификацию по старым правилам.



16+

# Содержание

## НОВОСТИ

4

## КОТЕЛЬНЫЕ

8 Сжигание биомассы в промышленных и отопительных котлах

12 Водогрейные котлы с кипящим слоем для сжигания низкосортных несортированных углей

15 Организация автоматизированной подачи топлива

для твердотопливных котлов

18 Улучшение экологических показателей отопительных и промышленных котлов за счет малозатратной реконструкции

20 Анализ причин накипеобразования при питании водогрейных котлов водой с комплексобразователями

## ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

24 Переоборудование промышленных котельных в мини-ТЭЦ

26 Новости когенерации

## ОБЗОР РЫНКА

30 Зарубежные твердотопливные многотопливные котлы повышенной мощности

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

36 Глубокая утилизация тепла отходящих газов теплогенераторов

## ВОДОПОДГОТОВКА

42 Деаэрация для котельных средней мощности

## ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

46 Тепло – наша профессия!

48 Юбилей представительства «ГЕА Машинпекс» в Новосибирске

49 Котлы EURO THERM для промышленности и ЖКХ

50 KSB: модернизация линейки оборудования в борьбе за экологию и сохранность ресурсов

53 Когенерационные установки Spark Energy

## ИНТЕРНЕТ

54 Зарубежные производители твердотопливных котлов в Интернете

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

56 Промышленный сегмент на выставке Aqua-Therm Moscow 2014

60 Конференция «Энергетика XXI века»

62 Седьмой Международный водно-химический форум в Москве



Директор  
Лариса Шкарубо  
magazine@aquatherm.ru  
Главный редактор  
Алексей Прудников  
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 «Лига-Принт»

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

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

Фото на 1-й с. обложки:  
блочно-модульная котельная  
МК ДКМ на базе  
жаротрубных котлов серии  
«Дорогобуж»



# ecostar®

COMBUSTION SYSTEMS



Реклама

## ECOSTAR ПРЕДСТАВЛЯЕТ ВАМ БЕЗГРАНИЧНЫЕ ВЫБОРЫ.

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

Ecostar горелки используются детали высокотехнологичных международных мировых брендов.

SIEMENS



DUNGS®  
Combustion Controls



LAMTEC



+7 (968) 569-53-09

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

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

VDE  
CERTIFICATE

EPK

TU R QUM®

UkrSEPRO

ISO 9001

ISO 14001

ISO 9001:2008

RoHS

CE

PG

## Электронный «конструктор» для проектировщиков

Корпорация CHIGO разработала программу для подбора мультизональных VRF-систем. Электронный сервис «VRF Selector» упрощает работу проектировщиков и технических специалистов, позволяя быстро и корректно подобрать необходимое оборудование. Причем специалисту нужно только выбрать необходимые типы внутренних блоков, их мощности и расположение, т.е. учесть особенности объекта. Программой отслеживаются температурные режимы работы оборудования в соответствии с температурой внутреннего и наружного воздуха, географическое расположение объекта. Исходя из мощностей внутренних блоков, архитектуры системы и длин трасс, определяются необходимые диаметры фреоновых проводов, разветвители, указывается объем загрузки наружного блока внутренними. При превышении допустимых значений длин трасс, перепадов высот между блоками и возникновении других подобных недочетов программа информирует проектировщика об этом. Новая программа подбора «VRF Selector» распространяется официальными представителями «Термокул РУС» – компании-дистрибьютора бренда CHIGO, через партнеров, а также представлена в свободном доступе на сайте компании.

## Солнечная энергетика на Алтае

ГК «Россети» заключила договор на технологическое присоединение солнечной электростанции в селе Кош-Агач (Республика Алтай), которая снизит энергодефицит, вырабатывая экологически чистую энергию. Кош-Агачская СЭС станет первым энергообъектом формирующейся сети солнечных электростанций, которая создается в рамках Постановления Правительства, направленного на стимулирование использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на оптовом рынке электрической энергии и мощности. Строительство первой очереди электростанции мощностью 5 МВт будет завершено в третьем квартале 2014 г. Вторую очередь аналогичной мощности введут в строй в 2015 г. вместе с присоединением электростанции к сетям. Оператором работ по технологическому присоединению выступает «МРСК Сибири» – дочернее предприятие ГК «Россети». Кроме

того, солнечные электростанции мощностью от 5 до 25 МВт проектируются в Оренбургской, Саратовской, Ростовской, Омской областях и в Республике Башкортостан. В настоящее время в ГК «Россети» прорабатывается вопрос технологического присоединения этих объектов.



## Мини-ТЭС на древесных отходах

В Сыктывкаре компания Metso построит ТЭС, работающую на растительном топливе, с тем чтобы устранить проблему свалки древесных отходов Сыктывкарского ЛДК. Проект реализует ООО «Биоэнергетическая компания» при содействии правительства региона в рамках республиканской программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Республики Коми (2010–2020 годы)». Теплоэлектростанция появится в местечке Лесозавод; ввод в эксплуатацию запланирован на конец 2014–начало 2015 гг. Планируемая мощность электростанции – 4,3 МВт. Для работы теплоисточника потребуется 83 тыс. т отходов ежегодно; полностью ликвидировать свалку предполагается за 10 лет.



## Минэнерго предлагает новые меры поддержки ВИЭ

Минэнерго РФ предлагает новые меры поддержки проектов строительства электростанций на основе ВИЭ, это следует из «дорожной карты» первого этапа реализации «Энергостратегии-2035», охватывающего период с 2014 по 2020 гг. Согласно документу, во всех субъектах РФ планируется создание схем размещения объектов ВИЭ с учетом возможности их работы на оптовом и розничном рынках, что, по мнению разработчиков энергостратегии, должно дать стимул к использованию ВИЭ в местных топливно-энергетических балансах. Реализация этой нормы, позволяющей включить объект ВИЭ в региональную схему размещения, дает право на получение государственной поддержки объекта на розничном рынке электроэнергии. Это также способствует заявленному в стратегии принятию разработанного Минэнерго РФ проекта распоряжения Правительства РФ об установлении величины предельных капитальных и эксплуатационных затрат на производство электроэнергии квалифицированными генерирующими объектами, вырабатывающими электроэнергию на основе ВИЭ и функционирующими на розничном рынке электроэнергии.



## Крупнейшую в России биогазовую станцию построят в Мордовии



ГК Корпорация «ГазЭнергоСтрой» завершает проектирование биогазовой электростанции в пос. Ромодановское (Мордовия, вблизи г. Саранска). Мощность станции составит 4,4 МВт, это самый крупный проект в сфере биоэнергетики в нашей стране. Такая станция крайне востребована: район, где планируется строительство, энергодефицитен, причем, местные сельхозпроизводители заинтересованы не только в появлении собственного источника энергии, но и в новом способе утилизации отходов. Основными поставщиками сырья для биогазовой станции выступают СПК «Ромодановское», близлежащие фермерские хозяйства, а также сахарный завод. Предприятие будет работать на отходах жизнедеятельности крупного рогатого скота и свекольном жоме.

## Электроэнергия для промышленных парков России

Энергетическая компания E.ON и группа DEGA, разработчик и оператор коммерческих и промышленных парков в России, заключили соглашение о долгосрочном партнерстве. Они будут выступать в роли строителей, собственников и операторов ТЭС для промышленных парков, созданных и управляемых группой DEGA в России. Компаниям будут предоставляться решения, обеспечивающие экономию затрат, сокращение выбросов CO и более высокое качество энергоснабжения. DEGA является создателем промышленного парка в городе Ногинске. На его территории располагаются компании «Байер», «Леруа Мерлен», «Мегафон», «Метро» и «Орифлейм». Их обеспечивают электричеством и теплом два газотурбинных энергоблока TBM-T130 мощностью 15 МВт каждый производства Turbomach S.A., работающих с резервированием в изолированном режиме. В рамках нового договора E.ON приобретет контрольный пакет дочерней компании DEGA, являющейся владельцем и оператором ТЭС. Это предоставит E.ON эксклюзивный доступ к новым технопаркам в России, над созданием которых DEGA работает в настоящее время.

## Энергоснабжение Олимпиады от Viessmann

Во время проведения XXII зимних Олимпийских игр в Сочи теплоснабжение ряда объектов обеспечивали промышленные водогрейные котлы Viessmann, специально доработанные для этого региона, с тем чтобы отвечать требованиям повышенной сейсмостойкости и эксплуатационной надежности в сложных климатических



условиях (таких, как постоянно меняющаяся погода, повышенная влажность, вероятность схода лавин, селей и пр). Другим важным моментом являлось то, что котельные Viessmann устанавливались в курортной заповедной зоне. Поэтому котлы отличались низкой теплонапряженностью камер сгорания, позволяющей снизить процентное содержание NO<sub>x</sub> и CO<sub>2</sub> до значений, даже меньших, чем предписывается европейскими требованиями.

Спрос на оборудование Viessmann в Сочи коснулся не только промышленных котлов: поскольку Сочинский регион представляет собой огромный потенциал для использования солнечной энергии, при строительстве нового железнодорожного вокзала Адлер в рамках программы «Зеленое строительство» была осуществлена установка модулей для генерации возобновляемой энергии солнца. Этот железнодорожный комплекс получил экологический сертификат BREEAM. При реконструкции здания аэропорта Сочи также были установлены солнечные модули Viessmann. В общей сложности на эти два объекта было поставлено более 300 коллекторов Vitosol 100-F. Общая мощность поставленного на олимпийские объекты оборудования Viessmann составила 150 МВт.

## Новый двигатель на биогазе

Концерн MAN Diesel & Turbo представил новый 8-цилиндровый двигатель E3268 LE2x2/LE222, работающий как на природном газе, так и на биогазе. Механическая мощность модели по сравнению с предшественницей увеличена на 40 % и составляет 370 кВт при частоте вращения 1500 об/мин. В зависимости от вида топлива КПД возрастает до 42 %. При снижении давления в контуре охлаждения двигателя можно использовать малый внешний насос охладителя, что в разы повышает эффективность работы всей системы.

Двигатель имеет диаметр цилиндра 132 мм, ход поршня – 157 мм; рабочий объем – 17,2 л. Вырабатываемая мощность составляет 21,5 кВт/л, что значительно выше, чем у предыдущей модели E2848. Исполнение E3268 LE212 предназначено для работы на природном газе со степенью сжатия 12:1, а E3268 LE222 – для работы на биогазе со степенью сжатия 14:1. Для этого двигатель имеет соответствующую конструкцию камеры сгорания и специальные поршни. Обе модели, работающие на природном газе и биогазе, соответствуют современным требованиям к уровню эмиссии (TA-Luft). При разработке E3268 LE2x2/LE222 взят за основу двигатель E3268. Новая технология включает 4-клапанную головку цилиндра, разработанную для снижения эффекта трения внутри двигателя при помощи специальных роликов или скользящих подшипников. Ноу-хау конструкции – электронная запись важных параметров при помощи датчиков, например температуры охладителя, давлений наддува и масла. Благодаря шине CAN, передача данных стала более простой.



## Сотрудничество «ГЕА Машинпэкс» и GEA EGI



В рамках выставки Russia Power 2014 в Москве состоялось подписание соглашения о расширении сотрудничества между российской компанией «ГЕА Машинпэкс» и венгерским производителем сухих градирен системы Геллера (Heller® System) GEA EGI. Начиная с марта 2014 г., компании приступают к активному сотрудничеству по продвижению систем сухого охлаждения в России, включая градирни системы Геллера, а также аппараты воздушного охлаждения (ABO) различного назначения. Специалисты «ГЕА Машинпэкс» обеспечат взаимодействие с заказчиком по всему комплексу технических и коммерческих вопросов, квалифицированное сопровождение проектов, а также решение вопросов логистики и монтажа оборудования. Инженеры GEA EGI будут курировать проект с учетом имеющегося у них опыта, что в совокупности позволит предложить оптимальные решения охлаждения, обеспечивающие энергоэффективность и энергосбережение.

## Дымоходы для котельных и мини-ТЭЦ

На российском рынке появились двухконтурные дымоходы из нержавеющей стали Schiedel ICS 5000, предназначенные для отвода продуктов сгорания промышленных котлов и теплоэлектрогенераторов мини-ТЭЦ, работающих на газе, жидком топливе при избыточном давлении до 7500 Па. Система разработана для использования с самым широким спектром теплогенерирующих устройств, резервных энергетических установок и комбинированных теплоэнергетических станций. Schiedel ICS 5000 может эксплуатироваться в условиях сильного коррозионного воздействия агрессивного конденсата, который образуется из дымовых газов при эксплуатации котлов и теплоэлектрогенераторов, работающих на твердом и жидком топливах. Особенно это касается конденсационных котлов промышленной мощности. Система имеет непрерывный слой изоляции по всей высоте дымохода и устойчива к воздействию влаги. Благодаря малому весу, дымоходы Schiedel ICS 5000 не требуют сооружения фундамента.





## Новые напольники от Вахі

В ряду новинок на выставке Aqua-Therm Moscow 2014 компания Вахі представила серию напольных газовых котлов SLIM HPS номинальными мощностями 79, 99 и 110 кВт (модели SLIM HPS 1.80, SLIM HPS 1.99 и SLIM HPS 1.110). Пришедшие на смену серии SLIM HP новые котлы Вахі с двухступенчатой атмосферной горелкой характеризуются высокой эффективностью (до 90 %). Секционный теплообменник из высокопластинчатого чугуна с профильными ребрами имеет большую поверхность теплообмена и оптимальные аэродинамические свойства. Благодаря тепловой изоляции из стекловолокна, размещенной под кожухом, потери тепла в котлах SLIM HPS минимальны. Котлы адаптированы к российским условиям: они устойчиво работают при понижении входного давления природного газа до 7 мбар. Возможна установка погодозависимой и каскадной автоматики, а также перенастройка для работы на сжиженном газе.



## Новый котел Bosch

На выставке Aqua-Therm Moscow 2014 компания «Бош Термотехника» представила водогрейные жаротрубные котлы промышленной мощности Bosch UT-L, предназначенные для работы на газе и жидком топливе в системах теплоснабжения города с разными профилями применения. Линейка котлов на перегретой воде низкого давления включает 33 типоразмера номинальной мощностью от 650 до 19200 кВт. Максимальное рабочее давление составляет 16 бар, максимальная температура – 120 °С. КПД достигает 95 %, а при использовании отопительного теплообменника отработанных газов, который опционально может быть установлен при непосредственной сборке котла, – 105 %. По желанию заказчика фронтальная дверца котла открывается как в левую, так и в правую сторону, что облегчает проведение профилактических работ.



## Обновление промышленных котлов Buderus

На смену промышленным водогрейным котлам Buderus Logano SK645/745 пришла новая линейка стальных водогрейных котлов Buderus Logano SK655/755. Данные котлы работают на газе и легком жидком топливе, предназначены для отопления коммерческих зданий. Их отличительной особенностью является высокая сезонная эффективность (КПД – до 93%). Модельный ряд включает 14 типоразмеров номинальной мощностью от 120 до 1850 кВт (SK 655 – от 120 до 360 кВт, SK 655 – от 420 до 1850 кВт). Максимальное рабочее давление составляет 6 бар, максимальная рабочая температура – 115 °С. Теплоизоляция и кожух уже смонтированы на котле, что позволяет сократить время на монтаж, а новая оригинальная конструкция петель и обмуровки передней дверцы упрощают его чистку и техническое обслуживание.





# Сжигание биомассы в промышленных и отопительных котлах

*Выпуску нового типа эффективных промышленных энергоустановок разного типа уделяется большое внимание в правительственных программах по энергосбережению и утилизации промышленных отходов, в том числе древесной биомассы и отходов сельскохозяйственного производства. Ведущие российские разработчики котельного оборудования предлагают решения, позволяющие добиться положительных результатов при использовании биомассы.*

Одним из путей рационального использования биомасс является их прямое сжигание в котельных установках. В настоящее время такие проекты успешно реализуются в Восточной Европе, Республике Беларусь, а также в ряде развитых стран (США, Финляндия, Швеция и др.). Много таких установок разработано и внедрено в России. В частности, ОАО «Бийский котельный завод», ОАО «Кировский завод» (Калужская обл.) и другие производители совместно с научными коллективами и наладочными организациями занимаются исследованием сжигания, разработкой конструкций, изготовлением и внедрением в производство котельных установок мощностью до 50 т/ч. В качестве топлива (отдельно или совместно с другими видами топлива) используются такие виды биомассы, как лузга гречихи, овса, подсолнечника (с выходом летучих до 60...80 %, большой парусностью коксового остатка), костная мука (с выходом летучих до 70...80 %, интенсивным отложением летучей золы на поверхностях нагрева) и даже ил из отстойников водоочистных сооружений (с влажностью 40...50 %, зольностью 25...30 %, фрагментами пластмассы). И это не говоря уже об отходах лесоперерабатывающего комплекса (опилки шлифованной пыли, стружка, щепа, кора с высокой влажностью и парусностью). Для решения поставленных задач на Бийском котельном заводе создана и успешно работает экспериментальная котельная (в том числе

и по сжиганию водо-угольного топлива). На кафедре котло- и реакторостроения Алтайского государственного технического университета в разные годы были созданы: пилотная огневая установка мощностью 0,5 МВт; два лабораторных

огневых стенда с кипящим слоем; крупномасштабная (2 м<sup>2</sup>) изотермическая модель топки с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС); плоская изотермическая модель кипящего слоя; установка для термообработки (до 500 °С); плоская

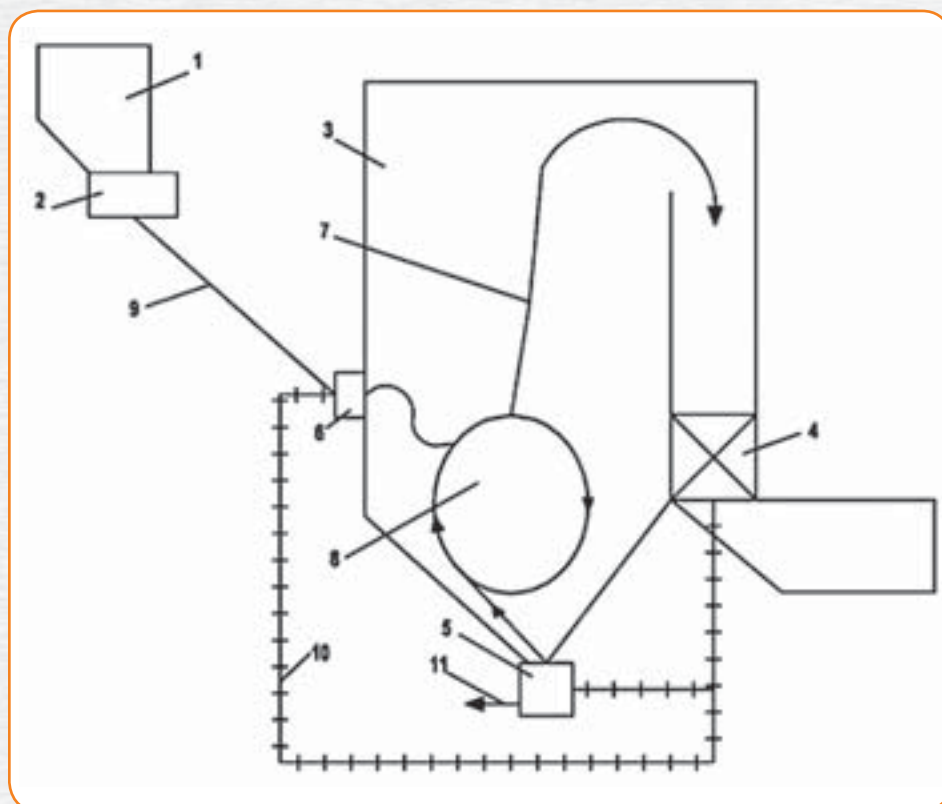


Рис. 1. Принципиальная схема НТВ-метода сжигания растительной биомассы: 1 – бункер топлива; 2 – питатель; 3 – топка; 4 – воздухоподогреватель; 5 – удаление золы, шлака, не сжигаемых примесей; 6 – горелка; 7, 8 – соответственно, ламинарная и турбулентная части факела; 9 – подача топлива; 10 – горячий воздух; 11 – зола, шлак



изотермическая модель ЦКС; модель пневмозатвора с кипящим слоем; растопочное устройство «kozyрек»; аэродинамическая установка для крупномасштабных моделей газоздухопроводов; аэродинамический стенд для изучения теплообмена и отложений цилиндрических поверхностей нагрева. Там же имеется лаборатория физико-технического анализа топлива и химического анализа дымовых газов.

### Метод низкотемпературного вихревого сжигания

При сжигании биомассы в энергетических котлах средней мощности представляет интерес метод НТВ – низкотемпературного вихревого сжигания, разработанный и усовершенствованный сотрудниками Санкт-Петербургского технического университета совместно с АО «Политехэнерго», ТОО «Энерготехнология» и другими организациями. Существо метода заключается в том, что в топке с помощью специально организованного воздушного дутья создается плотный вихрь, в котором происходят сушка и сжигание топлива. Посторонние включения, не поддающиеся сжиганию, проваливаются в холодную воронку и удаляются оттуда. Поскольку растительная биомасса отличается от других видов твердого топлива пониженным содержанием золы, при методе НТВ сжигания исключается такой недостаток, как эрозия экранных труб набегающим вихревым потоком. При сжигании биомассы с влажностью более 60 % разработчики рекомендуют использовать мазут (или газ) для подсветки факела.

Принципиальная схема НТВ-метода сжигания биомассы наглядно иллюстрируется рис.1.

На основе НТВ-метода разработан и испытан в условиях промышленной эксплуатации на лигнине (растительной биомассе – отходах Кедайского биохимзавода) паровой котел мощностью 40 МВт. Метод опробован в опытно-промышленных условиях при сжигании отходов переработки древесины, гидролизного лигнина и других видов биомассы при их максимальной влажности 60 % и более (до 70 %).

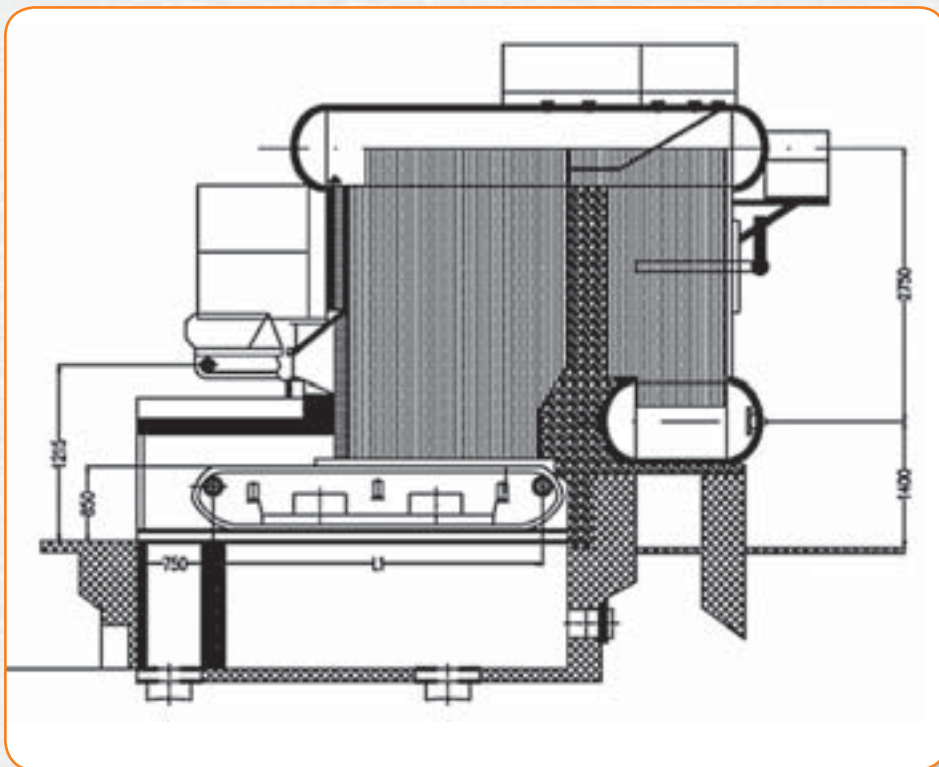


Рис. 2. Котел паровой типа E(KE) производительностью 4...10 т/ч

Проведенные испытания подтвердили достоинства внедренного метода: простоту обслуживания и реализации, возможность внедрения с минимальными переделками на действующих топках с факельным сжиганием или сжиганием в слое, самоочистку конвективных поверхностей нагрева, высокую надежность и взрывобезопасность, низкие эксплуатационные затраты, значительное уменьшение выбросов в атмосферу оксидов азота (благодаря глубокому снижению температуры в топке и возможности осуществления стадийности в подводе окислителя).

Большой опыт по использованию вихревых топок имеется у Бийского котельного завода. Это предприятие разработало и внедрило несколько десятков котлов производительностью до 25 т/ч с вихревыми топками. Для сжигания лузги и растительных отходов ОАО «Бийский котельный завод» освоил производство новых котлов Е-16-21-350 ГМДВ, KE-10-14 ОГВ, KB-1,86 ВД и УСШ-1-1,4 ГМДВ. Блок котла Е-16-21-350 ГМДВ установлен над вихревой топкой и соединен с ней вертикальным газоходом, в котором

расположен пароперегреватель (перегрев пара до 350 °С). Вихревая топка, изготовленная шестигранной, с горизонтальной осью, создана двумя цельносварными экранами. Выход вихревой топки выполнен фестоном, а со стороны глухого торца топки, образованного обмуровкой, установлены горелка и лаз.

Практика показала, что при реконструкции наиболее эффективны топки радиального типа. Они использованы в котлах KE-25-14-250, KE-10-14, KE-6,5-14, ДКВр-2,5-13 и др. Эти котлы поставляются Бийским котельным заводом, также выполняются проекты реконструкции устаревших котлов типа KE и ДКВР. Указанные типы топочных устройств позволяют удерживать в топке частицы лузги до полного их выгорания.

Опыт сжигания растительных отходов показал, что даже при низкой их зольности (например при сжигании подсолнечной лузги) происходит формирование мощных отложений золы в топке и котельных пучках.

Для обеспечения надежной эксплуатации требуется реализация соответ-



ствующих режимных и конструктивных мероприятий. Опыт круглосуточного сжигания лузги (котельная Урюпинского маслоэкстракционного завода с котлами Е-16-24-380ГВДМ) подтвердил эффективность работы котельной.

На основе вихревых топков с двусторонним воспламенением слоя на колоснике было освоено производство котлов КВ-1,86 ВД, работающих на древесных отходах. Такие котлы успешно эксплуатируются, например, в котельной Абазинского лесокombината (г. Абаза).

Вихревые топки высокоэффективны также и для сжигания сухих опилок и пыли от шлифования. Реконструкция котлов ДКВр-10 в котельной «Энергия РК» (г. Бердск) показала, что глубокое выгорание горючих из легких уносимых частиц может быть обеспечено в том числе и за счет оригинальной системы подачи острого дутья.

**Топки низкотемпературного кипящего слоя**

Наиболее унифицированным топочным устройством, в котором могут эффективно сжигаться и древесные отходы, и низкосортные угли, являются топки со

схемой свободного форсированного низкотемпературного кипящего слоя (НТКС) с организацией вихревого движения в объеме над слоем подачи вторичного дутья. В основе концепции создания таких топков лежит технологическая схема с использованием топки со свободным (без погруженных поверхностей нагрева), форсированным (скорость ожигения 5...10 м/с), низкотемпературным (800-1000 °С) кипящим слоем, вписываемой в профиль котла с использованием экранов и топочного объема для сепарации частиц и дожигания горючих.

Котлы с такими топками (водогрейные и паровые) удовлетворяют современным экологическим требованиям и рассчитаны на сжигание низкосортных углей, биомассы и горючих твердотопливных отходов. Выбранная технологическая схема сочетает в себе наиболее важные преимущества топков классического (пузырькового) и циркулирующего кипящих слоев.

Топка НТКС отличается высокой скоростью ожигения (до 9–10 м/с), малой неравномерностью температуры и концентрации топлива по площади слоя (за счет интенсивного перемешивания).

Слой выносится в объем топки и, интенсивно охлаждаясь, «истекает» по заднему экрану; под решетку подается только 50–60 % воздуха, участвующего в горении, остальной подается через сопла вторичного дутья. Недостаток воздуха в слое приводит к частичной газификации топлива и двухстадийному горению. Вторичный воздух поступает через фронтальные и задние сопла, образует вихрь с горизонтальной осью вращения и обеспечивает дожигание газов и выносимой мелочи. Форсированный режим обеспечивает более надежное сжигание и увеличение диапазона регулирования нагрузки, уменьшает площадь воздухо-распределительной решетки, позволяет вписать топку НТКС практически во все известные профили котлов Бийского, Дорогобужского, Белгородского и других котельных заводов. Отсутствие погруженных в слой поверхностей нагрева облегчает обслуживание котла, его эксплуатацию, снижает проблему абразивного износа. Низкая температура в слое обеспечивает высокие экологические показатели и бесшлаковочную работу котла. Реконструкция установленных ранее котлов с переводом их на сжигание в кипящем слое позволяет снизить выбросы оксидов азота и серы на 30...80 %, повысить производительность на 10...20 %, сжигать низкокачественный уголь и биомассу с зольностью до 55–60 % и теплотой сгорания на уровне 1500 ккал/кг.

В настоящее время Бийский котельный завод освоил производство паровых котлов с НТКС для сжигания широкой гаммы низкосортных углей и твердых горючих отходов, производительностью 10 и 25 т/ч, а также комплектов реконструкции на перевод серийных котлов типа КЕ, ДКВР, КВ-ТС на сжигание в кипящем слое.

Такая реконструкция предполагает замену топки слоевого сжигания на топку с НТКС с водоохлаждающей воздухо-распределительной решеткой, установку дополнительной трубной поверхности в топочном объеме, модернизацию переднего топочного блока, установку высоконапорного вентилятора, монтаж трехступенчатой системы возврата золы уноса.

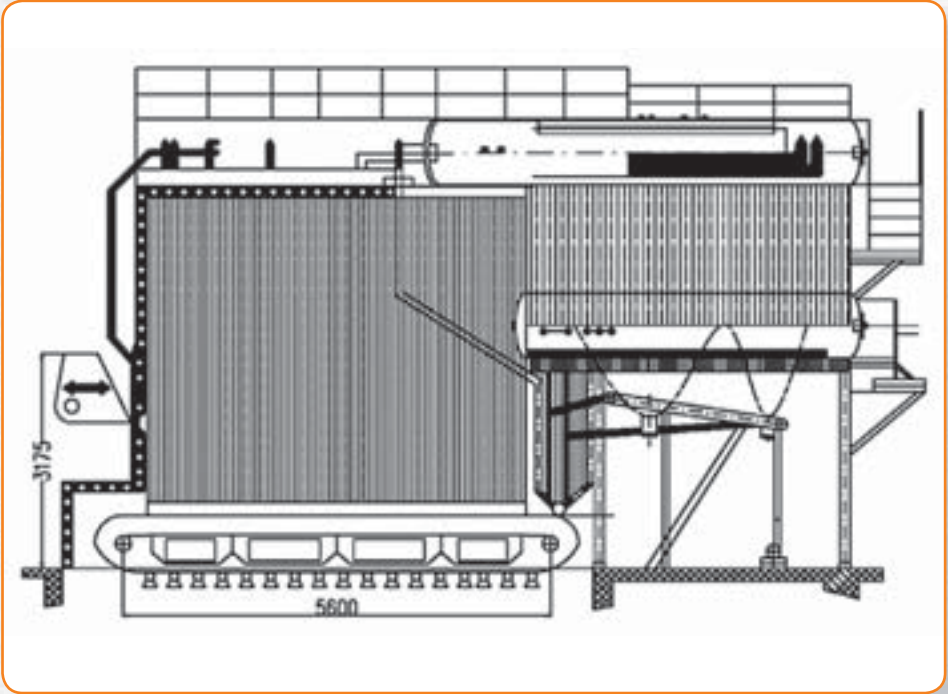


Рис. 3. Котел паровой Е-25-1,4Р (КЕ-25-14С)



Конструкции модернизированных паровых котлов типа Е (КЕ) производительностью от 2,5 до 25 т/ч показаны на рис.2 и 3. Это котлы с естественной циркуляцией, верхним и нижним барабанами, топочной камерой, экранированной негазоплотными панелями.

Котел Е-2,5-14Р комплектуется топкой типа ЗП-РПК с пневмомеханическими забрасывателями и решеткой с поворотными колосниками. Более крупные котлы паропроизводительностью от 4 до 10 т/ч оборудуются топками типа ТЛЗМ с пневмомеханическими забрасывателями и моноблочной ленточной цепной решеткой обратного хода. Как правило, котлы оборудуются системой возврата уноса и острым дутьем.

Выпадающий в конвективном пучке унос оседает в зольниках и возвращается в топочную камеру для дожига при помощи воздушных эжекторов по прямым трубам через заднюю стенку.

Принятые решения были проверены на работающих котлах путем их реконструкции с переводом на сжигание в кипящем слое. Так, котел КЕ-20-16-320 с топкой с НТКС при сжигании древесных отходов (технологической щепы с  $W^r = 45\%$ ) был установлен при реконструкции котла КЕ-25-24-350 ГМ в котельной ЗАО «Пермский фанерный комбинат» (новая маркировка котла КЕ-20-26-320 ОГВ).

Испытания котла в режиме НТКС показали его преимущества по сравнению с котлами «Тампелла» (Финляндия), установленными в той же котельной и сжигающими древесные отходы.

Среди этих преимуществ – отсутствие шлакования, высокая стабильность параметров

работы при КПД 78...84 % и количество выбросов  $\text{NO}_x$  не более 200 мг/нм<sup>3</sup> (при  $\alpha_{\text{ух}} = 1,4$ ).

В перспективе предполагается перевести этот котел на сжигание дробленой бересты, опилок, дробленых отходов от обрезки фанеры.

Для сжигания дробленого угля топки с НТКС установлены на реконструированных котлах ТП-35-40-440 и ТП 30-40-440 в котельной Теплоозерского цементного завода (Хабаровский край) и котлов ТС-35-40-440 Читинской ТЭЦ-2. В результате реконструкции котлов с установкой топки с НТКС на дробленом угле получены следующие преимущества:

- расширены пределы регулирования температуры перегретого пара за счет интенсификации теплообмена в топке и перераспределения дутья;

- повышен выжиг топлива (максимальные потери с механическим недожогом не превышают 2,5 %);

- исключены потери с химическим недожогом;

- концентрация монооксида углерода не превышает 100 ppm (125 мг/м<sup>3</sup>), а оксидов азота – 200 мг/нм<sup>3</sup>;

- регулирование температуры слоя осуществляется изменением расхода воздуха (без применения погруженных в слой поверхностей нагрева).

Весьма существенно, что разработанная схема НТКС позволяет адаптироваться к особенностям пылеугольных (камерных) энергетических котлов как объектов реконструкции.

При этом она обеспечивает процесс без использования дорогостоящих сепарационных устройств (циклоны) и систем возврата уноса.



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  $\text{O}_2, \text{CO}, \text{NO}, \text{NO}_2, \text{SO}_2$
- Расчёт массовых выбросов в режиме реального времени
- Удобство применения при проведении всех видов сервисного обслуживания



# Водогрейные котлы с кипящим слоем для сжигания низкосортных несортированных углей

В. Коняхин, А. Зорин

*В коммунальных котельных при отсутствии природного газа часто используют рядовой уголь, не отвечающий требованиям ГОСТ «Нормы качества углей для слоевого сжигания». В результате их КПД оказывается на 20–30 % ниже паспортных значений, а эксплуатация котельных не отвечает современным требованиям, предъявляемым к котельно-топочной технике.*

**П**роблема низкого КПД часто связана не только с конструктивными недостатками котлов, но и с необходимостью сжигания в их топках нерасчетных низкокачественных углей. Горение углей в этих котлах происходит в плотном неподвижном слое топлива, как правило, на чугунной колосниковой решетке. Экспериментально установлено, что эффективное сжигание таким способом возможно, если топливо отвечает следующим требованиям: зольность сухой массы не превышает у антрацитов 16 % и у каменных углей – 18 %, влажность углей – менее 8 %, содержание мелочи (размером до 6 мм) – менее 20 %. Однако многие угледобывающие предприятия допускают поставку для нужд жилищно-коммунального хозяйства большого количества рядовых углей с зольностью до 45 %, влажностью до 40 %, с содержанием мелочи до

60 %. Именно мелкие фракции топлива, как правило, имеют максимальную зольность.

При сжигании рядовых углей теплотворная способность котлов резко падает: у часто встречающихся котлов типа «Универсал-6» тепловая мощность снижается с 0,682 МВт (при сжигании грохоченного антрацита) до 0,319 МВт (при сжигании рядового каменного угля). У котла «Тула-3», соответственно, с 1,02 до 0,514 МВт, у котла «Минск-1» – с 1,032 до 0,433 МВт. При сжигании рядовых углей резко снижается и эффективность работы котлов, оборудованных слоевыми механическими топками, поскольку такие топки предназначены только для сжигания грохоченных углей (фракции 6–24 мм).

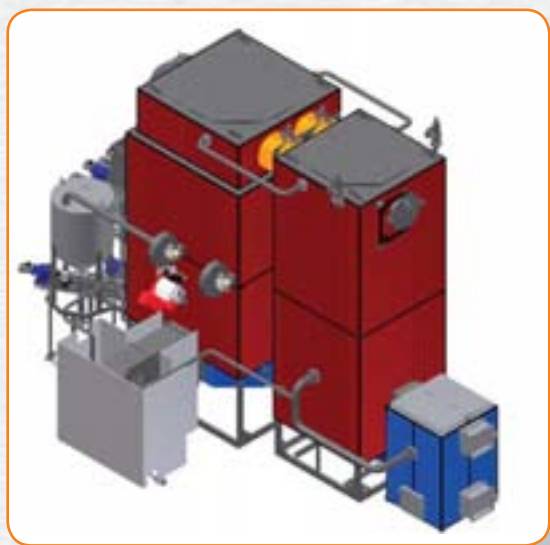
Плотный слой мелких частиц плохо продувается воздухом, поэтому процесс горения при обычном напоре дутьевого вентилятора 0,1 кПа приобретает «кратерный» характер. Уголь, расположенный между кратерами, практически не сгорает и удаляется вместе со шлаком. Доля несгоревшего топлива (механический недожог) достигает до 30–40 %. Кроме того, обслуживание механической топки при сжигании рядовых углей резко усложняется. Так, например, в одной из коммунальных котельных Ростовской области (п. Быстрогорский, Тагинский район, ООО «Коммунальщик») были установлены котлы «Братск-1», которые могли эффективно работать только на «мытой семечке», т.е. при сжига-

нии антрацита семечка (6–13 мм). Даже при незначительном содержании штыба в топке образовывались крупные шлаковые агломераты, которые можно было удалить только вручную.

Самой важной частью котла является топка высокотемпературного кипящего или интенсивно продуваемого слоя, размещенная в нижней части горизонтальной жаровой трубы. Топка имеет водоохлаждаемые воздухораспределители, выполненные в виде двух швеллеров. Отверстия в боковых полках воздухораспределителей расположены только со стороны продольной оси котла. Воздух из отверстий выходит в виде струй по касательной к жаровой трубе, причем исключается попадание в них частиц топлива.

Предложенная конструкция позволяет организовать в слое интенсивную циркуляцию частиц топлива, ликвидировать образующиеся обычно в кипящем слое зоны локального фонтанирования и, как показали специальные исследования, резко снизить унос топлива из слоя. Котел выполнен трехходовым по движению дымовых газов, что позволяет снизить их температуру за котлом (она не превышает 280 °С даже при мощности котла выше номинальной) и тем самым повысить КПД котла.

Первые котлы такого типа были изготовлены в 1997–1999 гг., а в настоящее время в эксплуатации на муниципальных и промышленных котельных ряда областей центральной России и Татарстана находится около 150 котлов. Причем в Ростовской области муниципальные котельные нескольких районов укомплектованы только котлами данной конструкции.





**Таблица 1. Основные проблемы, возникавшие при эксплуатации жаротрубно-дымогарных котлов с кипящим или интенсивно продуваемым слоем, и найденные способы их решения**

Марка котла	Место установки	Возникшая проблема при эксплуатации	Краткое описание решения проблемы
КВр-0,3 АК	Вагонное депо (ст. Тамбов)	Выход из строя воздухораспределительных уголков, быстрое забивание дымогарных труб первого хода	Неохлаждаемые воздухораспределительные уголки заменены водоохлаждаемым узлом из двух швеллеров. Увеличен диаметр дымогарных труб с 42 до 76 мм
КВр-0,8 АК	Котельная школы № 1 (пос. Инжавино Тамбовской обл.), котельная ЖКХ (пос. Таросовский, Ростовская обл.)	Прогорание водоподъемных труб из-за забивания осадком	Увеличен диаметр водоподъемных труб с 76 до 108 мм
КВр-0,8 АК	Котельная предприятия тепловых сетей (г. Гуково, Ростовская обл.)	Быстрое забивание дымогарных труб первого хода при переходе от сжигания антрацитового штыба к сжиганию штыба кузбасского угля	Установка быстросъемных откидных клапанов для слива золы из поворотных камер
КВр-0,8 АК	Котельная предприятия ООО «Ударник» (г. Донецк, Ростовская обл.)	Не обеспечивалась паспортная производительность при сжигании высоковлажных шламов коксующихся углей	Предложено сжигать шлам в смеси с антрацитовым штыбом в соотношении 60:40 %
КВр-0,5 АК	Котельная средней школы (пос. Люtkовo, Калужская обл.)	Забивание водоохлаждаемого швеллера осадком после первого года эксплуатации	Изменена система подачи охлаждающей воды
КВр-0,8 АК	Котельная ООО «Прогресс» (г. Гуково, Ростовская обл.)	Не обеспечивалась паспортная производительность из-за применения антрацитового штыба в смеси с породой (зольность смеси 44%) при хранении	Предложено имеющееся на котельной топливо сжигать в смеси с биомассой (древесные отходы или биогранулы)

В качестве топлива в этих котлах используются антрацитовый штыб (Ростовская обл.), кузбасские, интинские, хакасские каменные угли, бурый подмосковный уголь, угольные шламы интинских углей и коксующихся донецких углей.

Рассмотрим несколько примеров.

Угольный шлам имел теплоту сгорания 14,3 МДж/кг, влажность – 16,3 %, зольность – 35,9 %, содержание серы – 2,4 %, выход летучих веществ – 40,5 % и на 100 % состоял из частиц размером до 2 мм. Антрацитовый штыб на 84,7 % состоял из частиц топлива размером меньше 6 мм и содержал 1,25 % серы, 27,9 % золы, 9 % влаги, 6 % летучих веществ. Теплота сгорания штыба составила 18 МДж/кг.

Необходимо отметить, что угольные шламы и штыбы имеют стоимость в 2–3 раза меньшую, чем сортовые угли, а реальная теплота сгорания сортовых углей зачастую превышает теплоту сгорания этих угольных отходов не

более, чем на 15–30 %. Использование штыба в качестве топлива вместо сортового угля (антрацит семечко) позволило, например, стать безубыточным МУП «Заветинские теплосети» (Ростовская обл.), которое имеет 22 котельные, оснащенные только котлами данной конструкции.

К сожалению, твердотопливные котлы часто устанавливаются в отопительных системах с отсутствующей или плохо функционирующей водоподготовкой.

Обслуживающий персонал твердотопливных котельных обычно имеет низкую квалификацию. Тем не менее длительная эксплуатация котлов рассматриваемой здесь конструкции позволила выявить надежность их работы, в том числе при сжигании топлива с предельно высокой зольностью и влажностью, а также в системах без водоподготовки и с большими объемами подпитки циркулирующей воды различной жесткости. В табл. 1 приведены основные проблемы,

возникавшие при эксплуатации котлов и найденные пути их решения.

Для совершенствования технологии сжигания, в частности для того, чтобы улучшить экологию вблизи угольных котельных, было предложено в топке котла совместно сжигать низкосортный мелкозернистый уголь и биомассу в виде биогранул. В качестве последних предложено использовать гранулы из соломы, лузги проса, подсолнечника и т.п. Например, гранулы из лузги подсолнуха имеют следующие характеристики: теплота сгорания – 18,46 МДж/кг, зольность – 5,4 %, влажность – 7,7 %, выход летучих веществ – 67,9 %, содержание серы – 0,1 %, содержание азота – 0,7 %, насыпная плотность – 630 кг/м<sup>3</sup>, средний диаметр гранул – 10 мм, средняя длина – 12,5 мм.

В результате опытов по совместному сжиганию было установлено, что при увеличении содержания гранул в смеси от 0 до 40 % наблюдается резкое (на 120–140 с) сокращение продол-



Таблица 2. Продолжительность горения порции топлива и средние концентрации SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> при совместном сжигании низкосортных антрацитов и биогранул

Содержание биогранул в смеси, %	Продолжительность горения порции топлива, °C	Концентрация в продуктах сгорания	
		SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup>
0	560	1290	125
20	450	1100	281
40	420	860	360
60	380	620	387
100	360	80	430

Таблица 3. Характеристики биогранул

Наименование показателя	Пеллеты из древесных отходов	Пеллеты из лузги проса	Пеллеты из соломы озимой пшеницы
Диаметр пеллет, мм	8	7	10
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	670	786	630
Содержание золы на рабочую основу, %	0,5	9,7	4,38
Содержание серы на рабочую основу, %	0,1	0,4	0,07
Выход летучих веществ, %	75	82	68,67
Теплота сгорания, МДж/кг	20,73	18,38	15,42

жительности горения порции топлива. При более высокой концентрации гранул в смеси продолжительность горения порции топлива уменьшается только на 60 с. С ростом содержания биогранул в смеси эмиссия оксидов серы в атмосферу (в пересчете на SO<sub>2</sub>) уменьшается, но одновременно с этим увеличивается эмиссия оксидов азота (в пересчете на NO<sub>2</sub>) (табл. 2).



Были проведены также эксперименты по сжиганию в котлах данной конструкции одних только биогранул, характеристики которых представлены в табл. 3.

В результате проведенных исследований по сжиганию биогранул было установлено:

1. Скорость горения гранул, изготовленных из отходов растениеводства, в псевдоожиженном слое почти такая же, как скорость горения древесных гранул, хотя в последних содержится золы в 8–20 раз меньше, чем в агропеллетах.

2. Скорость горения гранул, изготовленных из отходов растениеводства, в псевдоожиженном слое значительно превосходит (для соломенных гранул в 3–5 раз) максимальную скорость горения таких отходов в плотном слое.

3. Максимальная температура топочных газов при сжигании агропеллет оказывается на 100–180 °C ниже максимальной температуры

топочных газов при сжигании отходов растениеводства в плотном слое. Следовательно, при сжигании агропеллет в кипящем слое существует меньшая вероятность расплавления частиц летучей золы и образования плотных отложений этой золы на поверхностях нагрева котла, чем при сжигании таких отходов в плотном слое. При сжигании агропеллет очаговый остаток имеет порошкообразную структуру, агломератов расплавившейся и спекшейся золы в нем нет. Их отсутствие объясняется подвижностью частиц, за счет которой эти агломераты разрушаются.

Выводы

1. Результаты многолетней эксплуатации стальных водогрейных жаротрубно-дымогарных котлов подтвердили правильность выбора технологии сжигания в высокотемпературном кипящем или интенсивно продуваемом слое рядовых углей (каменных и бурых), угольных штыбков и шламов.

2. Проведенные эксперименты показали возможность совместного сжигания в высокотемпературном кипящем слое низкосортных мелкозернистых углей и гранул, изготовленных из отходов растениеводства. При этом обеспечивается не только снижение выбросов оксидов серы, золы (в том числе летучей) и шлака в окружающую среду, но и повышается стабильность и скорость горения такого низкорекреационного топлива, как антрацитовый штыб.

3. Котлы представленной конструкции могут быть успешно использованы для сжигания одних только гранул, изготовленных из отходов растениеводства (солома, лузга проса, подсолнечника и т.п.). При этом существенно возрастает скорость горения этого топлива за счет сжигания в кипящем слое, создаваемом в топке котла; исключается возможность образования агломератов золы и шлака, что позволяет при оборудовании котлов системами подачи агропеллет в топку полностью механизировать и автоматизировать работу котла и поднять до уровня газовой котельной уровень эксплуатации и условия труда в котельной, работающей на твердом топливе.



# Организация автоматизированной подачи топлива для твердотопливных котлов

А. Лебедев

*Решения по автоматизации работы отопительных и промышленных котлов на твердом топливе предлагаются как зарубежными, так и отечественными производителями котельного оборудования. Сегодня это способы автоматизированной подачи не только мелкофракционного (опилки, щепа, торф, гранулы и т.д.), но и крупнокускового (уголь, дрова, древесные отходы и пр.) топлива.*

Если в индивидуальном теплоснабжении коттеджей автоматизированная подача твердого топлива в котел нерациональна (это некупаемые вложения), то в коммерческом и промышленном сегментах она создает большие возможности для экономии людских, топливных и других ресурсов. Автоматизировать работу традиционных твердотопливных котлов сложно, поскольку регулирование осуществляется в основном за счет объема топлива, поступающего в зону его реакции. Организовать автоматическую непрерывность и дозирование этого процесса при использовании дров или крупнокускового угля (а именно такие фракции требуются для традиционных колосниковых решеток) представляется довольно трудной задачей. Тем не менее на рынке появились линии предварительной подго-

товки дров (распил на мерные чурбаки, раскол и складирование), позволяющие автоматизировать работу и таких твердотопливных котлов. Например, это станок для заготовки дров ZA 160/2 производства германской компании BGU Maschinen (рис. 1). Он компактен, имеет низкий уровень шума и вибраций, что делает возможной его установку в помещении, работает при давлении 80 бар. Толщина выдаваемых поленьев составляет 100–220 мм (поперечный размер – до 160 мм), производительность достигает 2,4 скл. м<sup>3</sup>/ч дров.

Часто оборудование для предварительной подготовки дров позиционируется на рынке как дровоколы, но по сути оно является автоматизированными линиями для подготовки топлива и загрузки его в бункер или непосредственно в котлы. На рис. 2 показан дровокол компании Jara (Финляндия), осуществляющий операции от распила бревна до подачи поленьев на загрузочный транспортер. Он предназначен для переработки древесины диаметром не более 450 мм. Раскряжевка осуществляется шинной пилой, конвейеры, подающий и выводной, – ленточные. Дровокол выполняет две операции – распил бревна на заготовки заданных раз-

меров (200–700 мм) и расщепление их на дрова, которое осуществляется выталкиванием заготовок на ножи, рассекающие их на 6, 8 или 12 частей. Управление подающим ленточным конвейером, раскряжкой и последующим расщеплением заготовок на дрова осуществляется с помощью джойстиков, связанных с гидравлическим распределителем.

Расщепление происходит в одном желобе раскола двумя гидроцилиндрами диаметрами 70 и 100 мм. Они работают от автоматического вентиля регулирования скорости, что позволяет дровоколу быстрее раскалывать дрова при разных диаметрах древесины. Мощность регулируется автоматическим вентилем скорости гидроцилиндра. Затем выводной конвейер может подавать дрова заданного размера непосредственно в бункер твердотопливного котла.



Рис. 1



Рис. 2





Рис. 3

### Автоматизация подачи мелкофракционного топлива

Задача автоматизированной подачи твердого топлива значительно упрощается, если применяется мелкофракционное топливо, такое, как щепа, торф и др. На рынке представлено большое количество твердотопливных котлоагрегатов с опцией автоматизированной загрузки топлива как зарубежных, так и отечественных производителей. Большой опыт автоматизации топливоподачи твердотопливных котлов накоплен в Восточной Европе – в Польше, Чехии, Венгрии, Словакии и странах Прибалтики. Так, автоматизированные угольные котлы Carborobot (Венгрия) были разработаны для сжигания бурого угля и твердых биоотходов. В настоящее время в Венгрии эксплуатируется несколько десятков тысяч таких котлов, а несколько лет назад они появились и в России. Высокий КПД (75–86 %), низкая эмиссия CO и NO<sub>x</sub>, сажи и дымовых частиц позволяют снизить нагрузку на окружающую среду до нормативно допустимого уровня. Котлы хорошо зарекомендовали себя при отоплении многоквартирных зданий, школ, больниц, заводов, там, где требуется автоматизированное отопление без постоянного контроля. Резервуар угля позволяет работать несколько дней без дополнительной загрузки. Пока уголь в нем не кончится, котел не требует вмешательства челове-

ка, управление происходит автоматически. Удаление шлаков производится во время заполнения резервуара.

В зависимости от качества угля горение при необходимости возобновляется автоматически в течение 2–5 дней. Полностью автоматическое управление предоставляет возможность регулировать горение по сигналам термостата. Корректный монтаж котла в соответствии с используемым топливом позволяет обойтись без непрерывного контроля оператора, при этом изменение погодных условий не влияет на качество горения. Эмиссия CO и NO<sub>x</sub> значительно снижена по сравнению с ней в традиционных угольных котлах – до 200–500 мг/м<sup>3</sup>. Содержание до 25 % угольной пыли не препятствует работе котлов в штатном режиме. Но необходимо, чтобы топливо было сухим: загрязненный и влажный уголь не может поступать из бункера, а использование его фракций, свыше 25 мм снижает мощность котла и ухудшает показатели вред-

ных веществ по выходу. Номинальная мощность котлов составляет от 40 до 280 кВт.

Котлы Carborobot Bio могут работать не только на угле, но и на древесных отходах (щепе), пеллетах, отходах сельскохозяйственного производства (соломе, лузге подсолнечника и т.п.). Можно также использовать смесь угля и биоотходов, смеси биомассы – пеллет, агропеллет, щепы, зерновых отходов. Червячный транспортер (шнек) применяется для транспортировки топлива в зону горения. Модели Carborobot Farmer тестированы на Европейский стандарт EN 303-5:1999 и имеют две камеры сгорания. Вторая камера, газификатор, предоставляет возможность регулировать сжигание дров и биобрикетов в топке. В таком режиме котел работает с большой мощностью (импульсный режим), поэтому предлагается использовать буферный накопитель, если предполагается длительное использование дров.

### Российский опыт автоматизации твердотопливных котлов

Наряду с европейскими производителями разработкой систем автоматизированной подачи мелкофракционного топлива в твердотопливные котлы занимаются и российские предприятия. Так, компания «Балткотломаш» (Санкт-Петербург) выпускает котел водогрейный с механической подачей щепы (КВм) с наклонной колосниковой решеткой мощностями от 0,63 до 2,5 МВт (рис. 3). Для автоматизации процесса размер щепы должен составлять не более 40 × 40 × 5 мм (т. е. иметь вполне стандартный размер щепы).

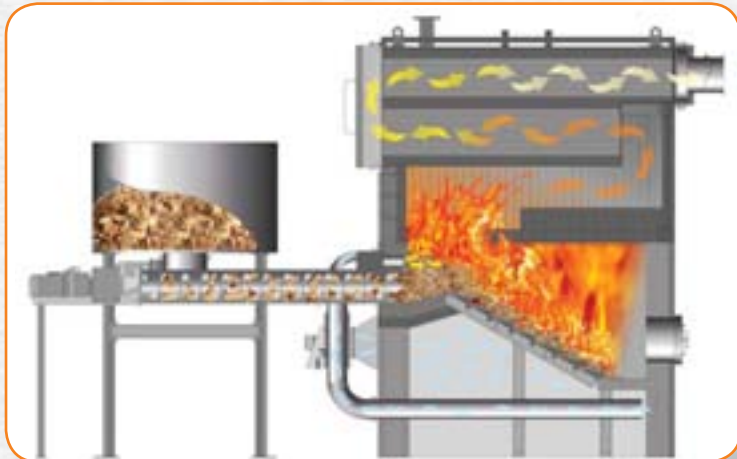


Рис. 4



КВм работает с принудительной циркуляцией воды при максимальной температуре до 115 °С и давлении до 6 бар. Организация автоматизированной подачи топлива осуществляется с помощью как шнековой системы, так и гидротолкателя. В первом случае топливо подается из бункера шнековыми транспортерами (рис. 4), частота вращения которых настраивается с пульта управления котлоагрегатом и зависит от рабочей нагрузки и качества топлива. Попадая в топку, оно сжигается в слое на колосниковой решетке, под которой организованы три зоны дутья, куда подается первичный воздух для горения. Зола (провал), находящаяся под колосниковой решеткой, попадает в полости сбора золы под подом топки. Вторичный воздух поступает в топку на уровне огнеупорного свода и полностью обеспечивает выгорание топлива. У водогрейных КВм с наклонной колосниковой решеткой и гидротолкателем его поршень сначала выдвинут на полный ход, запирая горловину проходного раструба. При работе гидrocилиндр оттягивает поршень назад, освобождая тем самым проход для топлива из загрузочного бункера в камеру ввода, затем поршень сдвигается гидrocилиндром в сторону раструба, перемещая топливо в топку. Число ходов толкателя также настраивается с пульта управления котлоагрегатом и зависит от нагрузки и качества топлива. Данная линейка котлоагрегатов комплектуется по желанию заказчика подвижной наклонно-переталкивающей решеткой. Данная конструкция решетки применима и к котлам большей мощности до 9 МВт включительно.

Кроме того, компания «Балткотломаш» предлагает водогрейные котлы КВм мощностями 3,15 и 4 МВт с шурующими планками (рис. 5, 6). Эти агрегаты работают на древесном топливе, причем допускается наличие крупной фракции размером 150х50х30 мм при основном объеме щепы 40х40х5 мм. Возможно ее сжигание с добавлением опилок в соотношении 70 % щепы и 30 % опилок. Топливо перемещается из приемного бункера четырьмя шнековыми транспортерами топливоподачи, приводимыми в движение двумя мотор-редукторами, в топку, где оно сжигается в слое на решетке. Водоохлаждаемые шурующие планки, приводимые в движение

гидrocилиндрами, предотвращают спекание топлива, одновременно распределяя его и перемещая по решетке. Непосредственно под решеткой организованы три зоны поддува, куда подается воздух для горения. Удаление золы и шлака с решетки происходит за счет движения шурующих планок, которые перемещают золу и шлак в сторону провала, откуда они попадают на транспортер и удаляются за пределы котла. Зола, находящаяся под решеткой,



Рис. 5



Рис. 6

также оказывается на транспортере под зольником топки.

Завод «Балткотломаш» также производит промышленные котлоагрегаты и на других видах твердого топлива (пеллеты, уголь, торф, древесные отходы).

В числе российских производителей, выпускающих автоматизированные комплексы для малых и средних угольных котельных мощностью 1–3 МВт с топкой, оборудованной механической колосниковой решеткой, следует назвать Ковровский завод котельно-топочного и сушильного оборудования (ООО «Союз»). Такие комплексы поставляются в виде готовых блоков, облегчающих монтаж и подключение. В качестве топлива используется уголь фракции до

50 мм. Подача топлива в топку и удаление шлака осуществляется механизированно: эксплуатация котла исключает непосредственное участие человека, оператор осуществляет ввод программы на шкафу управления, который может монтироваться в любом месте котельного зала. Котел работает при закрытых топочных дверцах и не требует ручной загрузки угля и расшлаковки: загрузка бункера производится погрузчиком, шлак высыпается в контейнер или в тракторную тележку. Комплекс комплектуется также регулирующей и сигнальной аппаратурой, обеспечивающей безопасную эксплуатацию. КПД автоматизированных твердотопливных котельных в зависимости от режима эксплуатации может достигать 91 %.



# Улучшение экологических показателей отопительных и промышленных котлов за счет малозатратной реконструкции

Рыжий И.

Как известно, при сжигании природного газа в отопительных и промышленных котлах образуются токсичные вещества: оксид углерода СО и оксиды азота NO<sub>x</sub>. Массовые выбросы NO<sub>x</sub> такими котлами невелики (по сравнению с крупными промышленными и энергетическими котлами), однако отсутствие у них высоких дымовых труб лишает их эффекта рассеивания.

Концентрации СО и NO<sub>x</sub> являются важными показателями, которые необходимо учитывать при выборе оборудования. Их величина в значительной степени определяется конструкцией котла. Так, большое значение имеют не только вид горелочного устройства и тепловое напряжение топочного объема, но и режим работы котла, а также степень изошенности отдельных его узлов.

Для примера приведем экологические характеристики ряда отечественных отопительных котлов.

Для отопительных и промышленных целей в нашей стране часто используют разработанные НПО ЦКТИ вертикально-цилиндрические паровые котлы типа МЗК. Это газомазутные котлы паропроизводительностью 0,4 или 1,0 т/ч и давлением насыщенного пара 0,9 МПа.

Топочная камера котла МЗК имеет цилиндрическую форму и футерована огнеупорным кирпичом. Воздух к вихревой горелке подается дутьевым вентилятором, а дымовые газы удаляются из котла при помощи дымососа. Важной особенностью этих котлов является автоматическая установка соотношения «топливо–воздух» в двух положениях: «большое горение» и «малое горение».

Для определения экологических характеристик котлов типа МЗК были проведены испытания в котельной московского завода «Манометр» (2 котла) и в котельной Лосиноостровского электродного завода (1 котел). Основные результаты измерения концентраций вредных выбросов в режимах «большого» и «малого» горения на этих котлах приведены в таблице.

Как видно, выбросы NO<sub>x</sub> и СО ощутимо зависят от состояния оборудования. Во всех

Таблица

Характеристика	Котел завода «Манометр»		Котел Лосиноостровского электродного завода
	№ 1	№2	№ 1
«Большое» горение			
Давление газа $p_r$ , кПа	0,50	0,43	0,76
Давление воздуха $p_b$ , кПа	0,45	0,38	0,56
Содержание O <sub>2</sub> за котлом, %	9,3	9,9	6,2
Концентрация NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup> (6% O <sub>2</sub> )	143	133	116
Концентрация СО, мг/м <sup>3</sup> (6% O <sub>2</sub> )	145	132	23
«Малое» горение			
Давление газа $p_r$ , кПа	0,40	0,27	0,52
Давление воздуха $p_b$ , кПа	0,32	0,25	0,52
Содержание O <sub>2</sub> за котлом, %	6,1	11,0	12,0
Концентрация NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup> (6% O <sub>2</sub> )	125	110	45
Концентрация СО, мг/м <sup>3</sup> (6% O <sub>2</sub> )	15	142	529

случаях переход от режима «большого» горения к «малому» приводит к уменьшению концентрации NO<sub>x</sub>, однако в отношении СО такой тенденции не наблюдается. Более того, на котле МЗК Лосиноостровского электродного завода переход на «малое» горение привел к значительному повышению концентрации СО.

На многих предприятиях используется еще один тип промышленно-отопительного парового котла: вертикально-водотрубный парогенератор Е 1/9М, рассчитанный на получение 1 т/ч насыщенного пара при давлении до 0,9 МПа. Этот котел имеет экранированную топочную камеру и два барабана, верхний и нижний, которые расположены перпендикулярно продольной оси парогенератора. Конвективная поверхность нагрева состоит из двух пучков, имеющих коридорное расположение труб.

Испытания котлов такого типа были проведены в котельной одного из предприятий г. Москвы, где было установлено несколько котлов Е 0,9Г-3 с напорными горелками. Опыты проводились при сжигании природного газа.

Результаты измерения концентраций NO<sub>x</sub> и СО при изменении нагрузки (дав-

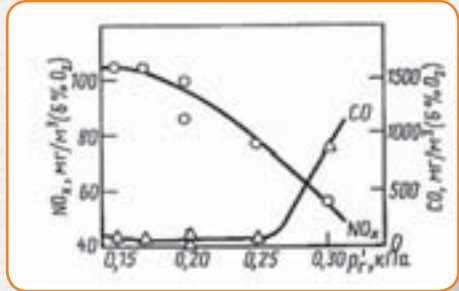


Рис. 1



ления газа перед горелкой  $p_r'$ , кПа) показаны на рис. 1. Из приведенного графика видно, что максимальная концентрация  $\text{NO}_x$  составляет  $105 \text{ мг/м}^3$  (в пересчете на  $\text{NO}_2$  при стандартных условиях:  $0^\circ\text{C}$ ,  $101,3 \text{ кПа}$ ,  $6\% \text{ O}_2$ ). По мере увеличения нагрузки концентрация  $\text{NO}_x$  снижается, а содержание  $\text{CO}$  остается достаточно низким (менее  $100 \text{ мг/м}^3$ ). Однако при форсировке нагрузки ( $p_r' > 0,25 \text{ кПа}$ ) концентрация  $\text{CO}$  резко увеличивается.

Это объясняется тем, что давление, а следовательно, и расход воздуха во всех опытах оставались постоянными (давление  $0,15 \text{ кПа}$ ), поэтому увеличение нагрузки сопровождалось снижением избытка воздуха. Это хорошо видно из графика на рис. 2, на котором приведены концентрации  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}$  в тех же опытах, но в зависимости от избытка воздуха ( $\text{O}_2$ , %). Из графика также следует, что оптимальной в экологическом плане является такая нагрузка, при которой избыток  $\text{O}_2$  составляет 3 %. В этом режиме концентрация  $\text{NO}_x$  не превышает  $76 \text{ мг/м}^3$ , а содержание  $\text{CO}$  –  $72 \text{ мг/м}^3$  (при  $6\% \text{ O}_2$ ). Дальнейшее снижение избытка воздуха недопустимо из-за роста концентрации продуктов неполного сгорания.

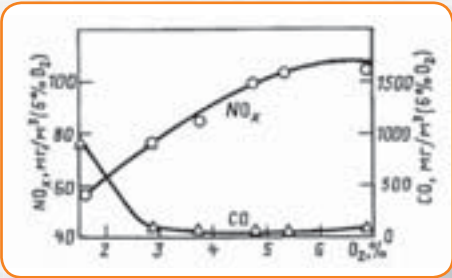


Рис. 2

Анализ результатов испытаний отечественных отопительных и малых промышленных котлов показывает, что даже при сжигании природного газа (наиболее экологически «чистого» топлива) в атмосферу выбрасывается значительное количество токсичных оксидов азота:  $100\text{--}200 \text{ мг/м}^3$  (в пересчете на  $\text{NO}_2$  при  $\alpha = 1,4$ ), что соответствует удельным выбросам  $1,25\text{--}2,5 \text{ г NO}_2$  на  $1 \text{ м}^3$  сожженного газа. Поскольку объемы сжигаемого газа (особенно в зимнее время) весьма велики, очевидно, что для решения экологических проблем в городах необходимо принимать меры для снижения выбросов  $\text{NO}_x$ .

В настоящее время в промышленно-отопительных котельных г. Москвы наи-

более часто используются такие методы подавления  $\text{NO}_x$ , как двухступенчатое сжигание и упрощенная (без установки специальных дымоходов) схема рециркуляции дымовых газов.

Так, схема двухступенчатого сжигания была внедрена на газовом котле ДКВр-6,5/13, установленном в котельной московского завода «Искож». При проведении опытов, в которых весь воздух подавался через две горелки типа ГМГ-4, концентрация  $\text{NO}_x$  в дымовых газах менялась (в зависимости от избытка воздуха) от  $145$  до  $170 \text{ мг/м}^3$  ( $6\% \text{ O}_2$ ). Подача же части воздуха через специально смонтированные на боковых экранах шлицы снижала этот показатель до  $64\text{--}85 \text{ мг/м}^3$  (т.е. примерно в 2 раза).

Такой же эффект был достигнут и на котле ДКВр-10/13, установленном в котельной Московской фабрики музыкальных инструментов. Здесь воздушные шлицы были смонтированы на фронтальной стене топки, выше горелок. Результаты опытов, проведенных на этом котле до и после его реконструкции, показаны на рис. 3. Видно, что до внедрения новой схемы сжигания при номинальной нагрузке котла концентрация  $\text{NO}_x$  составляла примерно  $200 \text{ мг/м}^3$  ( $6\% \text{ O}_2$ ). Использование двухступенчатой схемы сжигания позволило снизить эту концентрацию до  $100\text{--}120 \text{ мг/м}^3$  при сохранении избытка воздуха. Но по условиям допустимого содержания  $\text{CO}$  (менее  $100 \text{ мг/м}^3$ ) котел мог работать с избытком воздуха, соответствующим концентрации  $\text{O}_2$ , равной  $1,9\text{--}2,0\%$  (при этом концентрация  $\text{NO}_x$  снижается до  $56 \text{ мг/м}^3$ ).

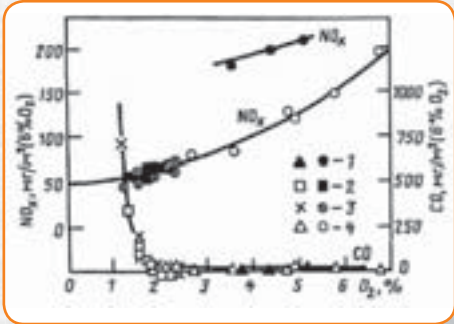


Рис. 3

Весьма эффективным средством снижения выбросов оксидов азота оказалась подача через горелки небольшой части дымовых газов, отбираемых за дымоходом или из промежуточного газохода котла. Примером реализации такого решения является реконструкция котла ДКВр-4/13,

установленного в котельной Московского комбината железобетонных изделий (КЖИ-355).

После монтажа линии рециркуляции дымовых газов из газохода перед экономайзером на всас дутьевого вентилятора были проведены опыты с разной долей рециркуляции ( $r$ , %). При определенной нагрузке и фиксированном избытке воздуха изменялось положение заслонки на всасывающем коробе перед дутьевым вентилятором и/или шибером на линии рециркуляции газов. Степень рециркуляции рассчитывалась по содержанию кислорода на всасе вентилятора и в газах рециркуляции, т.е. за котлом.

Результаты опытов при разных нагрузках котла представлены на рис. 4. При максимальной нагрузке ( $5 \text{ т/ч}$ ) и при открытом шибере на линии рециркуляции ( $r = 4\%$ ) концентрация  $\text{NO}_x$  равна  $231 \text{ мг/м}^3$  ( $6\% \text{ O}_2$ ). По мере открытия шибера содержание  $\text{NO}_x$  снижается и при  $r = 27,5\%$  составляет всего лишь  $39 \text{ мг/м}^3$ , т.е. примерно в 6 раз меньше, чем при  $r = 0$ . При этом температура газозвушной смеси перед горелкой увеличивается до  $88,5^\circ\text{C}$ , а содержание  $\text{CO}$  за котлом несколько возрастает, но остается на приемлемом уровне. Температура уходящих газов за котлом при максимальной рециркуляции повышается от  $240$  до  $249^\circ\text{C}$ .

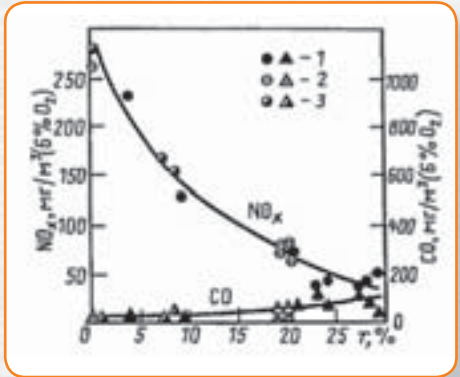


Рис. 4

При номинальной и сниженной нагрузках ( $4$  и  $2,9 \text{ т/ч}$ ) рециркуляция также дает значительный эффект: в первом случае увеличение  $r$  от  $0$  до  $20\%$  снизило концентрацию  $\text{NO}_x$  с  $260$  до  $70 \text{ мг/м}^3$ , а во втором (уже при  $r = 7\text{--}8\%$ ) – концентрация  $\text{NO}_x$  уменьшилась с  $280$  до  $152\text{--}164 \text{ мг/м}^3$ . Содержание  $\text{CO}$  во всех опытах оставалось достаточно низким (менее  $100 \text{ мг/м}^3$ ).



# Анализ причин накипеобразования при питании водогрейных котлов водой с комплексообразователями

Я.Резник

*Конкурентные преимущества иностранных технологий и оборудования способствовали быстрому распространению на российском рынке зарубежных водоподготовительных технологий и оборудования. Однако есть в водоподготовке технология, где российские разработки и их внедрение в энергетику могут быть признаны одними из первых и, может быть, лучшими в мире.*

Речь идет о комплексообразователях (далее – комплексоны). Первые работы ФГУП ИРЕА, затем Уралэнергочермета, предприятий Донецкой теплосети, ОРГРЭСа, ВТИ, МЭИ и др. показали возможность предотвращения (уменьшения) образования накипи и коррозионных явлений с помощью добавления комплексонов в питательную воду энергетических установок и оборудования.

Естественно, любой метод водоподготовки имеет ограниченные технологические возможности и границы применения. И, конечно, важны экономические характеристики.

В одном из городов Московской области была построена мини-ТЭЦ – газотурбинная теплоэлектростанция – ГТ-ТЭЦ-9М с двумя рабочими водогрейными котлами КУВ-23,3(20)-170(М) и двумя пиковыми водогрейными котлами КУВ-Г-23,3-170 производства ОАО «Белэнергомаш».

В котлах КУВ-1, КУВ-2 нагреваемые трубы объединены в двузаходные горизонтальные пакеты.

Расход воды котлом КУВ-1 с ноября 2011 г. по май 2012 г. составил 220–260 т/ч; котлом КУВ-2 в тот же период – 280–375 т/ч. Оба котла работали с перерывами. В связи с образующимися отложениями накипи на нагреваемых поверхностях (увеличение сопротивления движению воды в

котельных трубах) котлы были выведены из эксплуатации.

Качество исходной воды: жесткость общая  $J_o = 8,0$  ммоль/л; жесткость карбонатная  $J_k (Щ_o) = 6,1$  ммоль/л; содержание, мг/л: кальция – 104,8; магния – 35,5; натрия – 48,9; сульфатов – 92,0; хлоридов – 110,0; сухого остатка – 614; водородный показатель (рН) = 7,4.

Здесь нужно упомянуть важное обстоятельство. Заказчиком представлены только две прописи показателей качества исходной воды от 27.07.2006 и от 19.03.2012 (проба воды от 13.03.2012). Такое положение недопустимо: необходимо не менее четырех анализов воды (все сезоны) за 2011–2012 гг. Кроме того, в прописи от 19.03.2012, наряду с ненужными для данного анализа сведениями, отсутствуют совершенно необходимые показатели: жесткость карбонатная (щелочность общая), содержание кальция, а в прописи от 27.07.2006 нет сведений о содержании в воде натрия, в обеих прописях не указано значение окисляемости перманганатной.

Поэтому анализ причин накипеобразования вынужденно основывался на условной контаминации двух представленных прописей. Таким образом, показанная выше пропись качества исходной воды условная.

Не были представлены также прописи анализов качества нагретой воды после котлов.

Для предотвращения накипеобразования и коррозии в трубах котлов была применена обработка подпиточной воды смесью реагентов: комплексон Оптион-313-2 по ТУ 2439-005-24210-860-2007 (гидроксид этилидендифосфата цинк динатриевая (дикалиевая) соль, (ОЭДФ-Zn)), поставщик ООО «Экоэнерго» (г. Ростов-на-Дону); едкий натр и бисульфит натрия БТ-4, поставщик фирма «КФ Центр» (г. Москва).

После останова котлов у одного из них был вырезан образец трубы (нижний змеевик) длиной 200 мм.

Внутренняя поверхность образца: неравномерный плотный слой отложений (накипь) толщиной 2–8 мм светлого бежевого цвета со светло-коричневыми включениями. Самый верхний тонкий





слой (в некоторых местах) – желто-зеленый. Есть несколько рыхлых желто-зеленых комочков, не сцепленных с накипным слоем, но перекрывающих сечение трубы почти полностью. Вероятно, это следствие неудачной промывки котла орто-фосфорной кислотой: не удалось растворить и вымыть накипные отложения. Впоследствии котел промыли соляной кислотой, но вырезки труб не производили. Не исключено, что желто-зеленая окраска части отложений – свидетельство того, что в составе реагента, кроме комплекса ОЭДФ-Zn, есть свободная ОЭДФ.

Анализ отложений в трубе котла проводился в лаборатории ООО «Экоэнерго», содержание, %: CaO – 28,2; MgO – 11,34; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 6,82; ZnO+CuO – 6,11; SO<sub>3</sub> – 13,18; SiO<sub>2</sub> – 4,26; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (в пересчете на Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) – 7,87; Cl<sup>-</sup> 2,06; ППП – 25,73.

Анализ отложений из обратного трубопровода закрытой системы теплоснабжения проводился в лаборатории ООО «Экоэнерго». Проба отложений: порошкообразная, бежевого цвета, содержание, %: CaO – 18,7; MgO – 5,78; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 9,14; ZnO+CuO – 11,64; SO<sub>3</sub> – 13,18; SiO<sub>2</sub> – 5,12; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (в пересчете на Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) – 7,76; Cl<sup>-</sup> – 2,54; ППП – 26,94.

И в трубе котла, и в трубе обратной линии тепловой сети – отложения смешанного типа со значительными долями кальциевой, сульфитной (сульфатной), фосфатной и оксидно-цинковой составляющих.

Подобные отложения (занесены из ГТ-ТЭЦ-9М) находятся в своеобразных «отстойниках» (обратный трубопровод, приборы отопления, бойлеры) сети параллельно работающей районной котельной, где обработка воды – натрий-катионирование.

Необходимо отметить, что в настоящее время существует большое число рекомендаций и инструкций по применению комплексонов в энергетике, например:

1. «Результаты и перспективы внедрения фосфорсодержащих комплексонов в водном хозяйстве предприятий черной металлургии» Уралэнергочермета (г. Екатеринбург, 1988 г.).

2. «Рекомендации по технологии

обработки воды комплексонами в закрытых системах теплоснабжения при температурах теплоносителя до 115 °С. ЖЗ-197» и «Рекомендации по определению расхода комплексона для стабилизационной обработки воды. ЖЗ-199» СантехНИИпроекта (г. Москва, соответственно, 1993 и 1994 гг.).

3. «Методические указания по коррекционной обработке питательной воды паровых котлов, подпиточной воды систем теплоснабжения водогрейных котлов комплексономатами ОЭДФ-Zn, НТФ-Zn. МУ 1-321-03» ГУП РНИИ АКХ им. К.Д.Памфилова (г. Москва) и ООО «Экоэнерго» (г. Ростов-на-Дону), 2003 г.

В последней работе разъясняется, что тема методических указаний – коррекционная обработка воды, которая рекомендуется в качестве дополнительной к уже использующейся в котельной технологии. В то же время весь текст документа не делает различий между стабилизационной и коррекционной обработками воды, не устанавливает верхнюю границу применимости комплексонов: температура нагрева воды свыше 115 °С. А рекламный проспект ООО «Экоэнерго» декларирует: «Эффективная защита от накипи возможна при различных значениях Ж<sub>общ.</sub> (до 23 мг-экв/дм<sup>3</sup>) и Ик (до 40 мг-экв/дм<sup>3</sup>) используемой воды».

Стоит отметить, что одно из ограничений применимости комплексонов – температурный предел их разложения.

Поставщик ОЭДФ-Zn согласно методическим указаниям и техническому отчету ООО «Экоэнерго» о результатах лабораторных испытаний воды с ОЭДФ-Zn на данном объекте в 2011 г. указывает предел разложения реагента – 210 °С. Однако месячные промышленные испытания таких комплексонов на воде одного из городов Подмосковья показали, что разложение начинается уже при 175 °С.

При эксплуатации водогрейных котлов, согласно нормам ПТЭ б. РАО «ЕЭС России», необходимо учитывать разверку температур наружных стенок обогреваемых труб, а именно: предполагается, что расчетная температура нагреваемой воды будет на 40 °С выше температуры воды на выходе из котла (котел «чистый»).

Такая норма подтверждается



Ростехнадзором России: Проект (2013 г.) «Правил промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

Руководство ГТ-ТЭЦ-9М утверждало, что температура воды на выходе из котла не превышала 120 °С, т. е. даже по этому показателю вода попадает в зону, близкую к опасной (120 + 40 = 160 °С) по разложению комплексона.

К сожалению, не было осуществлено задание проекта котлов на установку датчиков температуры металла труб, особенно в нижней части пакета.

Ссылка авторов проекта котлов на то, что при всех режимах работы температура металла не более, чем на 20 °С превышала температуру воды на выходе из котла, не обоснована. Эта умозрительная оценка основывается на опыте работы аналогичного котла (с дозированием комплексона в подпиточную воду) на площадке ГТ-ТЭЦ г. Белгорода, притом, что ОАО «Белэнергомаш» – один из участников разработки проекта унифицированного ряда котлов КУВ. Ссылка тем более удивительна, что котел этот также был выведен из кратковременной эксплуатации вследствие образования в трубах накипи! И конечно, неправомерно проводить здесь аналогии: составы исходной воды, наличие и величина первоначально образующейся накипи, марки использованных комплексонов, их дозы, составы вводимых дополнительно реагентов – все различается.

Это свидетельствует о том, что хотя бы в некоторые периоды работы котлов были повышения температуры воды в нагреваемых трубах более 150–160 °С, а может быть, и до 170 °С. В подтверждение – два аргумента.

*Первый.* Согласно «Типовой инструкции по эксплуатации станционных установок подогрева сетевой воды» бывший



Союзтехэнерго, 1982 г., допускаемая температура нагрева воды (по образованию сульфатной накипи) в водогрейном котле в зависимости от суммарного содержания в исходной воде сульфатов и силикатов (здесь  $1,91 + 0,54 = 2,45$  ммоль/л) и содержания кальция (здесь 5,2 ммоль/л) равна 150 °С.

Приведенные выше данные о составе накипных отложений в трубах котла – свидетельство того, что реальные температуры воды и металла труб хотя бы временами оказывались больше допускаемых значений: в отложениях большое количество сульфата кальция, который не должен выделяться из воды при температуре до 150 °С – незначительные отложения сульфата кальция могут быть (совместно с другими веществами), но всегда много меньше 0,1 г/(м<sup>2</sup>·ч).

*Второй.* В трубах котлов и в обратном трубопроводе закрытой системы теплоснабжения обнаружено значительное содержание сульфатов кальция, магния и цинка (значит, температура была более 150–170 °С); относительное содержание фосфатов – на два порядка больше их относительного содержания в исходной воде, т. е. шло интенсивное разложение комплексона.

Для котлов с таким качеством исходной воды ( $J_0 = 8,0$  ммоль/л) должна быть достаточно большая скорость воды в трубах.

Авторы проекта котлов предусмотрели, что скорость для предотвращения отложений шлама не должна быть меньше 0,7 м/с (расход воды 125 т/ч).

В данном случае это положение проекта не может быть принято во внимание: в котле нет такого количества шлама, который нужно удалять из котла. А для предотвращения осаждения накипеобразующих веществ на нагретой стенке трубы экспериментально и в промышленных испытаниях для конвективного пакета с горизонтальным расположением труб скорость воды не должна быть меньше 2,1 м/с. Даже для рабочих расходов воды 220–270 т/ч (КУВ-1) и 230–280 т/ч (КУВ-2) скорость воды не больше 1,5 м/с, что меньше желаемой.

Конечно, любые аналогии неточны, однако эксплуатация спиральных теплообменников в подобных температурных

и водных условиях показала отсутствие накипных отложений при скорости движения воды 2,5–2,8 м/с.

В соответствии с упомянутым выше техническим отчетом ООО «Экоэнерго» доза ОЭДФ-Zn равна 10 мг/л. Это противоречит гигиеническим нормативам Минздрава России ГН 2.1.5.689-98: содержание ОЭДФ-Zn в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования не должно быть больше 5 мг/л.

В данных условиях это значит, что содержание комплексона в воде, поступающей в ливневую канализацию (вследствие неконтролируемых утечек воды из сети закрытой системы теплоснабжения), также ограничено 5 мг/л. Можно, конечно, надеяться на разбавление раствора реагента в сети, но контроль этого параметра не проводится.

Исследования технологии комплексонной обработки воды проводят в автоклавах при температуре 105 °С (ООО «Экоэнерго», УдГУ), 120 °С (ООО «НПФ Траверс» и др.), до 180 °С (ВТИ). Температура при исследованиях должна быть не менее 150 °С.

Отдельно нужно рассматривать условия дозирования в исходную воду едкого натра. ПТЭ (бывшее РАО «ЕЭС России») рекомендуют – для регулирования значений pH – силикатирование и лишь потом – подщелачивание едким натром.

Значения pH с помощью едкого натра трудно регулировать, например, для pH=8,5 необходимо [NaOH] – 0,1 мг/л, а для pH = 9,0 н – [NaOH] – 0,3 мг/л. При колебании качества воды и даже при автоматическом дозировании едкого натра соблюсти точную дозу очень трудно.

Кроме того, Нормы РД 24.031.120-91 НПО ЦКТИ допускают для закрытых систем теплоснабжения с водогрейными котлами значения pH при 25 °С в пределах 7,0 – 11,0.

И, наконец, очень важно, чтобы исследователи и наладчики рассматривали и устанавливали предел применения комплексонов в котлах по значению локального теплового потока. Здесь среднее наибольшее (не локальное!) значение – около 100 кВт/м<sup>2</sup>.

Почти всегда положительные

результаты применения комплексонной обработки воды в теплообменниках, выпарных установках, электролизных и малых водогрейных котлах при температурах воды на выходе из подогревателя 110–120 °С и общей жесткости воды до 8–10 ммоль/л объясняются тем, что на этих объектах значение локального теплового потока не превышает 50–60 кВт/м<sup>2</sup>.

Таким образом, все изложенные выше соображения дали основание для следующего заключения: наличие накипных отложений в трубах котла в присутствии комплексона изначально было обусловлено тепловыми и гидравлическими параметрами эксплуатации котла и качеством исходной воды.

## ВЫВОДЫ.

1. С учетом результатов анализа работы котлов для дальнейшей эксплуатации было рекомендовано натрий-катионирование.

2. Необходимо и на других объектах при применении комплексонов для водоподготовки водогрейных котлов:

2.1 устанавливать датчики температуры металла в потенциально наиболее опасных местах трубных пучков, пакетов;

2.2 контролировать значения локальных тепловых потоков;

2.3 определять возможность применения комплексонов для воды данного объекта (с учетом сезонных изменений качества воды) при температуре металла труб 150–170 °С (по датчику п.2.1); помнить, что с помощью комплексонов можно предотвращать осаждение карбонатной накипи, но, как правило, не сульфатно-кальциевых и железистых накипей;

2.4 обосновывать дозу комплексона с учетом ввода дополнительных реагентов. По данным эксплуатации котлов на других объектах, увеличенная доза комплексона бесполезна или даже может привести к уменьшению эффективности его применения;

2.5 производителям комплексонов разработать и применять стенд для исследования воды с комплексонами при разных скоростях движения воды.



## С теплыми пожеланиями из Турции!

**Gassero**  
technology for your comfort

[www.gassero.com](http://www.gassero.com)



### Напольный конденсационный котел Alubox

КПД котлов 108%

Тепловая мощность от 208 кВт до 1100 кВт

Возможность каскадного подключения до 16шт (до 17.600 кВт)

Запуск и управление через интернет

Теплообменник из алюминиевого сплава



### Двухходовой котел Troy

Тепловая мощность от 85 кВт  
до 3500кВт

Работа на газе или жидком топливе

Котлы могут поставляться  
с горелками или без



### Напольный конденсационный котел Superbox

КПД 108%

Тепловая мощность 265 кВт и 1000 кВт

Возможность каскадного подключения  
до 12шт

Теплообменник из нержавеющей стали

**Гассеро – производитель доступных экономичных и надежных  
конденсационных и двухходовых котлов**

**Все конденсационные котлы имеют сертификацию CE и Росстандарта**

**Двухходовой котел Troy имеет сертификацию Росстандарта**



[export@gassero.com](mailto:export@gassero.com)

T.: +90 549 781 42 77

T.: +90 216 394 09 85

Gassero Isi Teknolojileri San. Ltd.

Istanbul Endustri ve Ticaret Serbest Bolgesi (Free Zone)

4. Sokak, Parsel NO. 110, 34957, Tuzla, Istanbul, Turkey

## Новости

## Блочно-модульная котельная на попутном нефтяном газе

ЗАО «Завод БМК Энерголидер» изготовил блочно-модульную водогрейную котельную MBKY-3,0Г установленной мощностью 3 МВт, предназначенную для теплоснабжения объектов нефтяного промысла в Ямало-Ненецком автономном округе. В качестве основного топлива будет использоваться ПНГ. В блочно-модульной котельной установлены два водогрейных котла Polykraft Duotherm 1500, оснащенных горелочными устройствами Weishaupt (Германия), которые допускают сжигание газа с переменным компонентным составом и высоким содержанием сероводорода. MBKY-3,0Г оснащена современными средствами автоматики, позволяющими котельной работать в полностью автоматизированном режиме.





# Переоборудование промышленных котельных в мини-ТЭЦ

С. Храмов

*В условиях постоянного роста тарифов уменьшить расходы на покупку электроэнергии для энергопотребляющих предприятий можно путем внедрения энергосберегающих технологий и выработки собственной электроэнергии с удельным расходом топлива, существенно меньшим, чем в среднем по энергосистеме.*

Результаты исследований, проведенных на различных промышленных и коммунальных предприятиях, имеющих собственные источники тепла, показали, что на многих из них имеется существенный потенциал для выработки собственной электроэнергии. В большинстве случаев вырабатываемый котлами пар (насыщенный или перегретый) прежде, чем поступить к потребителю, дросселируется в редукционно-охладительных установках (РОУ). Если параллельно с РОУ установить паротурбогенератор с противодавленческой турбиной и подать на нее пар (полностью или частично), проходящий ранее через РОУ, то можно выработать электроэнергию, количество которой зависит от расхода и параметров пара после котлов и РОУ. При этом общий расход топлива немного (на 10–15 %) возрастет по сравнению с тем, каким он был до установки турбины, но удельный расход его на выработку электроэнергии будет, примерно, в 2 раза меньше, чем в среднем по энергосистеме.

Это можно проиллюстрировать на простом примере. Предположим, паровой котел, имеющий КПД 90 % потребляет 50 МВт тепла топлива, а получившийся пар дросселируется и поступает на подогреватель, в котором нагревается сетевая вода для нужд отопления (рис. 1).

На рис. 2 показано, что пар вместо РОУ проходит через турбину и подается в теплообменник.

Для простоты рассуждений пренебрегаем потерями тепла в трубопроводах и теплообменнике (они будут одинаковы в обоих случаях).

Предположим, что электрическая мощ-

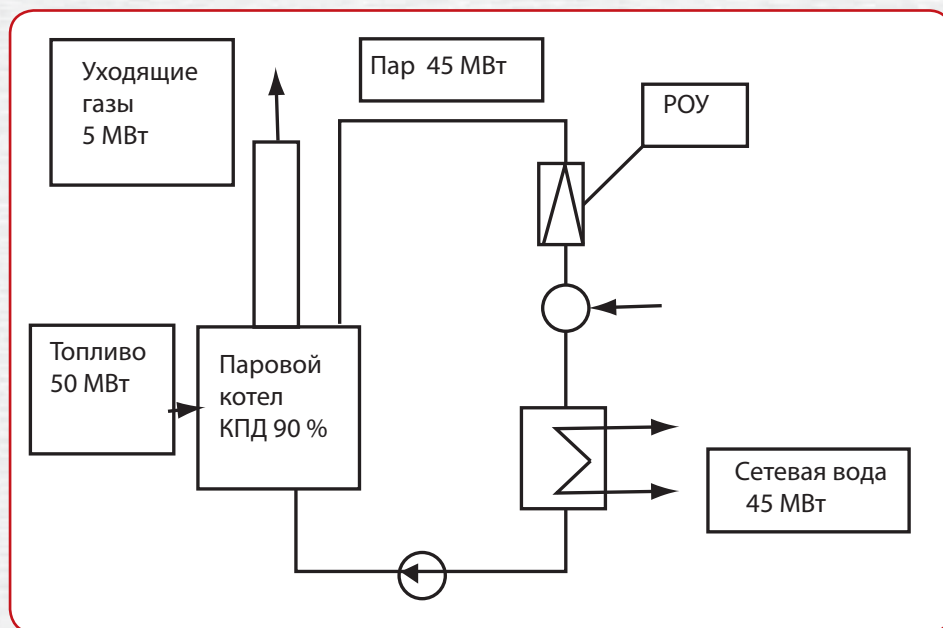


Рис. 1. Принципиальная схема котельной

ность турбины на клеммах генератора – 5 МВт, а ее электромеханический КПД – 90 %. Тогда количество тепла на турбину, необходимое для получения этой электрической мощности, будет равно:

$$5:0,9 = 5,55 \text{ МВт},$$

а дополнительное количество теплоты топлива при КПД котла 90 %:

$$5,55:0,9 = 6,166 \text{ МВт}.$$

Таким образом, увеличив расход топлива на котел до 56,166 МВт (12,3 %), можно будет дополнительно получить 5 МВт электрической энергии к 45 МВт теплоты, вырабатываемой в прежнем режиме.

В случае планового или аварийного останова турбины на ремонт котельная про-

должает работать, дросселируя и охлаждая пар в РОУ, как и до установки турбины.

Противодавленческие турбогенераторы мощностью от 500 до 4000 кВт представляют собой единый транспортабельный моноблок, в котором турбина, генератор, маслonaсосы и маслоохладители расположены на общей раме с маслобаком. Комплексно с турбиной поставляются пульты, приборы и датчики системы управления и защиты, система возбуждения генератора и т.п. Для установки турбины необходимо небольшое место либо в самой котельной, либо в пристройке, выполненной из легких быстросборных конструкций. Турбина работает в автоматическом режиме и может обслуживать-



ся персоналом котельной, прошедшим дополнительное обучение. Блочная конструкция обеспечивает быстрый монтаж турбоустановки.

Кроме указанных, могут также устанавливаться и более мощные турбогенераторы в зависимости от располагаемой паропроизводительности котлов и теплового потребления предприятия.

Срок службы таких турбин – 25–40 лет, период между капитальными ремонтами – 5–6 лет.

Установка подобных турбогенераторов в котельных не требует больших капитальных вложений (примерно 200–300 долл. США за кВт) и позволяет существенно сократить затраты предприятия на потребляемую электроэнергию и уменьшить тем самым себестоимость производимой продукции.

Выше рассматривались случаи выработки электроэнергии при тепловом потреблении предприятия, т. е. электроэнергия являлась побочным продуктом в процессе выработки тепла. Часто в связи с небольшим тепловым потреблением предприятию необходимо большое количество электроэнергии. В этом случае при потребляемой электрической мощности до 10–15 МВт и наличии природного газа наиболее предпочтительным вариантом могут быть газопоршневые двигатели внутреннего сгорания, имеющие электрическую мощность от 200 до 5900 кВт.

Преимуществом газопоршневых двигателей по сравнению с газовыми турбинами (ГТ) является значительно больший электрический КПД при одной и той же мощности. Так, например, газомоторный двигатель электрической мощностью 2750 кВт имеет КПД, равный 42 %, в отличие от ГТ мощностью 2500 кВт, КПД который не превышает 22–26 %. Кроме этого, газомотор не требует компримирования газа (достаточно 1–3 кгс/см<sup>2</sup>), имеет ресурс работы в 2 раза больше, чем ГТ, ремонтируется на месте установки в отличие от ГТ, которую надо отправлять на завод-изготовитель.

В стандартной комплектации газопоршневый двигатель имеет утилизатор тепла, снимаемого в рубашке двигателя и в уходящих газах. Рабочим теплом

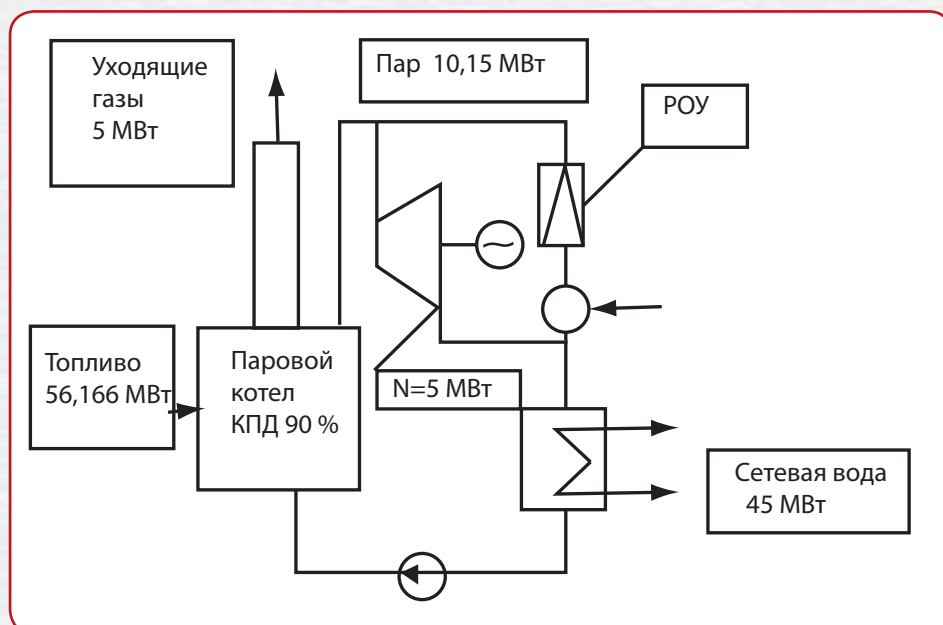


Рис. 2. Принципиальная схема котельной с противодавленческой турбиной



в утилизаторе является горячая вода с температурным графиком 90/70 °С. При отсутствии необходимости в тепле охлаждение двигателя автоматически переключается на воздушный радиатор.

Газовый мотор-генератор может поставляться в контейнере-здании, полностью готовым к работе после его установки и подключения к соответствующим коммуникациям. Он комплектуется системой контроля и управления. Стоимость агрегата примерно в полтора раза меньше, чем стоимость газотурбинной электростанции такой же мощности.

При отсутствии перепада давления пара, вырабатываемого котлами промышленной котельной, но при наличии достаточно большого теплового потребления для выработки собственной электроэнергии целесообразно использовать ГТУ-ТЭЦ, состоящую из газотур-

бинного агрегата и котла-утилизатора с параметрами пара, соответствующими параметрам технологических потребителей или сетевой воды, если речь идет об отопительной котельной.

Электрическая мощность ГТУ-ТЭЦ должна соответствовать уровню базовой части годового потребления тепла для получения возможности выработки электроэнергии с низким удельным расходом топлива (примерно в 2 раза ниже, чем в среднем по энергосистеме).

Для наиболее экономичного выбора способа выработки собственной электроэнергии на промышленных предприятиях необходимо знать параметры установленного оборудования на тепловом источнике, режимы потребления тепла и электроэнергии в рабочие и выходные дни, а также в ночное время, схему электроснабжения предприятия, возможности получения дополнительных лимитов по топливу.





## Новости когенерации

### Новые ветрогенераторы в Эстонии

Государственный энергоконцерн «Эстонская энергия» (Eesti Energia) и эстонское предприятие Nelja Energia установили на полуострове Пакри возле г. Палдиски (северо-западная Эстония) 18 новых ветрогенераторов GE2.5-100 производства GE Energy (США). Установки мощностью по 2,5 МВт имеют высоту башни 85 м, диаметр ротора – 100 м. Девять из введенных ветрогенераторов принадлежат концерну Eesti Energia, другие девять – Nelja Energia. Суммарная мощность каждого ветропарка составляет 22,5 МВт. Участок Туулепарги на плитняковом грунте находится на высоте 21...24 м над уровнем моря. Полуостров открыт морю и имеет хорошие ветровые условия.



### Аккумулялирование электроэнергии от AREVA и Schneider Electric



AREVA и Schneider Electric подписали соглашение о стратегическом партнерстве по разработке решений в области управления и аккумулялирования электроэнергии, основанных на технологии водородных топливных ячеек. В соответствии с условиями соглашения, компании объединят свои усилия и экспертизу с целью разработки и предложения новых решений по накоплению и хранению энергии, гарантирующих надежность электросетей для изолированных объектов и районов с ограниченным доступом к электроэнергии. AREVA предоставит Greenenergy Box решение, включающее электролизер и топливный элемент, используемое для хранения водорода и кислорода, которые получают в процессе электролиза воды в периоды низкого спроса на энергию, в целях последующей выработки электроэнергии в периоды пикового потребления.

Данная технология применяется с 2011 г. на демонстрационной платформе MYRTE на Корсике, где система Greenenergy Box подключена к фотоэлектрической солнечной электростанции мощностью 560 кВт. Также Greenenergy Box будет вскоре подключена к фотоэлектрическим панелям максимальной мощностью 35 кВт в г. Ла Круа Вальмер на юге Франции.

### Форкамерные свечи зажигания Altronic

Компания Altronic Inc., ведущий разработчик систем зажигания и управления для промышленных газопоршневых двигателей, работающих на обедненных смесях или газах с низким содержанием метана (биогаз, свалочный газ, ПНГ и т.д.), выпустила форкамерную свечу зажигания PPC (Passive Pre-chamber) для двигателей Caterpillar 3500 серии TALE и ULB. Свечи P1863IP-1 и P1863IP-2 имеют электрод G-типа с иридиевой напайкой на центральном электроде и платину на боковом электроде; модификация P1863DP-1 – два боковых электрода и один центральный из платины. Благодаря улучшенному процессу воспламенения, форкамерные свечи PPC обеспечивают повышение полноты сгорания топлива и, как следствие, снижение вредных выбросов на 20–30 %, повышение мощности и улучшение динамических характеристик двигателя, улучшенный запуск и более устойчивую работу на обедненных смесях, а также снижение детонации и увеличение ресурса двигателя.



### Ветрогенераторы Vestas в Херсоне



Компания Vestas (Дания) заключила контракт с компанией «Виндкрафт Украина» на поставку ветроэлектростанций, которые будут использоваться для строительства ветропарков «Береговая»

и «Ставки» в Херсонской области. Контракт включает поставку, монтаж и ввод в эксплуатацию семи ветрогенераторов V112-3.0 мощностью по 3 МВт, оснащенных системами контроля и управления VestasOnline® Solution Business SCADA.

Ввод ветропарков в коммерческую эксплуатацию намечен на конец 2014 г. Ветропарки «Береговая» и «Ставки» будут производить более 70 ГВт·ч электроэнергии в год, что достаточно для обеспечения электроэнергией более 15 тыс. домохозяйств. Ранее, в 2011–2012 гг., были успешно введены в эксплуатацию две очереди ветропарка «Новороссийский» в Херсонской области.



## Энергоэффективность на базе Capstone

Компания «БПЦ Инжиниринг» ввела в промышленную эксплуатацию энергоцентр пункта сбора нефти Новоалександровского нефтяного месторождения ООО «РНГК-Саратов» (Перелюбский район Саратовской области). В его основе – комплектная электростанция ENEX 400 мощностью 400 кВт и два дожимных компрессора COMPEX 18,5. В рамках проекта компания «БПЦ Инжиниринг» изготовила основное технологическое оборудование, осуществила его шеф-монтаж и пусконаладку. Основные потребители энергии – насосное оборудование сборного пункта, бытовые помещения с электрическим обогревом и кондиционированием. При этом ежегодно микротурбинная электростанция способна утилизировать около 570 тыс. м<sup>3</sup> ПНГ.

При выборе оборудования для новой электростанции первоочередными требованиями были стабильная работа в автономном режиме, экономичность и простота обслуживания, а также возможность работы на ПНГ как самом дешевом и доступном для заказчика виде топлива. Ранее выработка электроэнергии для собственных нужд объекта осуществлялась двумя дизельными генераторами по 200 кВт, которые были затратными в эксплуатации: не говоря о трудоемком обслуживании, они требовали постоянной доставки дорогостоящего дизельного топлива. Кроме того, дизель-генераторные установки оказались неспособными обеспечить надежную и бесперебойную работу объекта в условиях отсутствия резервного питания. Микротурбинные установки Capstone, составляющие основу нового энергоцентра, способны использовать в качестве топлива неподготовленный попутный газ, в том числе с переменным компонентным составом и содержанием

сероводорода до 4–7 %, без снижения ресурса двигателя и эффективности работы установки. На базе двух таких установок модели C200 на заводе «БПЦ Инжиниринг» была изготовлена

комплектная электростанция ENEX 400 в климатическом блочно-контейнерном исполнении с воздухозаборной галереей. В конструкции микротурбин не используется масло и охлаждающие жидкости, за счет

чего межсервисные интервалы составляют до 8 тыс. ч. При этом расходы на сопровождение и сервисное обслуживание таких электростанций составляют около 15–25 коп. за 1 кВт·ч. В отличие от дизельных или газопоршневых агрегатов микротурбинная электростанция не требует постоянного присутствия персонала, а использование практически бросового сырья в качестве топлива обеспечивает себестоимость электроэнергии, производимой энергоцентром, около 1,5 руб./кВт·ч.

На сборном пункте Новоалександровского нефтяного месторождения ПНГ низкого давления поступает в микротурбины с сепаратора после отбивки капельной влаги через дожимные компрессоры COMPEX 18,5, произведенные на заводе «БПЦ Инжиниринг» специально для данного проекта и учитывающие индивидуальные особенности объекта, состав газа и пр. Оба компрессора мощностью 18,5 кВт и производительностью 200 м<sup>3</sup>/ч размещены в едином контейнере. График обслуживания ДКС COMPEX совпадает с регламентом обслуживания электростанции ENEX, что делает эксплуатацию оборудования максимально удобной и экономичной для заказчика. Работа энергоцентра полностью автоматизирована, при этом компания «БПЦ Инжиниринг» осуществляет удаленный мониторинг параметров работы электростанции из инженерного центра в Москве. В связи с разработкой новых скважин и ростом энергопотребления уже в этом году ООО «РНГК-Саратов» планирует увеличить мощность энергоцентра до 600 кВт. В перспективе двух лет мощность энергоцентра может возрасти до 1 МВт путем размещения дополнительных модулей C200 в специально предусмотренных для этого свободных блоках электростанции ENEX.



## Утилизация ПНГ с помощью пермских газотурбин



На Ильичевском месторождении компании «Лукойл-Пермь» введена ГТЭС разработки ОАО «Авиадвигатель», в составе которой четыре модульных энергоблока Урал-4000 полной заводской готовности на базе ГТУ-4П. Особенностью проекта является адаптация уральских газотурбин и дожимной компрессорной станции к работе на попутном газе с высоким содержанием сероводорода: пермскими моторостроителями был выполнен ряд конструктивных доработок по двигателю, связанных с изменением материалов и защитных покрытий лопаток турбины высокого давления. Это позволяет эксплуатировать электростанции на ПНГ с высоким содержанием сероводорода без применения дорогостоящих систем сероочистки. ГТЭС будет ежегодно вырабатывать 134,4 млн кВт·ч электроэнергии и утилизировать при этом более 40 млн м<sup>3</sup> ПНГ, существенно сократив объемы его сжигания на факельных установках и тем самым улучшив экологическую обстановку в регионе.



## Производство газотурбин Siemens



В индустриальном парке Гринстэйт в пос. Горелово Ломоносовского района заложен фундамент завода по производству газовых турбин. Этот инвестиционный проект немецкой компании Siemens по локализации производства в России стоимостью 275 млн евро обеспечит до 500 рабочих мест. Общая площадь завода составит 25 тыс. м<sup>2</sup>. Предприятие планируется сдать в эксплуатацию до конца 2014 г. Новый завод будет изготавливать турбины мощностью свыше 60 МВт: на производственной площадке планируется осуществление механической обработки роторных деталей и статорных узлов ГТУ, выполнение полного цикла сборочных работ, проведение стендовых заводских испытаний, а также консервация продукции и ее отгрузка заказчику. Впоследствии доля локализации изготавливаемых узлов и компонентов будет постепенно увеличиваться.

Первый заказ ООО «Сименс Технологии газовых турбин» (которое и строит новый завод) – изготовление и поставка одновальной парогазовой установки SCC5-4000F-1S, включающей газовую турбину SGT5-4000F, генератор SGen5-2000H, паровую турбину SST5-3000, конденсатор SCon1000 и вспомогательное оборудование (в том числе российского производства) для строительства второго энергоблока Южноуральской ГРЭС-2. Также предприятие оказывает техническую поддержку при монтаже поставленного оборудования. Ввод энергоблока в эксплуатацию планируется в ближайшее время.

## «Звездная» энергетика

В подмосковном г. Щелково для гостиницы «Звездная» компания Turbomach SA (Швейцария) ввела в эксплуатацию два газотурбинных энергоблока двигателя TBM-C40 мощностью 3,5 МВт на основе двигателя Centaur 40 GS производства Solar и генератора LSA 56 BS55/4p напряжением 6,3 кВ, частотой 50 Гц. Станция тригенерационного цикла обеспечивает электричеством, теплом и холодом непосредственно 24-этажный гостиничный небоскреб, 22-этажный жилой комплекс «Дом на набережной» и развлекательный центр «Апарт отель премиум». Новая ТЭС имеет модульную компоновку. Она работает в параллель с энергосистемой и на выделенную нагрузку в базовом режиме.



## Энергонезависимость крымского производителя

На Крымском содовом заводе (г. Краснопереконск), обеспечивающем до 2,5 % мирового рынка кальцинированной соды (около 700 тыс. т соды в год), создается автономный энергоцентр на базе газовой турбины Siemens SGT-400 и котла-утилизатора Viessmann. Новая мини-ТЭС мощностью 14,4 МВт почти полностью обеспечит производственные мощности электроэнергией, повысит экономическую эффективность и конкурентоспособность предприятия. Сейчас доля энергоресурсов в себестоимости основной продукции завода достигает 70 %. После ввода энергоцентра ежегодная выработка собственной электроэнергии на предприятии составит порядка 126 тыс. МВт·ч, тепловой энергии – 177 300 Гкал. Предприятие планирует окупить вложенные инвестиции в течение 4 лет. Проект ТЭС разработал институт «ДнепрВНИПИэнергопром» (г. Днепрпетровск).

В настоящее время на объекте уже завершена пусконаладка системы подготовки топливного газа российской компании «Энергаз», предназначенной для очистки, компримирования и подачи топлива в турбину под необходимым рабочим давлением 2,8 МПа. В ее состав входят блок подготовки топливного газа «Энергаз» типа GS-FME-1700/3 и дожимная компрессорная установка Enerproject марки EGSI-S-180/800WA производительностью 5 тыс. м<sup>3</sup>/ч.





## Газотурбина... на сырой нефти!

Компания OPRA Turbines расширяет возможности ГТУ на базе радиальной турбины OP16, предложив на рынке модификацию с камерой сгорания ЗС, которая способна работать на таких «трудных» видах топлива, как тяжелое пиролизное масло, этанол, биодизель, биогаз, синтез-газ и низкокалорийные газы с низшей теплотой сгорания (до 10 МДж/кг). Кроме того, конструкция позволяет использовать в качестве топлива сырую нефть.

Создание камеры сгорания ЗС было обусловлено возрастающим спросом на технику, способную работать на энергоресурсах, доступных непосредственно на нефтепромыслах. При этом она должна обладать высокой надежностью, компактностью, минимальными требованиями к монтажу и необходимыми сроками непрерывной работы между техосмотрами при недостатке обслуживающего персонала в суровых условиях Севера. Работа над данной модификацией была начата компанией OPRA еще в 2011 г. и проходила в несколько этапов, после каждого из которых производилась корректировка кон-

струкции камеры сгорания, исходя из результатов испытаний. В итоге была подготовлена версия ЗС, которая в настоящее время проходит успешные испытания на стенде компании в г. Хенгело

(Нидерланды). Параллельно с этим компания OPRA разработала топливную форсунку, позволяющую работать на вязком топливе с показателями кинематической вязкости до

20 сСт. Использование установок с модификацией камеры сгорания ЗС позволит организовать энергоснабжение удаленных нефтепромыслов с невысоким газовым фактором, значительно сократив при этом затраты на топливо.

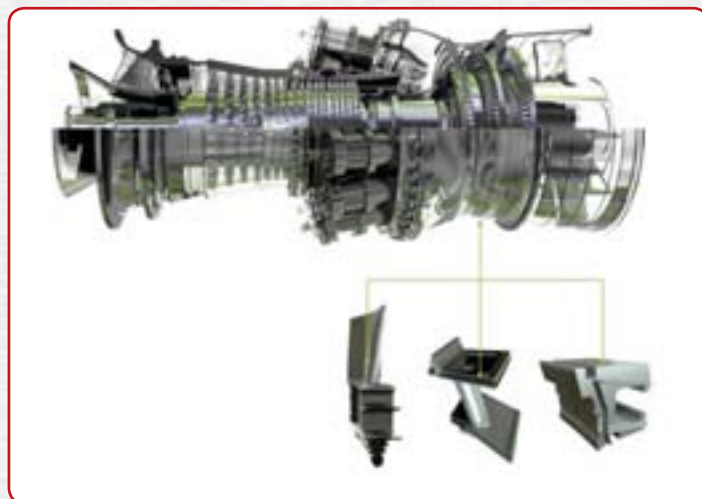
Основные параметры установки практически не отличаются от параметров ГТУ базовой модификации OP16-3A номинальной электрической мощностью 1,8 МВт, работающей на газовом топливе, поскольку остальные детали и узлы остаются неизменными. Одноступенчатый центробежный компрессор и радиальная турбина зафиксированы консольно подшипниками ротора, расположенными со стороны холодной части двигателя, поэтому практически исключается угар масла. В связи с отсутствием сложных систем внутренних полостей в ответственных деталях горячей части значительно повышается прочность и надежность неохлаждаемого рабочего колеса турбины и сопловых аппаратов. Останов и регламентное обслуживание ГТУ производится один раз в год (через 8 тыс. ч). Оборудование поставляется в транспортабельных модулях высокой заводской готовности.



## Инновации GE

Компания GE (США) объявила о расширении портфеля высокоэффективных решений Advanced Gas Path (AGP), предназначенных для повышения КПД газотурбинных установок серии 9F-3 и 9E. Программно-технические средства технологии AGP разработаны с использованием данных, полученных по результатам более 100 млн ч эксплуатации газовых турбин GE на 1600 объектах. К ним относятся улучшение материалов, применяемых для производства компонентов горячей проточной части газовых турбин, а также система управления на базе программного обеспечения OpFlex, позволяющая повышать производительность ГТУ и совершенствовать динамику управления электростанциями.

Первый заказ на технологию AGP сделала компания ENKA, производитель более 13 % электричества в Турции, которая намерена модернизировать 10 турбин 9F-3, установленных на электростанциях в городах Гебзе, Адапазар и Измир. Это позволит увеличить суммарную мощность производимой электроэнергии примерно на 150 МВт, т. е. дополнительно обеспечить более 200 тыс. домохозяйств в Турции. Ожидается также, что, благодаря применению AGP в комбинации с модернизацией системы сжигания топлива с помощью технологии Dry Low NO<sub>x</sub> 2.6+, существенно снизится объем вредных выбросов. Начало внедрения технологии запланировано на конец 2015 г. Полностью работы по модернизации всех 10 ГТУ должны завершиться в 2018 г.





# Зарубежные твердотопливные многотопливные котлы повышенной мощности

*Использование промышленных котлов, работающих на твердом топливе, – надежный и эффективный способ обеспечения потребностей промышленных и коммерческих объектов в тепле и горячей воде. Данное оборудование особенно необходимо для регионов, в которых отсутствует магистральное газоснабжение, но есть местное дешевое топливо. Такие котлы могут работать на подготовленной древесине, пеллетах, а также древесной стружке.*

На сегодняшний день промышленные твердотопливные многотопливные котлы – это самое экологически безопасное отопительное оборудование при достаточно высоком показателе КПД и максимальном рабочем давлении. Данный обзор посвящен продукции зарубежных производителей номинальной мощностью от 100 кВт. Стоит отметить, что, несмотря на высокий спрос на такое оборудование, особенно в российских регионах, выбор твердотопливных многотопливных котлов этого диапазона мощностей все еще не очень широк. Тем не менее аналитики прогнозируют существенный рост данного сегмента рынка в

ближайшем будущем, поскольку в результате неуклонного роста цен на топливо потребители вынуждены искать более дешевые и эффективные способы обогрева. При этом твердотопливные котлы могут стать не только одним из продуктивных способов обеспечения объектов доступным теплом, но и принципиально новым инструментом в построении независимых систем отопления. Еще одно достоинство твердотопливных котлов, способствующее росту популярности этого оборудования у российских заказчиков, – простота конструкции, дешевизна и удобство эксплуатации.

## Faci (Италия)

Серия стальных водогрейных котлов Eсо, поставляемых в нашу страну фирмой Faci, включает шесть моделей номинальной мощностью от 33 до 152 кВт, в том числе две модели мощностью более 100 кВт – Eсо-7 (105 кВт) и Eсо-10 (152 кВт). Котлы Eсо разработаны для сжигания пеллет и других видов измельченного твердого топлива, включая жмых, скорлупу миндаля, шишки и древесную щепу. Горизонтальный двухрядный стальной теплообменник сконструирован таким образом, чтобы при работе нагревалась не только нижняя часть, но и боковые стенки котла, в которых также находится теплоноситель. Теплообменник располагается в верхней части камеры сгорания, снабженной нисходящим шнеком, что обеспечивает защиту от возвратного пламени. Нижняя дверца стального корпуса используется как для чистки, так и для загрузки крупных

кусков топлива. Аналоговая панель управления позволяет регулировать основные параметры режима работы. Предусмотрено подключение к другим источникам тепла: солнечному коллектору, газовому котлу, камину. Диапазон рабочей температуры находится в пределах от 65 до 90 °С. Рабочее давление составляет 2 бара, объем водяной рубашки – 190 (Eсо-7) и 220 (Eсо-10) л. Заявленный производителем КПД составляет не менее 80 %. В базовый комплект поставки входят аналоговая панель управления, шнековая система подачи топлива, бункер объемом 200 л (располагается справа от котла), система наддува воздуха с вентилятором, колосниковые решетки, контейнер для сбора золы, а также инструменты для чистки и обслуживания оборудования. Кроме того, возможно увеличение объема топливного бункера до 400 л, увели-

чение длины шнека подачи топлива, размещение бункера слева (самостоятельно) от котла или сзади (только в заводских условиях) котла, установка системы авто-





матического розжига, а также комплектация дополнительным теплообменником-змеевиком для обеспечения ГВС.

Вместо двухрядных теплообменников, изготовленных из бесшовных стальных труб, в котлах серии Faci (в отличие от Faci Eco) используются трехрядные. Котлы серии Faci комплектуются цифровой панелью управления. Всего в серию входит 16 моделей номинальной мощностью от 42 до 1256 кВт, в том числе 13 моделей мощностью свыше 100 кВт. По желанию заказчика объем топливного бункера может быть увеличен с 200 до 600 л.

## Ferroli (Италия)



В широкий спектр отопительного оборудования, поставляемого на российский рынок компанией Ferroli, входят водогрейные котлы на различных видах твердого топлива. Так, серия водотрубных котлов Forest включает пять моделей мощностью от 116 до 700 кВт. Используемое топливо: пеллеты, необработанные отходы переработки дерева и пробки, растительные отходы сельского и лесного хозяйств, отходы первичной обработки сельскохозяйственной продукции. Шнековая система подачи топлива с термостатической системой управления и колосниковая решетка обеспечивают непрерывность дозирования топлива, в том числе кускового. Котлы оборудованы механической топкой с футеровкой из огнеупорного кирпича (верхняя часть футеровки имеет

форму свода). Роль теплоизоляции играет водяная рубашка. Подача первичного воздуха осуществляется дифференцированно в не сообщающиеся между собой зоны подколосникового пространства. Горение происходит в два этапа с образованием горючего древесного газа на колосниковой решетке и последующим его сжиганием. Расход первичного и вторичного воздуха горения в надколосниковом пространстве регулируется в широком диапазоне в зависимости от свойств используемого топлива. Возможна работа на пониженной (50–100 %) мощности и в режиме «старт–стоп». Предусмотрен легкий доступ ко всем узлам. Максимальное рабочее давление – 2 бара. Водяной объем – от 398 до 1022 л в зависимости от модели. Площадь теплообменной поверхности – от 10,9 до 38,4 м². Объем топочной камеры составляет от 0,41 до 1,11 м³, масса котла – от 1230 до 2730 кг. КПД достигает 90 % (при работе на пеллетах).

Серия водотрубных котлов с механической топкой и неподвижной решеткой Woodmatic S представлена девятью моделями мощностью от 175 до 2326 кВт. В качестве топлива могут использоваться пеллеты, отходы деревообрабатывающих и сельскохозяйственных производств, пробка. Сгорание топлива происходит в два этапа:

с разложением древесного топлива на колосниковой решетке и последующим сжиганием древесного газа в камере сгорания. Работа вентиляторов подачи первичного и вторичного воздуха регулируется в зависимости от свойств используемого топлива. Максимальное рабочее давление – 2 бара. Водяной объем – от 656 до 2755 л в зависимости от модели. Площадь поверхности теплообмена – от 15,6 до 128,3 м². Объем топочной камеры составляет от 0,94 до 6,96 м³, масса котла – от 1330 до 5890 кг. КПД – до 85 и 90 % (при работе на пеллетах).

В качестве дополнительных опций предлагаются моноблочная пилотная горелка (дизельное топливо – метан) для автоматического розжига отсы-

ревшего топлива, система модуляции мощности работы (50–100 % номинальной), регулятор наддува для камеры сгорания, подключаемый к компьютеру контроллер содержания остаточного кислорода и угарного газа в продуктах сгорания, лесенка для доступа к боковым дверцам и дополнительные принадлежности для чистки котла.

Также предлагаются котлы Woodmatic SGM с неподвижной решеткой. Мощность пяти моделей серии – от 930 до 2326 кВт.

Водотрубные котлы с подвижной решеткой BI COMB S/SGM имеют мощность от 930 до 5815 кВт и могут использоваться для производства горячей и перегретой воды, а также пара. Топливом служат отходы первичной и вторичной обработки древесины, пробка, растительные отходы сельскохозяйственного производства и лесного хозяйства, отходы первичной обработки пищевых продуктов, мука из виноградных косточек, отходы фруктов, скорлупа и другие растительные отходы. Топка котла оборудована шнековым питателем. Сжигание топлива происходит в два этапа. Огнеупорная футеровка выполнена из жаростойкого бетона и кирпича. Для удобства монтажа все агрегаты котла размещены в одном компактном блоке. Рабочее давление – 1, 5, 8, 12 и 15 бар. Паропроизводительность при давлении 12 бар и температуре питательной воды 65 °С – от 1330 до 8313 кг/ч.

## Grandeg (Латвия)

Производственная программа фирмы Grandeg включает серию водогрейных котлов GD Turbo, состоящую из пяти моделей мощностью от 70 до 500 кВт. В качестве топлива применяются пеллеты, также возможно сжигание дров. Конструкция обеспечивает автоматическую очистку горелки и жаровых труб. Автоматика котла контролирует процесс горения, регулируя подачу топлива и воздуха с учетом расхода горячей воды и по показаниям датчика остаточного кислорода в дымовых газах. Автономность работы – до семи дней.

Максимальное давление – 3 бара, рабочая температура – от 70 до 90 °С. Электропитание – трехфазное, 380 В.





Масса котла – от 700 до 1885 кг (бункера – 50 кг). Потребляемая мощность – от 2 до 4,5 кВт в зависимости от модели. КПД – до 92 %.

### Heiztechnik (Польша)

В ассортименте компании Heiztechnik твердотопливные котлы длительного горения с высоким уровнем автоматизации и максимальным КПД. На сегодняшний день линейка продукции составляет более 30-ти моделей котлов в диапазоне мощностей до 1000 кВт.

Модельный ряд разделен на следующие группы: автоматические угольные котлы Q Eco, автоматические котлы на биомассе HT Bio и на пеллетах Q Comfort Pellet.



Отдельная линейка продукции – котлы высокой мощности. Самые мощные из них (до 650 кВт) – угольные автоматические котлы Q Max Eko и автоматические пеллетные котлы Q Max Pellet Duo. Последние оснащены горелкой нового поколения для автоматического сжигания пеллет. Топка котла разделена стенкой из водонаполненных колосников на две независимых камеры для автоматического и ручного сжигания топлива. Также в данной линейке полуавтоматические дровяные котлы Q Max Plus мощностью до 350 кВт.

### Herz (Австрия)



Компания Herz Energietechnik (Австрия), входящая в концерн Herz, выпускает автоматизированные водогрейные установки на биомассе. Так, автоматизированные установки Herz Biomatic мощностью от 220 до 500 кВт работают на пеллетах и щепе. Стандартная комплектация включает сдвоенный шнек подачи топлива, цепной привод, дымосос и воздухоудовки первичного и вторичного воздуха с плавным регулированием частоты вращения, системы автоматического розжига, системы автоматической очистки поверхностей теплообменника и наклонной подвижной колосниковой решетки, автоматизированное удаление золы из топки и теплообменника, систему защиты от обратного возгорания, клапан перепуска дымовых газов, многозонную подачу воздуха в камеру горения, контроль уровня топлива в промежуточном бункере и температуры в шнековых каналах подачи топлива в горелку. Предусмо-

тлено подключение бака-аккумулятора. Котлоагрегаты оснащены контроллером BioControl 3000 с жидкокристаллическим экраном. Он обеспечивает управление процессом горения с учетом показателя датчика остаточного кислорода в дымовых газах. Регулирование разрежения, управление положением клапана перепуска дымовых газов, поддержание температуры обратного потока и управления двумя отопительными контурами (насос, трехходовой клапан, датчики температуры подающей и обратной магистралей) также осуществляются автоматически. Рабочая температура – до 90 °С, давление – 3 бара. Площадь теплообменной по-

верхности – от 16,35 до 38,8 м² в зависимости от модели. Водяной объем – от 500 до 940 л. Масса котла – от 2600 до 3500 кг. КПД – 93 %.

### Kalvis (Литва)

Компания Kalvis специализируется на выпуске отопительного оборудования, работающего на различных видах твердого топлива. Мощность жаротрубных трехходовых моделей Kalvis-100...700 – от 95 до 700 кВт. Используемое топливо – дрова, древесные отходы, опилочные и торфяные брикеты, каменный уголь. Загрузка топлива производится вручную. Продолжительность горения одной загрузки – от 2 до 7 ч. Котлы оборудованы вентиляторами первичного и вторичного воздуха. Температура теплоносителя составляет от 70 до 105 °С. Рабочее давление – 4 бара. Объем котловой воды – от 220 до 2300 л в зависимости от модели. Размеры загрузочного отверстия – от 400×450 до 600×620 мм. Масса – от 800 до 4700 кг.





Рабочее давление – 6 бар, температура теплоносителя – от 70 до 110 °С. КПД – 85 %.

Дополнительно предлагаются мультициклонные фильтры, дымоходы, экономайзеры, бункеры, промежуточные емкости и системы подачи топлива, баки ГВС, змеевики аварийного охлаждения.

### Kostrzeva (Польша)

В числе выпускаемого фирмой Kostrzeva оборудования для сжигания биомассы представлены теплогенераторы повышенной мощности. Так, старшая модель серии Pellets Fuzzy Logic 2 имеет мощность 100 кВт. Котел может работать на пеллетах, мелком угле, зерне, дре-

ваза в месяц. Встроенный контроллер может управлять работой котла по показателям датчика наружной температуры и содержанию остаточного кислорода в дымовых газах. Возможно программирование режима работы на неделю. Предусмотрено подключение внешнего бака ГВС и работа только на приготовление горячей воды (режим «лето»). Рабочее давление составляет 2 бара, температура теплоносителя – 70 °С, минимальная температура в обратной линии – 50 °С. Масса – 1100 кг. КПД котлов серии Pellets Fuzzy Logic 2 достигает 92 %.

Мощность модельного ряда Warmet SDS Ceramik составляет от 14 до 115 кВт. Допускается сжигание древесины, щепы, опилок, древесных и торфяных брикетов, соломы и угля.

Подключение к сети – 50 Гц, 230 В. КПД – от 80 %.

Котлы серии М отличаются механизированной подачей топлива (измельченная древесина, опилки, пеллеты). Жаровые трубы оснащаются съемными турбулизаторами. Мощность моделей – от 95 до 950 кВт. КПД – от 82 %.

Четырехходовые модели серии М-1 дополнительно оснащены механизмом золоудаления. Используемое топливо: щепа, опилки, топливные гранулы (опилочные, торфяные и др.), торфокрошки, зерно, зерноотходы и другое сыпучее топливо. Мощность – от 140 до 950 кВт. Рабочее давление – 6 бар. КПД – от 85 %.

Котлы KSM оборудованы системами подачи топлива и очистки теплообменника, а также удаления золы и сажи. Мощность модельного ряда – от 13 до 290 кВт. Используемое топливо – древесные гранулы, щепа, зерно. Рабочее давление – 4 бара. КПД – от 88 %.

Промышленные жаротрубные трехходовые котлы серии MD (95–500 кВт) могут оснащаться горелкой или приставной топкой, параметрами которой определяются типы допустимого сыпучего топлива. Рабочее давление – 6 бар. КПД – от 85 %.

Серия МК представлена жаротрубными четырехходовыми моделями с механической топкой, работающими на древесных отходах, щепе и опилках. Мощность – от 720 до 5000 кВт.



Микропроцессорный контроллер Luxus 4 управляет режимом работы котла, контурами ГВС и системы «теплый пол». Сжигание топлива происходит в два этапа с газификацией и последующим дожигом газов в керамических вкладышах при температуре 1000–1100 °С.

### Termodinamik (Турция)

Компания Termodinamik поставляет на российский рынок твердотопливные котлы серии EKY/S. Они могут работать в автоматическом режиме как на пеллетах, так и любом другом, измельчен-

весине и дровах. Котел оборудован вертикальным стальным теплообменником и ретортной горелкой с тремя насадками для различных видов топлива. Предусмотрена работа на пониженной (до 30 кВт) мощности. Помимо дымохода, имеется вытяжной вентилятор, используемый для предотвращения попадания пыли в помещение и очистки теплообменника от золы. Большая загрузочная камера позволяет помещать в котел древесину без снятия колосников. Топливный бак большой емкости обеспечивает работу на одной загрузке до двух недель. Зольник большого объема требует очистки от одного раза в неделю (рекомендуется) до





ном твердом топливе органического происхождения, имеющего размеры до 25 мм: пеллеты, уголь, жмых, скорлупа орехов, лузга подсолнечника. Также котлы пригодны для работы на дровах и угле в режиме ручной загрузки топлива в топку.

В производственной программе Termodinamik представлены трехходовые котлы EKY/S 100 – EKY/S 500 мощностью от 100 до 581 кВт. Регулировка подачи топлива в этих котлах осуществляется двумя кнопками на панели управления, одна из которых служит для установки времени ожидания, вторая – для установки периода подачи топлива. Регулируемые периоды ожидания и подачи топлива контролируются по цифровому экрану, благодаря которому возможно установить подачу топлива с желаемой точностью.

Кроме того, в ассортименте турецкого производителя имеются котлы серии EKY (рабочее давление 3 бар) для централизованных систем отопления – 10 различных моделей с диапазоном мощности от 145 до 581 кВт. В качестве топлива для данных котлов используются уголь, дрова, щепа и гранулированная древесина.

### Thermax (Индия)

Ассортимент котельного оборудования компании Thermax включает многотопливный паровой котел Combiras паропроизводительностью до 30 т/ч, работающий на доступных и дешевых видах топлива: угле, торфе, древесине, древесных опилках и отходах, лузге подсолнечника, растительной шелухе, кукурузных кочерыжках, сельскохозяйственных отходах и другой биомассе. КПД при сжигании угля составляет 82 %, при сжигании агроотлива – 80 %.

По конструкции Combiras представляет собой трехходовой котел модульного исполнения с естественной циркуляцией и уравновешенной тягой, который работает с использованием технологии псевдооживленного кипящего слоя.

Конструкция предполагает оптимальную комбинацию водотрубной и дымогарной технологий: 4-сторонние водяные стенки топки котла увеличивают площадь теплообмена в лучистой зоне и снижают температуру дымовых газов на входе в конвективные трубы,

обеспечивая большой срок службы, а барабан котла, состоящий из двух наборов дымогарных труб диаметром 76 мм с двумя ходами дымовых газов, имеет большие объемы воды и парового пространства, создающие достаточную тепловую инерцию при работе на изменяющихся нагрузках. Поверхность раздела и высота парового пространства обеспечивают выдачу пара сухостью 98 % при всех режимах работы.

Выбор системы питания зависит от вида сжигаемого топлива, здесь возможны два варианта: во-первых, подача поверх псевдооживленного кипящего слоя (применяется для легких видов топлива, таких, как рисовая шелуха, лузга подсолнечника, отходы кофе и т.д.), а во-вторых, комбипитание, т. е. комбинация подачи поверх слоя и под слой.

Система подачи под слой подходит для мелкозернистых топлив, таких, как древесные опилки, уголь с 40 % пыли размером менее 1 мм, топливо высокой влажности и т.д. Конструкция камеры отстоя золы в топке позволяет свести к минимуму ее унос и тем самым уменьшить эрозию.

Давление пара составляет 10 или 17 бар, температура насыщенного пара на выходе – 175 и 200 °С (с пароперегревателем – до 300 °С). Котел Combiras имеет автоматизированную систему управления – логический контроллер.

### Wirbel (Австрия)

В ассортименте котельного оборудования Wirbel есть несколько позиций твердотопливных котлов повышенной мощности. Wirbel EKO SK – это стальные водогрейные котлы центрального отопления, работающие на твердом топливе (дрова, уголь). Котлы предназначены для обогрева средних и больших зданий площадью от 110 до 950 м². Диапазон мощностей – до 110 кВт. Регулировка процесса горения осуществляется механическим термостатом, который при помощи цепи открывает или закрывает клапан притока свежего воздуха. Термостат не входит в комплектацию котла. Котлы имеют лабиринтную конструкцию (топочная камера + три

горизонтальных хода), позволяющую максимально использовать теплоту продуктов сгорания. Такая конструкция повышает теплоотдачу и КПД котла, а также понижает температуру и содержание вредных веществ в отходящих газах. Камера сгорания имеет большую поверхность нагрева и малое сопротивление газов. Большая дверь обеспечивает загрузку крупного топлива.

Также в линейке производителя присутствуют котлы EKO SKS. Они предназначены для обогрева средних и больших объектов и выпускаются в диапазоне мощностей от 100 до 500 кВт. Котлы также имеют лабиринтную конструкцию (топочная камера + три горизонтальных хода), которая позволяет максимально использовать теплоту продуктов сгорания. КПД котлов достигает 75 %.

Камера сгорания имеет большую поверхность нагрева и малое сопротивление газов.

Большая дверь позволяет загрузку крупных поленьев.



Регулировка процесса горения осуществляется механическим термостатом, который при помощи цепи открывает или закрывает клапан притока свежего воздуха. Присоединение к дымоходу может осуществляться напрямую (если тяга дымохода достаточна) или через циклон и вентилятор дымовых газов.



# ISK-SODEX

СТАМБУЛ 2014

Крупнейшая HVAC&R выставка в  
евразийском регионе

Выставочный центр, Стамбул, Турция

**7-10 мая, 2014**



РЕСПУБЛИКА ТУРЦИИ,  
МИНИСТЕРСТВО  
ЭКОНОМИКИ



Организация по обучению и исследованиям  
в области систем отопления, вентиляции,  
кондиционирования и охлаждения



Ассоциация предпринимателей и  
производителей оборудования,  
работающего на природном газе



Ассоциация производителей систем  
кондиционирования и охлаждения



ЭКСПОРТЕРЫ ТУРЕЦКИХ СИСТЕМ  
ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ,  
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И  
ОХЛАЖДЕНИЯ



Ассоциация производителей материалов для  
теплоизоляции, гидроизоляции, звукоизоляции и  
противопожарной защиты



Турецкое общество инженеров-сантехников и  
инженеров по системам отопления, вентиляции и  
кондиционирования



Член Всемирной ассоциации  
выставочной индустрии

При поддержке

Организаторы



Deutsche Messe  
Worldwide  
Hannover-Messe  
Sodeks Fuarçılık A.Ş.

e-mail: emrecicekci@sodex.com.tr



# Глубокая утилизация тепла отходящих газов теплогенераторов

Е. Шадек, к.т.н., Б. Маршак, А. Анохин, к.т.н., В. Горшков

*Глубокая утилизация продуктов сгорания теплогенерирующих установок, в частности котлов, обеспечивается при их охлаждении ниже температуры точки росы, которая для продуктов сгорания природного газа составляет 50–55 °С. При этом происходят конденсация водяных паров (до 19–20 % объема или 12–13 % по массе) и утилизация физического тепла продуктов сгорания (около 40 % всего их теплосодержания) и теплоты парообразования. КПД котла в конденсационном режиме составляет порядка 105 % по низшей теплотворности Q<sub>РН</sub>.*

Температуру продуктов сгорания газового топлива за котлами в России принимают не ниже 110–130 °С для исключения конденсации водяных паров в газоходах и дымовых трубах и в целях увеличения естественной тяги и снижения напора дымососа. Экономия топлива при глубокой утилизации в сравнении с котлом с паспортным (максимальным) КПД 92 % составит около 13 %. Еще один эффект глубокой утилизации – снижение техногенной нагрузки на среду, сокращение эмиссии вредных выбросов NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> на 20–40 %.

Конденсационные котлы оборудуются развитыми хвостовыми поверхностями из коррозионностойких материалов (нержавеющей стали и сплавов, меди, алюминия, керамики) – конденсационным экономайзером, в котором и осуществляется глубокое охлаждение при подаче в него обратной воды из системы теплоснабжения (отопления). Он оснащается узлом сбора, отвода и обработки конденсата (с последующим его использованием для подпитки котла или сети либо сливом в канализацию).

Низкая, как правило, температура (30–40 °С) обратной воды при типичном температурном графике, например 70/40 °С в системах отопления в странах Запада и США, позволяет обеспечить глубокое охлаждение продуктов сгорания в конденсационном экономайзере и таким образом – конденсационный режим работы котла без искусственного охлаждения.

Конденсационные котлы получили массовое распространение в развитых

странах: до 90 % выпускаемых ведущими фирмами котлов – конденсационного типа. Эксплуатируются такие котлы и у нас.

В России, где в отличие от стран Запада температура воды в обратной магистрали теплофикационных систем централизованного теплоснабжения, как правило, выше точки росы, глубокая утилизация в течение отопительного сезона возможна только при использовании теплонасосных технологий и установок.

Производство конденсационных котлов у нас отсутствует.

Имеются единичные примеры перевода котлов в конденсационный режим работы путем установки в газоходе за обычным котлом (например, российского производства) конденсационных теплообменников-утилизаторов (КТУ), которые выполняют роль конденсационных экономайзеров в конденсационных котлах и при подаче в него воды с температурой ниже точки росы обеспечивают глубокую утилизацию. Так, при установке в качестве КТУ одной секции калорифера типа КСк-4-11 костромского калориферного завода за котлом ДЕ10-14ГМ его производительность повысилась на 7–8 % без увеличения расхода топлива (Ульяновская ТЭЦ-3, 1992 г.). Применение КТУ на двух отопительных котельных повысило КПД котлов на 10 % (Брянские тепловые сети, «ВКТИстройдормаш-Проект», 2001 г.).



Поскольку в КТУ так же, как и в конденсационных экономайзерах, отходящие газы охлаждаются до температуры порядка 40 °С, появляется задача предотвращения дальнейшей конденсации водяных паров за КТУ – в газовом тракте и дымовой трубе. Практическое решение – байпасирование, т.е. перепуск, помимо КТУ, по обводному каналу (байпасу) части выходящих из котла горячих газов, достаточной для поддержания заданной температуры продуктов сгорания (70–90 °С) в газоходе за КТУ. Степень байпасирования (часть отводимых горячих газов) укладывается в диапазон 20–30 %.

Главная причина отставания России в данном направлении – низкая цена природного газа. Актуальность проблемы очевидна, и она будет существовать при неизбежном и быстром удорожании топлива. Ее решение для условий



России (см. выше) – в создании системы глубокой утилизации на базе одноступенчатого абсорбционного бромистолитиевого теплового насоса (АБТН) как наиболее эффективной технологии (В.Г. Горшков, Патент РФ №2489643 F22833/18 10.08.2013).

Парокомпрессионные холодильные машины и тепловые насосы как альтернатива АБТН не рассматриваются, поскольку последние обладают принципиальными преимуществами, а именно: минимальным потреблением электроэнергии (только на насосы), безопасностью и экологической чистотой (нет токсичных выделений), отсутствием движущихся частей, динамических нагрузок, вибраций (и, соответственно, отсутствием необходимости в сооружении мощных фундаментов), а также низким износом и шумом (только от насосов).

Отметим также, что конденсационный режим наиболее эффективен для котлов на природном газе, продукты сгорания которого характеризуются наибольшим содержанием влаги, высокой температурой точки росы и низким значением рН конденсата, высоким качеством конденсата: он лишен взвешенных веществ карбонатной жесткости и имеет сухой остаток менее 5 мг/л. После обработки (дегазации, декарбонизации) его можно использовать в водном балансе котельной в качестве подпиточной воды котла тепловой сети.

Таким образом, система глубокой утилизации включает:

- АБТН – источник холодной воды (хладоносителя) для отбора тепла от продуктов сгорания в конденсационном экономайзере или КТУ при температуре ниже точки росы в замкнутом контуре испарителя – вход/выход 30/25 °С и подогреватель обратной сетевой воды в диапазоне от 30–60 до 60–90 °С в контуре «абсорбер – конденсатор – потребитель» (тепловая сеть, ЦТП, ТП, нагрузка). Рассматривается АБТН на газовом обогреве как наиболее экономичный и удобный для включения в технологическую схему газового котла;

- конденсационный экономайзер или КТУ, размещаемый сразу за котлом, в газоходе, и включенный в замкнутый контур испарителя АБТН КТУ – испаритель, в котором циркулирует охладитель, тем-

пература воды на входе/выходе – 30/25 °С.

При этом возможны следующие варианты системы глубокой утилизации:

- импортный (дорогостоящий) конденсационный котел
- создание – от пилотного проекта до серийного производства – отечественного конденсационного котла с конденсационным экономайзером (вариант А) либо с КТУ в газоходе (вариант Б) в схеме с АБТН;

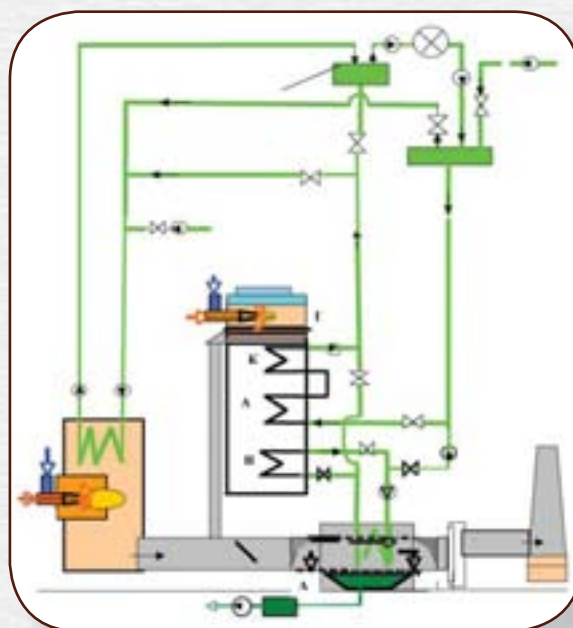
- модернизация (реконструкция) существующих котлов (паровых или водогрейных, энергетических или отопительных) с установкой комплекса «КТУ – узел сбора конденсата за котлом», подключение в технологическую схему с АБТН, перевод их на работу в конденсационном режиме.

Источниками энергии для АБТН могут быть (помимо огневого газового обогрева):

- пар давлением 0,4-0,6 МПа;
- горячая вода температурой не ниже 145°С;
- отходящие дымовые газы температурой от 450 °С;

Приведем основные характеристики АБТН-4000Т.

- коэффициент трансформации  $\xi = 1,65-1,75$ ;



Принципиальная схема глубокой утилизации тепла отходящих дымовых газов котла

- тепловая мощность (контур А-К)

$Q_T = 10,2$  МВт;

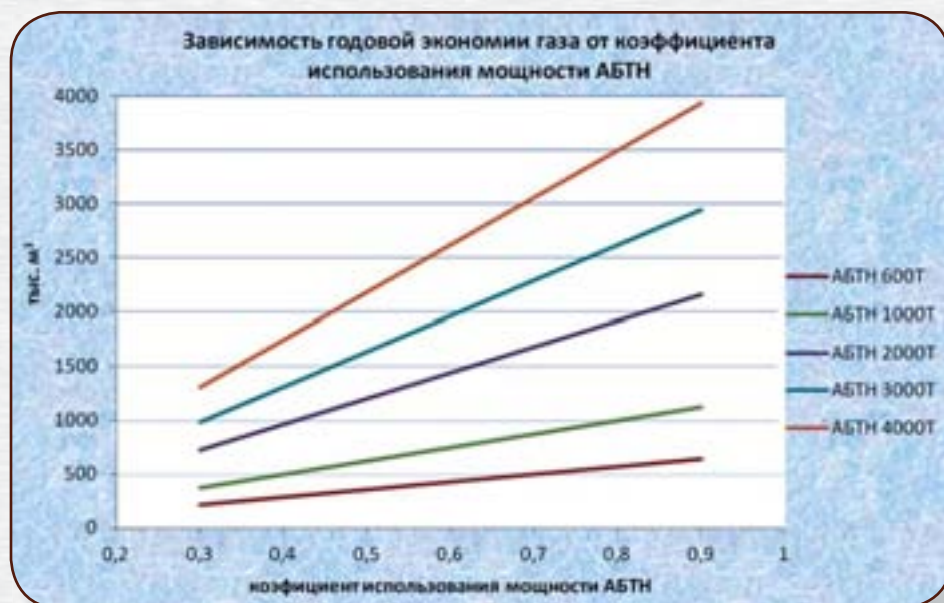
- холодильная мощность – утилизируемое тепло (контур испарителя)

$Q_{UT} = 4$  МВт;

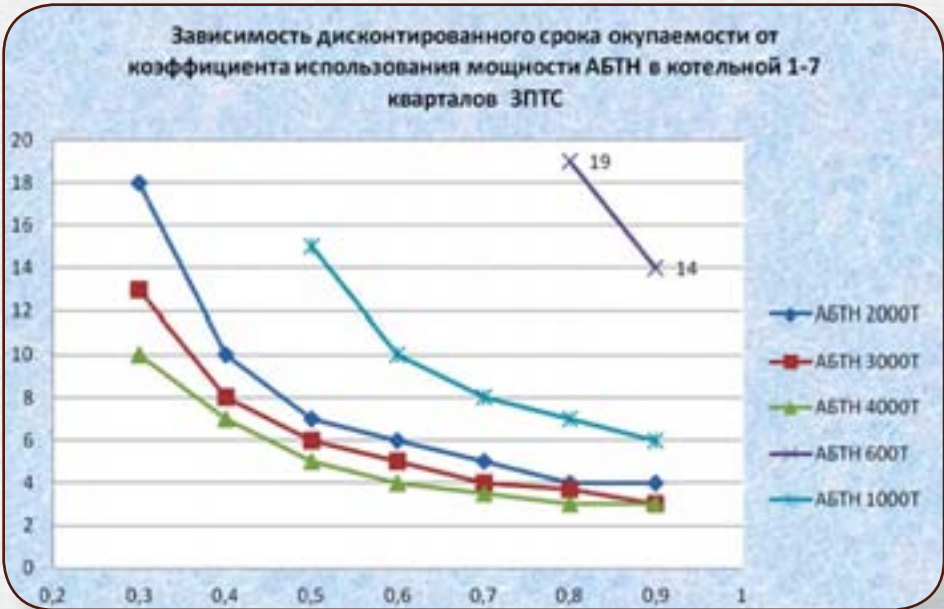
- расход газа в генераторе  $V_{ГЕН} = 633$  м³/ч, тепловая мощность генератора  $Q_{ГЕН} = 5,885$  МВт;

- расходы воды, м³/ч, охладителя (в испарителе)  $G_{И} = 688$ , теплоносителя (контуре «абсорбер – конденсатор»)  $G_{К-А} = 275$ .

Электрическая мощность насосов – 25,2 кВт, сухая масса – 38 т, габариты (ДхШхВ) – 9,3х4,3х3,3 м.







Единственный разработчик и изготовитель АБТН в России – ООО «ОКБ ТЕПЛОСИБМАШ», научное руководство – Институт теплофизики СО РАН (ИТФ), г. Новосибирск. Серийно выпускаются АБТН 400, 600, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000Т (цифра – холодильная мощность,  $Q_{\text{ут}}$ , кВт). Крупнейший поставщик АБХМ и АБТН – китайская фирма BROAD, осуществляющая выпуск по лицензиям западных фирм, которая имеет представительства в Санкт-Петербурге и Москве. В номенклатуре представлены машины холодильной мощностью до 11 МВт.

Состав и работа системы отражены в принципиальной схеме. На рисунке обозначены: Г – генератор, К – конденсатор, А – абсорбер, И – испаритель. Обводной газоход (байпас) в сечении не виден, он показан пунктиром.

Схема включения системы в структуру «котельная – потребитель (тепловая сеть)» позволяет реализовать любой возможный режим работы котла с системой на потребителя:

- штатный – с АБТН и КТУ;
- с догревом воды из контура «абсорбер – конденсатор» в котле и без догрева,

с подачей непосредственно потребителю; – без АБТН, с подачей в КТУ обратной холодной воды (когда ее температура ниже точки росы; в этом случае АБТН отключается от схемы).

Результаты исследований на объектах

Далее изложены основные результаты выполненной по заказу ИТФ работы «Расчеты и выбор оптимального варианта использования тепловых насосов для глубокой утилизации теплоты сжигания топлива и повышения КПД котлов». Обследования и расчеты проведены для двух котельных в г. Зеленодольске и одной в г. Елабуге (Татарстан), общее число котлов – 13, из них два паровых.

На большом массиве фактических данных (статистика, отчетность, результаты режимно-наладочных испытаний котлов) разработана и проверена инженерная методика расчета системы глубокой утилизации для котла. В качестве исходных данных принимают (или задают): расход газа  $B_{\text{г}}$ , его состав и теплота сгорания  $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ , коэффициент расхода воздуха  $\alpha_{\text{ух}}$ , температуры продуктов сгорания за котлом  $t'_{\text{ух}}$ , за КТУ  $t''_{\text{ух}}$ , смеси продуктов сгорания за байпасом  $t_{\text{см}}$ .

Согласно методике последовательно рассчитывают:

- тепловую мощность котла (по расходу газа);

Таблица. 1. Характеристики работы котлов и выбор оборудования системы глубокой утилизации (АБТН и КТУ)

Параметры	Котлы						
	ПТВМ 30М	ПТВМ 30М	КВГМ 9,6/115	КВГМ 30/150	КВГМ 50/150	ДКВр 20/13**	ДЕВ 25
Тепловая мощность, $Q_{\text{к}}$ , Гкал/ч:						Паропроизводительность	
паспортная	30,1	30,1	8,3	30	50	20 т/ч	15
расчетная $Q_{\text{к}}=B_{\text{г}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}$	28,75	25,7	7,16	30,7	37,8	15,53	15,8
Расход газа $B_{\text{г}}$ расчетный max., м³/ч	3606	3230	1100	3787	5081	1941	1980
Коэффициент избытка воздуха за котлом $\alpha$ расчетный	1,23	1,38	1,25	1,45	1,27	1,5	1,5
$T$ продуктов сгорания за котлом $t'_{\text{ух}}$ , °С	144	125	172	189	136	169	98
Потеря тепла $q_2$ , %	6,9	7	7	10,4	6,5	8	7
Удельный расход условного топлива $q_{\text{уд}}$ , кг у.т./Гкал	155,7	183,5	157	161	154,4	155,9	157
КПД брутто, %	91,77	91,8	91,6	90,3	93,6	91	91,6
Утилизируемое тепло $Q_{\text{ут}}$ , кВт	3600	2780	954	4345	6465	1684	1376
Отношение $Q_{\text{ут}}/Q_{\text{к}}$ , %	10,8	9,3	11,45	12	11,1	13,4	7,5
АБТН	4000Т	3000Т	1000Т	4000Т	4000Т	2000Т	1500Т
Число секций КТУ***	5	5	3	4	10	4	4

Примечания: \* –  $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 8000$  ккал/м³; \*\* – паровой котел; \*\*\* – секции калорифера ВНВ123-412-50АТЗ.



Таблица. 2. Параметры водогрейного котла КВГМ 30/150 Центральной котельной №2, г. Елабуга – фактические (А) и расчетные при работе в конденсационном режиме в системе глубокой утилизации (Б)

Наименования показателей	А	Б
Тепловая мощность котла, Гкал/ч	30,7	30,7
Расход газа, м³/ч	3757	3264
Теплота сгорания газа Q <sup>P</sup> <sub>н</sub> , ккал/м³	8171	8171
Температуры: уходящих газов за котлом, °С за КТУ за байпасом, после смешения	189	40 90
Показатели энергоэффективности: удельный расход условного топлива, кг у.т./Гкал снижение удельного расхода, % КПД брутто по Q <sup>P</sup> <sub>н</sub> , % повышение КПД, % экономия газа в час, м³/ч экономия в год при коэффициенте использования мощности K=0,7, тыс. м³/год экономия в млн руб. в год при тарифе 5199 руб./тыс. м³	152–168 max 92	133 12,5–23 107 15 493 3023 15,7

- объем сухих и влажных продуктов сгорания;
  - степень байпасирования (из теплового баланса потока продуктов сгорания на участке «главный газопровод – КТУ– байпас–газопровод»; температура продуктов сгорания после смешения за КТУ принята равной 90 °С);
  - объемы продуктов сгорания – на входе, выходе и средний через КТУ;
  - влагосодержание продуктов сгорания на входе/выходе КТУ (по формуле Л.Г. Семенюка, приведенной в работе А.А. Кудинова «Энергосбережение в теплогенерирующих установках».– М.: Машиностроение, 2012 г., с. 60, ф. (3.3), (3.4));
  - количество конденсата;
  - утилизируемое тепло Q<sub>уТ</sub> (по формуле И.З. Аронова из того же источника, с.59, ф. (3.2)).
- По значению Q<sub>уТ</sub> выбирают типоразмер АБТН и число калориферных секций КТУ.
- В качестве КТУ рекомендуется теплообменник поверхностного типа на базе биметаллического калорифера ОАО «Калориферный завод», г. Кострома, марки ВНВ123-412-50АТЗ:

воздухонагреватель водяной, трубчато-ребристый, поверхность спирально-накатанная, оребрение из алюминиевых сплавов. Выбор компоновки секций теплообменника и подключения по воде и газам позволяет варьировать скорости воды и газов в рекомендуемых пределах (1–4 м/с).

Для АБТН-4000Т число калориферных секций может составлять от 4-х до 10-ти в зависимости от температуры и объема продуктов сгорания.

Для работы в условиях России конденсационного котла западных фирм-поставщиков в конденсационном режиме достаточно включить конденсационный экономайзер котла в контур испарителя АБТН (замкнутый контур охладителя «испаритель – конденсационный экономайзер»).

В табл. 1 представлены фактические данные (полученные на объектах) и расчетные параметры работы котлов, выбор оборудования – АБТН и КТУ; в табл. 2 данные для оценки эффективности и сравнения действующего и расчетного конденсационного режимов – параметры действующего водогрейного котла КВГМ 30/150 ст. №3 Центральной котельной

№2, г. Елабуга по фактическим данным (А) и расчетные показатели работы котла в конденсационном режиме в системе глубокой утилизации (Б).

КПД котла в конденсационном режиме составит

$$\eta_k = [(1 - q_2 - q_5) B_{г \cdot} Q_{п \cdot}^P + Q_{уТ} / 1,163] / (B_{г \cdot} \cdot Q_{п \cdot}^P).$$

Пренебрегая потерей тепла с недожогом (q<sub>5</sub>), получим для котла ПТВМ-30М (первый столбец табл. 1)

$$\eta_k = [(1 - 0,069) 3606 \cdot 8000 + 10200000 / 1,163] / [3606 \cdot 8000 + 633 \cdot 8000] = 1,0506.$$

В схеме предусмотрена утилизация продуктов сгорания, отходящих из горелки генератора АБТН. Обозначим это дополнительное количество тепла Q<sub>доп</sub>. Тогда КПД системы

$$\eta_k = [(1 - q_2 - q_5) B_{г \cdot} \cdot Q_{п \cdot}^P + Q_{кТ} + Q_{доп} / 1,163] / [B_{г \cdot} \cdot Q_{п \cdot}^P + B_{ген \cdot} \cdot Q_{п \cdot}^P].$$

При глубокой утилизации доля утилизируемого тепла находится обычно в пределах 10–12 % теплопроизводительности установки. Принимая эту долю равной 10 %, получим Q<sub>доп</sub> = 0,1 · B<sub>ген</sub> · Q<sub>п</sub><sup>P</sup> и значение η<sub>к</sub> = 1,0655, т.е. на 1,49 % больше.

Как видно из табл. 2, для данного котла переход на конденсационный режим с той же мощностью 30,7 Гкал/ч в системе глубокой утилизации обеспечит повышение КПД до 107 %, снижение удельного расхода топлива в диапазоне 12–23 % или (133–245) тыс. ккал на Гкал произведенного тепла. Годовая экономия средств в сравнении с режимом котла с лучшими показателями (КПД 92 %) составит около 16 млн руб. при действующем тарифе.

Оптимальный режим работы котла достигается, когда количество тепла с уходящими газами за котлом превышает холодильную мощность АБТН (испарителя, т.е. количество утилизируемого тепла Q<sub>уТ</sub>) на величину, близкую количеству тепла, отводимому в байпас. Оно зависит, прежде всего, от заданной температуры t<sub>ух</sub> уходящих газов за КТУ после смешения. Так, по данным расчетов, для того же котла при повышении заданного значения t<sub>ух</sub> с 60 до 90 °С степень байпасирования Y увеличивается с 0,116 до 0,31.

Таблица 3. Показатели экономической эффективности.

Показатели финансовой эффективности	Единицы измерения	АБТН 600Т	АБТН 1000Т	АБТН 2000Т	АБТН 3000Т	АБТН 4000Т
Чистый дисконтированный доход (NPV)	тыс.руб.	-2 512	13 727	44 898	65 868	95 909
Внутренняя норма доходности (IRR)	%	12,8%	24,4%	36,6%	39,8%	45,3%
Индекс доходности (PI)	-	0,86	1,66	2,66	2,93	3,42
Срок окупаемости (PP)	лет	9	5	4	3	3
Дисконтированный срок окупаемости (DPP)	лет	Не окупается	8	5	4	4





### Коммерческая эффективность проекта

Расчет коммерческой эффективности системы проводился по международным критериям и стандартам. Использованы данные заказчика по тарифам и ценам энергоносителей на июнь 2013 г. с учетом ближайших прогнозов. Приняты обычные для таких методик допущения.

Базовая цена газа на 2013 г. принята с учетом его транспортировки равной 4961 руб. за тысячу  $\text{м}^3$  в августе 2013 г., средний тариф электрической энергии – 4,65 руб./кВт·ч, проиндексированный в дальнейшем по темпам роста; расчеты эффективности инвестиций выполнены в номинальных ценах (с включенной инфляцией) с дисконтированием по ставке, равной 15 %; значение коэффициента использования тепловой мощности К принято равным 0,7, что с учетом работы системы на ГВС вполне возможно.

Единственной доходной частью реализации проекта являются денежные средства, получаемые в результате годовой экономии природного газа

В качестве примера на графиках и в табл. 3 представлены результаты расчетов для котельной кв. 1–7 г. Зеленодольска. Аналогичные зависимости получены и для других котельных.

Следует отметить, что при моделировании не учтены затраты, связанные с получением разрешений на применение АБТН и КТУ в существующих котельных от заводов-изготовителей, проект-

ных институтов, органов Ростехнадзора и т.д. и выполнением их рекомендаций.

### Заключение. Выводы

Система глубокой утилизации на базе АБТН в различных вариантах (импортный конденсационный котел с конденсационным экономайзером, производство собственных аналогов либо котлов с КТУ в главном газоходе, модернизация действующих котлов с установкой КТУ) является перспективным для России решением в области энергосбережения. При таком подходе сразу решаются задачи размещения оборудования, включения, работы системы на различных режимах, обеспечиваются максимальная компактность, экономичность, удобство эксплуатации.

В работе:

1. Разработана методика обработки статистических данных, выбора и задания исходных данных к расчету, расчета и выбора оборудования для систем – АБТН и КТУ, получены результаты расчета для всех 11 котлов трех котельных по всей линейке производства «ОКБ «ТЕПЛО-СИБМАШ».

2. Проведен расчет коммерческой эффективности проекта по международным стандартам и критериям (NPV, IRR, PI, PP, DPP).

3. Показано, что глубокая утилизация тепла продуктов сгорания дает до 12–13 % экономии топлива; КПД котла возрастает до 105 %, утилизация про-

дуктов сгорания от самого АБТН прибавляет еще 1–1,5 %. Следует рекомендовать руководству котельных, ПТО вести отчетность и документацию по наработке основного оборудования, в частности котлов, в течение всего года.

4. Предложены технические решения (установка КТУ, схема включения и др.), содержащие ноу-хау.

5. Установлена область рентабельности систем. Ее нижняя граница по тепловой нагрузке АБТН составляет 3–4 МВт, по теплопроизводительности котла – 20–30 Гкал/ч. Срок окупаемости АБТН-1500Т – около 6-ти лет и снижается с увеличением холодильной мощности до 3–4 лет для АБТН-3000Т и 4000Т.

Основные проблемы внедрения систем на действующих котлах – размещение оборудования. Наиболее рациональный путь широкого освоения новой технологии – применение на стадии проектирования, при разработке ТЗ и ТЭО новых и реконструкции, модернизации, расширении действующих энергообъектов. Для разработки и реализации системы глубокой утилизации потребуются:

- разработка узла (камеры) размещения КТУ с байпасом в главном газоходе или на участке газового тракта перед трубой, а также системы сбора, удаления и обработки конденсата, конструкции каплеуловителя;

- создание методики расчета и обеспечение требуемого аэродинамического режима газового тракта с КТУ и регулируемым байпасированием (работа дымо-соса, дымовой трубы) и пр.;

- разработка системы погодозависимого автоматического регулирования производительности котла и работы системы глубокой утилизации в сети и др.

Разработка и реализация пилотного проекта системы глубокой утилизации (в частности комплекса «котел с КТУ – АБТН») откроет перспективы широкого применения высокоэффективной энергосберегающей технологии как на энергообъектах в малой и средней энергетике, так и в сфере ЖКХ (коммунальное теплоснабжение: квартальные, районные, городские котельные, РТС, ТЭС и т.п.), что обеспечит значительную экономию природного газа, улучшит экологическую обстановку и пр.

Материал предоставлен  
ГК «RAINBOW-Инженерные системы»



# valve cimberio®

ЛЕГЕНДАРНОЕ КАЧЕСТВО И ВЫСОЧАЙШИЙ УРОВЕНЬ  
ПРОИЗВОДСТВА СОЕДИНены в ОДНОМ ИМЕНИ  
ОБУЧЕНИЕ У ВЫСОКО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ  
ЭКСПЕРТОВ К ОУЧИНГ ДЛЯ ВСЕХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ  
НАЛАДКА PRO-BALANCE ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА  
SOFT-ТЕХНОЛОГИИ И ПРОДАЖИ



тел. +7(495)989-74-22

[www.cimberio.com](http://www.cimberio.com)

[inforu@cimberio.it](mailto:inforu@cimberio.it)

Реклама

**16-17 апреля 2014**

**Екатеринбург**

3-я специализированная выставка

**«Технологии энергоэффективности: спектр надежных решений»**

в рамках XIV Всероссийского отраслевого форума «Технологии энергоэффективности»



**Тематические разделы выставки:**

- Энергосбережение
- Автоматизация в ЖКХ и промышленности
- Программные продукты для сферы ЖКХ
- Энергоэффективность в строительстве
- Умный свет

**Место проведения:**

Центр Международной Торговли Екатеринбург  
(ул. Куйбышева, 44д)

**Контакты:**

[www.expoline-ekb.ru](http://www.expoline-ekb.ru)  
mail: [expo@expoline-ekb.ru](mailto:expo@expoline-ekb.ru)  
тел.: +7 (343) 287-32-64

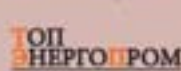
**Организаторы:**



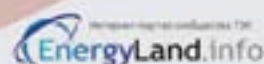
**Соорганизатор  
деловой программы:**



**Информационные спонсоры:**



**Интернет-партнеры:**



**Приглашаем к участию!**



# Деаэрация для котельных средней мощности

С. Ершов

Деаэрация – это процесс удаления кислорода из воды. Кислород является основной причиной коррозии трубопроводов, причем его агрессивность увеличивается с повышением температуры. Поэтому деаэрация подпиточной воды тепловых сетей необходима для продления срока службы трубопроводов и котельного оборудования.

**З**атраты на деаэрацию намного меньше затрат на замену трубопроводов тепловых сетей. Известно, что при использовании недеаэрированной воды срок службы трубопроводов составляет всего 5–7 лет. Это в 3 раза меньше, чем при использовании воды, не содержащей растворенного кислорода.

В настоящее время в теплоэнергетике применяется в основном термическая деаэрация, когда вода нагревается до температуры кипения, при которой пузырьки растворенного кислорода уносятся вскипевшим паром.

Для термической деаэрации, независимо от типа деаэратора, необходимо выполнение следующих условий:

- обеспечение температуры и давления, при которых вода будет вскипать (при температурах меньше 100 °С деаэрация происходит в вакууме);
- удаление выделяющегося кислорода происходит за счет увеличения поверхности соприкосновения фаз, а также интенсификации процессов массообмена.



Первый принцип в основном используется пленочными и барботажными деаэраторами, второй – вихревыми.

Барботажные и пленочно-струйные деаэраторы вакуумного (ДВ) и атмосферного (ДА) типа получили широкое распространение в предыдущие годы. В ДВ и ДА теплообмен происходит при пленочном и струйном стекании жидкости по тарелкам и барботировании жидкости паром, т. е. за счет развитых контактных поверхностей.

Сегодня на смену барботажным и пленочно-струйным деаэраторам приходят новые вихревые деаэраторы типа «Авакс», деаэраторы щелевые (ДЩ) фирмы «Кварк», струйно-вихревые деаэраторы (СВД) и центробежно-вихревые деаэраторы (ЦВД) производства ООО «АэроГидроТех», в которых используется принцип вихревой центробежной интенсификации массообмена (см. таблицу). Вода подается в деаэратор, приобретая сильное вращательное движение. При этом действие центробежных сил на периферии выше, чем в середине вихря, из-за чего в центре образуется область пониженного давления, куда Архимедова сила выталкивает из жидкости пузырьки выделяющегося газа. Все вышеперечисленные деаэраторы являются термическими, поэтому для их нормальной работы требуется нагрев воды до температуры кипения. Для АД – это 102 °С, для ВД – от 40 до 95 °С. Чем глубже вакуум, тем ниже температура кипения. Обычно ВД работают при температуре 60–80 °С, оптимальной с точки зрения затрат на поддержания вакуума и температурного режима водогрейных котлов. АД приме-

няются в системах с паровыми котлами, так как для работы нуждаются в паре для барботирования и нагрева воды.

## Недостатки конструкций барботажных и пленочных деаэраторов заключаются в следующем:

1. Сложность внутриколонковых устройств, внутренний объем колонки целиком занят сварными конструкциями дырчатых тарелок, перегородок, перетоков.

2. Резкое снижение эффективности при небольших (10–15 %) перегрузках сверх номинальной производительности и нагрузках ниже 50 %. Происходит значительное перераспределение площади контактной поверхности, что отрицательно сказывается на качестве деаэрации.

3. Низкая эффективность в вакуумном режиме: при отсутствии барботажного пара используется только пленочная деаэрация, что приводит к 3-кратному снижению площади поверхности массообмена. Качество деаэрированной воды и производительность деаэратора при этом пропорционально уменьшаются.

4. Коррозия: из-за значительной массы корпуса колонок изготавливаются из обычной стали, что в условиях агрессивной среды приводит к быстрой коррозии корпусов. Охладители выпара сгнивают после 2–3 лет эксплуатации, после чего выпар просто уходит в атмосферу. Потери тепла для атмосферных деаэраторов составляют до 5 %.

5. Неустойчивая гидравлика: массивные гидрозатворы устаревшей конструкции не справляются с защитой от гидравлических ударов.



Таблица

Наименование параметров	Модель деаэратора							
	ДА-15	ДВ-15	ДЩ «Кварк»	Авакс	СВД ваку- умный	СВД атмос- ферный	ЦВД вакуум- ный	ЦВД атмосфер- ная
Производительность, м³	15	15	10–18	10–20	8–16	8–16	1,5–18	1,5-18
Вес колонки, кг	223	561	56	30	26	26+12	90	
Комплектация охладителем выпара	Да	Да	Не ком- плектуется	Не ком- плекту- ется	Охладитель интегриро- ван в деаэ- рационную головку	Входит в деаэраци- онную уста- новку		
Вес эжектора, кг	Эжектор не требуется	11	10	45	6	Эжектор не требуется	6	Эжектор не требуется
Диапазон регулирования мощности, %	50–110	50–110	25–120 с двумя щелевыми устрой- ствами	90–110	25–120	10–120		
Автоматизация	Затруднительна	Возможна	Возможна	Имеется	Имеется			
Качество деаэрации, мкг/л	<20	<50	<50	30–50	30–50	16-20	15-20	15-20
Температура деаэрации, С°	102,4	55–80	40–95,					
Минимальное давление воды на входе, кгс/см²	>0	>1	3	4	2,5	>0	>0	>0

6. Сложность регулирования: большое количество трубопроводов и вспомогательных устройств требует соответствующее количество датчиков и регулирующих клапанов. Поэтому системы автоматики получают сложными и дорогостоящими, превышая стоимость самого деаэратора. Именно из-за громоздкости и сложности управления на многих котельных не применяются деаэраторы, подавая в тепловую сеть недеаэрируемую воду, что сказывается на долговечности трубопроводов. Даже современные автономные котельные не комплектуются деаэраторами. Изготовители котельных уповают на минимальную подпитку теплосети, что не всегда соответствует действительности.

7. Инерционность: деаэраторы имеют большой объем и требуют значительного времени для изменения режима работы.

**Сравнение технических решений вихревых деаэраторов**

**Деаэраторы щелевые «Кварк»**

В ДЩ нагретая вода подается через тонкую щель на закручивающуюся пластину, попадая в область пониженного давления, вода вскипает, газ удаляется из воды за счет малой толщины пленки и центробежного эффекта. При этом вихрь воды не делает полный оборот, теряя скорость, вода просто стекает вниз. Поскольку деаэрация воды происходит очень короткое время, даже при незначительном изменении параметров процесса, возможны сбои

деаэрации. Уменьшение напора воды ведет к снижению скорости ее струи, протекающей через щель. Поэтому при слабом напоре вода просто стекает вниз, не образует пленку по всей пластине, центробежный эффект также уменьшается, струи воды не образуют брызг при течении вдоль закругленного края пластины, и деаэрация вообще не происходит.

Регулировать производительность ДЩ можно главным образом увеличением количества щелевых устройств (т. е. деаэраторов), так как регулирование давлением незначительно. Это усложняет конструкцию и удорожает автоматизацию, потому что на каждый щелевой аппарат, установленный в корпусе деаэратора, необходимо ставить арматуру и свой блок автоматике с управляющими клапанами.



### Деаэраторы «Авакс»

Деаэратор «Авакс» использует центробежный эффект закрученного потока воды в горизонтальной трубе. В центре трубы образуется газовая полость, куда вытесняются газы, впоследствии удаляемые в атмосферу через специальный патрубок. Деаэраторы «Авакс» по сравнению с деаэраторами «Кварк» создают полноценный вихрь в деаэрационной головке, что положительно сказывается на качестве деаэрации, но тем не менее и они обладают целым рядом конструктивных недостатков:

1. Г-образная горизонтальная деаэрационная труба: при слабом напоре (например, при снижении давления в трубопроводе) центробежных сил не хватает для образования вихря, недеаэрированная вода просто стекает в бак и засасывается в патрубок отсоса выпара, в результате чего аппарат захлебывается.

2. Массивный эжектор: интересной особенностью деаэраторов «Авакс» является применение вакуумных эжекторов только одного типоразмера. Такой эжектор несоразмерно велик для малых деаэраторов и в то же время не справляется с нагрузкой на больших. Так, для деаэратора с расходом воды  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$  эжектор больше его самого по размерам и имеет циркуляцию рабочей воды  $18 \text{ м}^3/\text{ч}$ , что явно чрезмерно. С другой стороны, для деаэратора с расходом воды  $50 \text{ м}^3/\text{ч}$  такой эжектор не обеспечивает необходимого вакуума, так как его газопроизводительность составляет всего  $3 \text{ кг/ч}$  вместо требуемых  $10 \text{ кг/ч}$  (в 3 раза меньше). Легко сделать вывод, что на моделях производительностью более  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  качественную деаэрацию можно производить только при температуре воды  $90\text{--}95^\circ\text{C}$ , а на моделях производительностью более  $50 \text{ м}^3/\text{ч}$  качественную деаэрацию не получить ни при каких условиях.

3. Отсутствие регулировки производительности: согласно установочной схеме, высота колонки над деаэрационным баком составляет всего 1 м. Это означает, что регулировать производительность можно только в пределах 10 %, т. е. деаэратор фактически работает только в двух режимах: вкл./выкл.

4. Отсутствие средств автоматизации: хотя деаэратор «Авакс» несложно автоматизировать, разработчики до сих пор не имеют ни схем автоматизации, ни рекомендуемых комплектов автоматики. Между тем без комплекта автоматики такой деаэратор работать не будет. Установочной схемой предусмотрен деаэраторный бак всего  $1,5 \text{ м}^3$ , деаэратор не имеет регулировки производительности, поэтому для системы с расходом воды  $40 \text{ м}^3/\text{ч}$  потребуются включать/выключать деаэратор, каждые 2 мин. Конечно, раз-



мер бака можно увеличить, но во избежание гидравлических ударов установка автоматики необходима.

5. Отсутствие охладителя выпара: весь выпар из деаэратора уходит в атмосферу. Помимо потерь тепла, которые, как и для традиционных деаэраторов, составляют 2–3 %, есть еще чисто технический момент: охладитель выпара позволяет значительно уменьшить расход газов через эжектор. Поскольку «Авакс» предлагает только один типоразмер эжектора, то для деаэраторов производительностью более  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$  необходима установка охладителя выпара, так как без него эжектор не справится с нагрузкой. Использование охладителя выпара также позволяет снизить габариты эжектора и мощность привода насоса рабочей воды.

### Струйно-вихревые деаэраторы

В СВД используется вихревой эффект в вертикальной трубе. За счет действия центробежных сил пузырьки газа вытесняются в центральную полость, откуда удаляются в атмосферу, а деаэрированная вода стекает вниз.

СВД производится также в атмосферном исполнении в комплекте с паровым струйным подогревателем (ПСА). ПСА подогревает воду перед деаэратором и одновременно интенсифицирует процесс выделения кислорода, что снижает его содержание в деаэрированной воде в 2,5 раза. Кроме того, на деаэрацию можно подавать воду температурой от  $5^\circ\text{C}$ .

### Отличия струйно-вихревых деаэраторов от других вихревых деаэраторов

Деаэрационная камера СВД в отличие от камеры деаэраторов «Авакс» расположена вертикально, благодаря чему деаэратор может работать при более низком давлении воды без захлебывания. По сравнению с деаэраторами фирмы «Кварк» в деаэрационной камере СВД создается полноценный вихрь, при котором вода совершает достаточное количество витков и находится в зоне деаэрации более продолжительный период времени. Поэтому толщина слоя воды увеличена и при тех же габаритных размерах аппарат будет производительнее.

Эжектор изготавливается индивидуально для каждой модели деаэратора, поэтому он оптимально подходит как по размеру, так и по производительности.

### Центробежно-вихревые деаэраторы

В ЦВД по сравнению с СВД имеется ряд дополнительных преимуществ:

- возможность работы в атмосферном, вакуумном и атмосферно-вакуумных режимах;
- температура воды, подаваемой на деаэрацию, от  $3^\circ\text{C}$ , не требуется дополнительная установка подогревателей перед деаэратором;
- неограниченная производительность (от 3 до  $1200 \text{ т/ч}$ );
- две ступени деаэрации воды (центробежно-вихревая деаэрационная колонка и капельные деаэраторы).



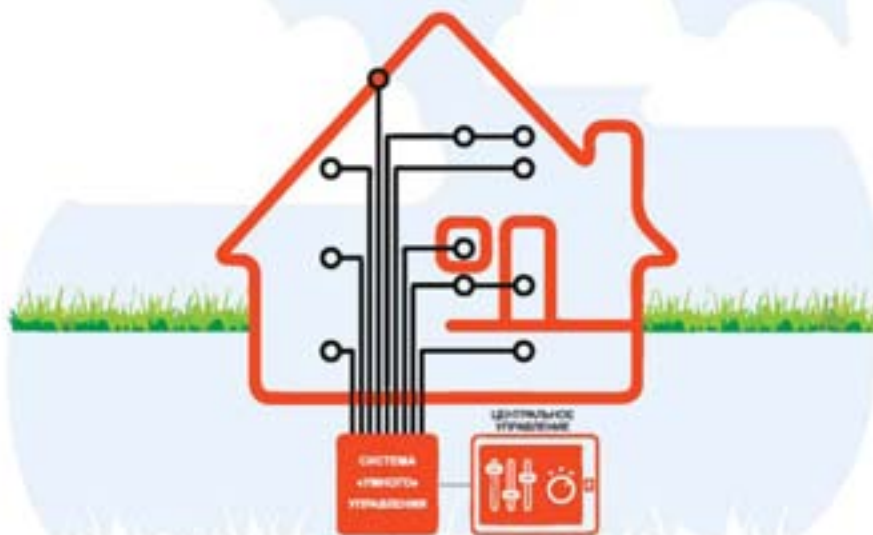
12+

ЭНЕРГЕТИКА, СВЕТОТЕХНИКА  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ

**ЭНЕРГЕТИКА  
АВТОМАТИЗАЦИЯ**  
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

**2014 16 - 18  
сентября**

Новосибирск, Россия



Контакты  
оркомитета

+7 (383) 231 13 30

Бортан Анастасия,  
bortan@exposib.com

www.sibirskyexpo.ru

Организатор:



Официальная поддержка:



Информационная поддержка:



## СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА



АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО, БЛАГОУСТРОЙСТВО, ЖКХ  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ  
КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ  
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ДОРОГА, ТОННЕЛЬ  
ДОМ, ДАЧА, КОТТЕДЖ, ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ,  
ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН  
ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА, ЭКСТЕРЬЕРА, ДЕКОР  
ЭКОЛОГИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ

**21-24 МАЯ 2014, МОРПОРТ**

**СТРОИТЕЛЬНАЯ  
ИНДУСТРИЯ  
2014**



ВЫСТАВОЧНЫЕ ПАВИЛЬОНЫ

**СОЧИ**

Официальный партнер: **Автоград**

Главный информационный партнер: **СТРОИТЕЛЬНАЯ**

Специальный информационный партнер: **ОРИЕНТА**

Региональный информационный партнер: **BusinessS**

Отраслевой Интернет-партнер: **Yandex**

**СОЧИЭКСПО**

Выставочная компания «Сочи-Экспо» ТПП г. Сочи-  
тел./факс: (862) 264-87-00, 264-23-33, (495) 745-77-09  
e-mail: M.Lepikova@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru

Партнер:

**ГРУППА КОМПАНИЙ  
ИВЕНТ-СЕРВИС**



# Тепло – наша профессия!

Г. Рузаев, зам. генерального директора ОАО «Дорогобужкотломаш» по перспективному развитию

*ОАО «Дорогобужкотломаш» за долгие годы работы в области котлостроения получило статус предприятия № 1. Это объективное признание заслуг дорогобужских котлостроителей в сфере производства широчайшего в России типоряда котлов, не имеющего аналогов по представленному разнообразию мощностей, модификаций и конструкций.*

**Т**очка отсчета ОАО «Дорогобужкотломаш» – 1 января 1962 г. Именно тогда был официально учрежден Дорогобужский котельный завод (так называлось ОАО «Дорогобужкотломаш» в ту пору). Он был создан в Смоленской области вблизи пос. Верхнеднепровский как специализированное предприятие по производству стальных водогрейных котлов ТВГМ-30 для централизованного теплоснабжения и запасных частей к выпускаемым котлам.

В период активного промышленного и жилищного строительства продукция завода составила основу систем теплоснабжения различных регионов страны. И сегодня свыше 15 тыс. дорогобужских котлов создают комфортные условия жизнедеятельности для каждого четвертого жителя России. Только в Москве и Московской области установлено более 800 котлов, изготовленных на ОАО «Дорогобужкотломаш».

Оборудование, выпущенное в Дорогобуже, успешно эксплуатируется в многих зарубежных странах: Польше, Венгрии, Монголии, Болгарии и др. Котлы работают в Корею и Китае, ими оснащены котельные стран ближнего зарубежья.

Все это говорит о том, что продукция дорогобужских котлостроителей по достоинству оценена потребителями, которые отмечают ее надежность, простоту в эксплуатации, техническую и экологическую безопасность. ОАО «ДКМ» имеет специализированную систему качества (СК) с исторически сложившимися традициями и современными процессами управления. Качество продукции подтверждено международными и российскими сертификатами. ОАО «Дорогобужкотломаш»

первым из котлопроизводителей прошло сертификацию на соответствие требованиям международного стандарта ИСО 9001 и вот уже 16 лет является держателем сертификата МС ИСО 9001 от компании «Регистр Ллойда», Великобритания.

Еще в 70-х гг. прошлого века продукция завода была удостоена Государственного Знака качества. В 1981 г. за высокие производственные достижения Дорогобужский котельный завод был награжден орденом «Знак почета».

В новом веке предприятие стало обладателем многочисленных наград конкурсов, включая дипломы «100 Лучших товаров России», «Салон изобретений, техники и технологий» (Женева). Подтверждением качества являются и Свидетельства аттестации ОАО «Газпром», и рекомендации комитета по энергетике Госдумы РФ.

Успехи и победы, достигнутые ОАО «ДКМ» на протяжении 50-ти лет, стали результатом сложного научно-технического и организационного развития. Каждая веха истории завода – это отра-





жение изменений в отрасли тяжелого энергетического машиностроения и в стране в целом. Однако, несмотря на все издержки эпохи реформ, которые привели к резкому сокращению жилищного и производственного строительства, а также развитию энергетики, завод смог сохранить высокопрофессиональный кадровый состав. Благодаря продуманной целенаправленной социальной политике, коллектив за короткий промежуток времени смог создать новые разработки котельного оборудования и занять свою нишу на вновь образованном рынке.

В числе заказчиков ОАО «Дорогобужкотломаш» такие компании и организации, как ОАО «МОЭК», ГУП «ТЭК СПб», ОАО «Газпром», ОАО «РЖД», Министерство обороны РФ. Отопительная техника ОАО «Дорогобужкотломаш» востребована территориальными генерирующими компаниями, частным бизнесом, предприятиями жилищно-коммунального комплекса мегаполисов, городов и небольших поселков. Расположение предприятия на крупном железнодорожном узле, вблизи автомагистрали Москва–Минск позволяет осуществлять доставку продукции потребителям различными видами транспорта. На сегодняшний день ОАО «Дорогобужкотломаш» – это:

- производство котлов традиционной линейки для сжигания газа, мазута и твердого топлива тепловой мощностью от 10 до 209 МВт;

- постоянная модернизация установленного оборудования с целью улучшения технико-экономических и экологических характеристик, в том числе повышения мощности до 20 %, снижения выбросов  $\text{NO}_x$  до 140 мг/м<sup>3</sup>, сокращения количества горелочных устройств;

- выпуск новых серий жаротрубных и водотрубных котлов тепловой мощности от 0,05 до 10 МВт, включая трехходовые водотрубные котлы «СМОЛЕНСК» на базе ноу-хау предприятия, вакуумные котлы-бойлеры «VACUMATIC», а также котлы «ДНЕПР» для сжигания сырой нефти;

- производство блочно-модульных котельных тепловой мощностью от 0,2 до 32 МВт, в том числе и аварийных, с

применением быстровозводимого здания собственной конструкции;

- разработка и изготовление новых горелочных устройств типа ГМГР, соответствующих всем экологическим нормам, не уступающих импортным аналогам по техническим показателям, но оптимальных для российских бюджетов по цене;

- огромный опыт работы с отраслевыми и проектными институтами Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска и ближнего зарубежья;

- постоянное сотрудничество с ведущими производителями котельно-вспомогательного оборудования и горелочных устройств. В частности, в развитии программ по использованию и улучшению сжигания твердого топлива были разработаны, изготовлены и успешно прошли испытания котлы серии КВ-Р с польскими топками слоевого сжигания фирмы Zamer тепловой мощностью 7,56 МВт в г. Калининграде и 23,26 МВт – в г. Барнауле;

- разработка котлов КВ-Г-14 и КВ-Г-9,65 для замены морально устаревшего оборудования без изменения габаритов котловой ячейки;

- постоянная работа над ростом качественных характеристик на основании ежегодного внедрения нового уникального оборудования и технологий;

- создание своей научной базы, заводской испытательной лаборатории для проведения исследований, испытаний и доводки до серийных образцов новых типов котлов и котельного оборудования. Созданное подразделение осуществляет внедрение новых технологий и конструкций, проводит испытания новых типов изоляций, покрытий, материалов, разрабатывает и применяет новые горелочные устройства.

В перспективе эти работы позволят улучшить как технические параметры оборудования, так и снизить один из основных коэффициентов – расход металла, что в свою очередь снизит



цену котлоагрегатов и даст заказчику дополнительный толчок к дальнейшему взаимовыгодному сотрудничеству.

Благодаря вышеизложенному ОАО «Дорогобужкотломаш» в течение ряда лет наращивает производство на 5–7 % в год, формируя базу на ближайшие десятилетия. Совершенно очевидно, что лидер котлостроения советской поры не просто устоял в эпоху перемен, но уверенно движется вперед, являясь одним из ведущих предприятий теплоэнергетического комплекса РФ.

*Мы открыты для сотрудничества! Мы готовы удовлетворить и предвосхитить требования каждого клиента, потому что тепло – наша профессия!*



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



## Юбилей представительства «ГЕА Машимпэкс» в Новосибирске

*1 апреля 2014 г. исполнилось 10 лет со дня открытия представительства ООО «ГЕА Машимпэкс» в г. Новосибирске, с которого в 2004 г. началось региональное развитие ООО «ГЕА Машимпэкс», обусловленное растущим спросом на качественное теплообменное оборудование в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах.*

**К**омпания GEA Mashimpeks, входящая в состав сегмента GEA Heat Exchangers группы компаний GEA Group AG, специализируется на теплообменных технологиях и является одним из признанных лидеров в производстве и поставке разборных, паяных и сварных пластинчатых теплообменников, аппаратов воздушного охлаждения,

теплообменников для специальных применений. Сегодня представительство ООО «ГЕА Машимпэкс» в столице Сибирского федерального округа играет важную роль в работе с клиентами компании, поскольку за 10 лет оно стало не только коммерческим офисом в Сибири, но и крупным производственно-логистическим центром. В Новосибирске успешно функционирует производство разборных пластинчатых теплообменников и индивидуальных тепловых пунктов, которое покрывает потребности клиентов в Уральском, Сибирском и Дальневосточном округах РФ, также на площадке производится оборудование для заказчиков из Казахстана. Сотрудники инженерно-технического центра производят подбор теплообменного оборудования, а специально созданная проектная группа разрабатывает инженерные решения тепловых пунктов.

На счету менеджеров и инженеров новосибирского офиса реализация крупных и интересных проектов. Одним из ярких примеров является тепловой пункт поселка Айхал в Якутии мощностью 50 Гкал/ч, выполненный в блочно-модульном исполнении общей площадью более 150 м<sup>2</sup>.

Разборные пластинчатые теплообменники, произведенные на заводе в Новосибирске, установлены и успешно эксплуатиру-

ются на таких объектах, как Беловская ГРЭС, аэропорт Кемерово, фабрика мороженого в Искитиме, перинатальный центр в Красноярске, а также во многих котельных и тепловых пунктах Новосибирска, Красноярска, Омска, Хабаровска, Екатеринбурга и др.

Имея за плечами богатый опыт и профессионализм, представительство не стоит на месте. Проекты становятся все более технически сложными и интересными. Например, сейчас готовится к отгрузке тепловой пункт для Ванкорского нефтяного месторождения. Реализация этого проекта стала возможна благодаря удачной поставке нескольких разборных пластинчатых теплообменников большой мощности для работы с паром в 2009 г.

Специалисты компании показали высокий уровень организации и инженерной подготовки, а качество установленного оборудования полностью удовлетворило заказчика в процессе эксплуатации.

На прошедшем на днях в Барнауле семинаре «Современное энергоэффективное оборудование для систем тепловодоснабжения» руководителем представительства Приз Е.Н. был торжественно разрезан юбилейный торт в виде разборного пластинчатого теплообменника, и участники семинара смогли убедиться, что теплообменники «ГЕА Машимпэкс» могут быть полезны для использования не только в технологических процессах, но и в жизни.





# Котлы EUROTHERM для промышленности и ЖКХ

На рынке промышленного отопительного оборудования появилась новинка, представляющая большой интерес для руководителей и инженерно-технического состава промышленных предприятий и ЖКХ, планирующих строительство или реконструкцию котельных и систем отопления, а также для строительно-монтажных организаций. Это котлоагрегаты EUROTHERM MAX и EUROTHERM INDUSTRIAL и собираемые на их основе быстровозводимые отдельно стоящие серийные котельные (БОСС-К).



**К**отлоагрегаты Eurotherm MAX и INDUSTRIAL – это жаротрубные теплогенераторы, предназначенные для работы на газе и жидком топливе, которые выпускаются российским производителем ПТО «РусПромГрупп». Благодаря отечественной сборке котлоагрегатов с использованием импортных комплектующих, удалось получить продукт, оптимальный по соотношению «цена–качество». На деталях котлов Eurotherm MAX и Industrial можно увидеть знакомые логотипы широкоизвестных производителей теплоэнергетического оборудования, таких, как Wolf (Германия), Baltur, Energy, DAB (Италия), Eurotherm (Великобритания), Kolvi. При этом ПТО «РусПромГрупп», предложившая на рынке котлоагрегаты Eurotherm собственного производства, предоставляет расширенную гарантию на выпускаемые изделия в сотрудничестве с фирмами-производителями комплектующих.

Сборка котлоагрегатов Eurotherm MAX и INDUSTRIAL производится на одном из предприятий ВПК, расположенном в Тульской области и оснащенном самым современным оборудованием.

Технология сборки отвечает требованиям международного стандарта качества ISO 9000:2008 и имеет соответствующий знак российского стандарта качества «Техностандарт», что свидетельствует о высоком качестве конечной продукции.

На выходе получается сертифицированное, отвечающее мировым стандартам качества и полностью готовое к работе устройство, позволяющее ввести его в эксплуатацию в течение нескольких часов после поставки. Цена котлоагрегатов Eurotherm включает все комплектующие, не требует дополнительных затрат и значительно ниже, чем при единичной закупке отдельных узлов.

Как уже отмечалось, котлоагрегаты Eurotherm MAX и INDUSTRIAL могут быть использованы в качестве теплогенерирующего оборудования для крупноузловой сборки в составе быстровозводимых, отдельно стоящих серийных котельных (БОСС-К). По желанию заказчика производится поставка готовых узлов для крупноузловой сборки котельной и построения систем отопления промышленных зданий и объектов ЖКХ:

- распределительных коллекторов (гребенок) различных диаметров;
- тепловых узлов;
- насосных сетевых узлов;
- систем общекотельной автоматики и диспетчеризации;
- систем водоподготовки;
- систем ГВС;
- систем вентиляции и дымоудаления;
- трубопроводов.

Следует отметить, что быстровозводимые, отдельно стоящие серий-

ные котельные (БОСС-К) – не то же самое, что блочно-модульные котельные, представляющие собой энергоузлы в виде вагонов-контейнеров. БОСС-К – это полноценные здания из легких металлоконструкций, возведенные с соблюдением всех требований к архитектурным решениям и наполненные современным теплоэнергетическим оборудованием – котлоагрегатами EUROTHERM и дополнительными узлами. На теплогенераторы и вспомогательное оборудование предоставляется техническая (исполнительная) документация для сдачи надзорным органам.

Крупноузловая сборка позволяет производить монтаж котельной БОСС-К в самые кратчайшие сроки. Для расчета стоимости такого объекта заказчику достаточно составить набор требующихся узлов и агрегатов (тут напрашивается прямая аналогия с детским конструктором ЛЕГО). В результате заказчик получит не только сведения о стоимости узлов и агрегатов котельной, но и комплект проектной документации (стадия П) для согласования в надзорных органах.

Тел.: +7-499-277-16-05  
[sales@eurotherm-technology.ru](mailto:sales@eurotherm-technology.ru)  
[www.eurotherm-technology.ru](http://www.eurotherm-technology.ru)



# KSB: модернизация линейки оборудования в борьбе за экологию и сохранность ресурсов



*Ни для кого не секрет, что работа практически любой инженерной системы здания, будь то система отопления, кондиционирования, водоснабжения, водоотведения или канализации и т.п., невозможна без помощи насоса или даже целой насосной установки.*

**Н**асосное оборудование – весьма энергоемко, так как эксплуатируется практически круглогодично. Согласно статистике по энергопотреблению, оно стоит на третьем месте после городского транспорта и освещения. Именно поэтому, а также в связи с подготовкой ЕС к переходу на новые стандарты энергоэффективности ErP 2015, концерн KSB, мировой производитель насосной техники и трубопроводной арматуры, провел большую работу по обновлению своих хитов продаж. Модернизированное оборудование позволяет достигать максимального КПД при минимальных энергозатратах при решении задач отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования.

Насосы семейства Eta уже давно получили признание потребителей во всем мире. Впервые представленный на рынке в 1935 г. насос Eta стал стандартом отрасли, на его основе создано множество модификаций для решения узкоспециализированных задач. Все насосы этого семейства характеризуются высокой надежностью, безопасностью и энергоэффективностью, удобством монтажа, простотой эксплуатации и обслуживания. Насосы семейства Eta имеют модульную конструкцию, что дает возможность создать множество вариаций в зависимости от конкретных условий применения, специфики перекачиваемой среды, рабочих параметров. Для обеспечения энергоэффективной работы агрегата и оптимальных

показателей КПД компания KSB осуществляет подрезку рабочего колеса. Вследствие этого достигается экономия электроэнергии до 10 %. Насос работает в гидравлическом оптимуме, более щадящем режиме, благодаря чему продлевается эксплуатационный период. Насосы могут комплектоваться двигателями классов IE2, IE3 и высокоэффективными двигателями класса IE4. Возможность оснащения частотным преобразователем позволяет адаптировать работу агрегата к актуальным потребностям, что, соответственно, снижает энергопотребление.

К семейству Eta относятся насосы с различным базовым дизайном, конструктивным исполнением и функциональной направленностью. Наиболее востребованными на сегодняшний день являются консольные насосы серии Etanorm, консольно-моноблочные насосы Etabloc и циркуляционные насосы типа «в линию» Etaline.

## Насосы Etanorm – классика жанра

В 1982 г. в ряду продукции семейства стандартных насосов Eta появился насос Etanorm, который практически сразу стал победителем продаж благодаря своей универсальности и высокому качеству. Etanorm – это горизонтальный консольный насос, предназначенный для перекачивания чистых или агрессивных жидкостей в системах водоснабжения, охлаждения и кондиционирования, пожаротушения, уста-



новках орошения, водоотведения, отопления, горячего водоснабжения, для перекачивания конденсата, морской и технической воды, рассолов, масла, чистящих средств и пр. Температура перекачиваемой среды варьируется от -30 до +140 °С, обеспечиваемый напор составляет 160 м, а расход – 660 м³/ч. Насосы Etanorm имеют ряд неоспоримых преимуществ:

- рабочее колесо с оптимально спроектированными пространственными лопатками – более высокий КПД и кавитационный запас;
- работа в энергоэффективном режиме с оптимальными показателями в заданной рабочей точке благодаря подрезке рабочего колеса;
- надежная герметизация корпуса за счет зажимной прокладки;
- широкий спектр материалов исполнения;
- большое разнообразие исполнений – дополнительные типоразмеры для малых значений подачи;
- легкий демонтаж благодаря нали-



чию отжимных винтов в месте соединения крышки корпуса и подшипникового кронштейна.

KSB ежегодно инвестирует более 20 млн евро в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, современные моделирующие программы, собственные испытательные стенды и оборудование для них. В 2013 г. концерн выпустил обновленный насос Etanorm в связи с подготовкой ЕС к переходу на новые стандарты энергоэффективности ErP 2015. Модернизация затронула, прежде всего, гидравлику проточной части насоса, которая была усовершенствована благодаря применению 3D-моделирования, что позволило оптимизировать работу агрегата, обеспечив его функционирование в более энергоэффективном режиме. 48 типоразмеров напорных патрубков DN 25–150, а также их различное позиционирование делают насос универсальным компонентом практически любой системы. Комплектующие оптимизированы с учетом главного принципа: малое количество запасных частей и простое техническое обслуживание. Независимо от типоразмера насоса (DN 25–150) подбирается один из трех типоразмеров корпусов подшипников и узлов вала. Это сокращает число запасных частей, затраты на техническое обслуживание и, соответственно, снижает стоимость жизненного цикла. Для того чтобы агрегат работал строго в заданной рабочей точке, осуществляется подрезка рабочего колеса шагом 1 мм, чтобы общая производительность насоса максимально соответствовала заданным параметрам системы.

На базе постоянно совершенствующихся на протяжении десятилетий насосов серии Etanorm создаются различные линейки продукции, например, насос Etanorm RSY используется для подачи теплоносителей на основе минеральных и синтетических масел в установки теплопередачи (DIN 4754) и циркуляции горячей воды (EN 12953-6).

В России насосы Etanorm применяются повсеместно, от объектов ЖКХ и строительства до энергетических комплексов. Так, на Санкт-Петербургский водоканал поставлено более 130 насо-

сов Etanorm для оснащения насосных станций Южной зоны водоснабжения Санкт-Петербурга. На недавно возведенном четвертом энергоблоке Южно-Сахалинской ТЭС системные насосы Etanorm подают горячую воду жителям Южно-Сахалинска. Особенность данного проекта заключается в том, что Сахалин является сейсмоопасной зоной, поэтому к агрегатам, обеспечивающим работу систем, предъявляются особые требования по прочности, которые удовлетворяют в полной мере насосы немецкого концерна KSB.

Концерн поставил три сетевых насоса Etanorm R на новейший жилой комплекс «Университетский» в Екатеринбурге (комплексная застройка на территории 13,7 Га, согласно проекту 11 домов разной этажности (от 11 до 26-ти этажей)). В Москве насосами Etanorm оборудованы системы пожаротушения и вентиляции бизнес-центра «Белая площадь», торгового центра «Метрополис» на Ленинградском шоссе.

### Консольно-моноблочный насос Etabloc

В апреле 2014 г. немецкий концерн KSB начнет выпуск обновленной серии насосов Etabloc, которые будут состоять из агрегатов 43-х типоразмеров, оснащенных двух- или четырехполюсным двигателем. Оптимизированная гидравлическая часть обеспечит энергоэффективную работу агрегата в соответствии с требованиями Европейской директивы для водяных насосов 547/2012/EU, которая вступит в силу в 2015 г.

Одноступенчатый консольно-моноблочный насос со спиральным корпусом Etabloc предназначен для

систем отопления, кондиционирования и водоснабжения. Он экономичен в эксплуатации: использование сменных колец и сменной защитной втулки вала позволяет избежать в случае износа дорогостоящей замены корпуса, рабочего колеса или вала насоса, а чтобы получить доступ к гидравлике, например, для замены торцевых уплотнений, достаточно открутить несколько гаек на корпусе. Агрегат рассчитан на перекачивание жидкостей температурой от -30 до 140 °С, подачу до 660 м³/ч и напор до 102 м. В моноблоке используются не требующие технического обслуживания стандартные торцевые уплотнения.

Материальное исполнение насоса и разнообразие вариантов торцевых уплотнений расширили диапазон областей применения обновленной серии насосов Etabloc: помимо перекачивания воды, это рассолы, масла, конденсаты, морская и техническая вода, детергентные средства. Агрегат может комплектоваться различными контрольно-измерительными приборами. Для всех материальных исполнений фланцы напорного и всасывающего патрубков производятся по стандартам EN 1092 или ASME.

Одна из целей усовершенствования конструкции насоса Etabloc – максимально удобное и легкое сервисное обслуживание. Коническая конструкция камеры уплотнения, например, обеспечивает легкий доступ и большее пространство для технического обслуживания, более легкий демонтаж и монтаж механических уплотнений. Легкозаменяемые щелевые кольца защищают рабочее колесо и крышку корпуса от износа. Насос может комплектоваться электродвигателем классов IE2, IE3 и IE4.

В соответствии с общепринятой практикой KSB осуществляет подрезку рабочего колеса насоса для обеспечения его работы в заданной рабочей точке и энергоэффективном режиме.

Опыт положительного применения насосов Etabloc могут поделить такие российские предприятия, как завод по производству джемов и конфитюра «ЦУЕГГ РУССИЯ», завод легковых автомобилей Peugeot, Citroën,





Mitsubishi, Калуга; ТРЦ «Метрополис», Москва, МУП «Водоканал» г. Анапа и многие другие.

### Насос Etaline – циркуляционный насос будущего

В 2014 г. техническую модернизацию прошли и циркуляционные насосы типа «в линию» Etaline. С помощью современных методов электронного моделирования были оптимизированы гидравлические характеристики и прочная часть насоса. Любой агрегат серии Etaline соответствует требованиям Европейской директивы ErP, вступающей в силу в 2015 г. А благодаря возможности оснащения высокоэффективным двигателем SuPremE, класс энергоэффективности IE4, насосы KSB уже сегодня соответствуют предписаниям Европейской директивы по энергоэффективности ErP 2017. Применение высокоэффективного двигателя в сочетании с частотным преобразователем позволит сэкономить более 70 % электроэнергии при эксплуатации данного агрегата.

С октября 2013 г. все эти преимущества стали доступными по цене стандартного насоса с частотным преобразователем и двигателем класса IE2.

Новые насосы серии Etaline представлены 22 типоразмерами с максимальной мощностью двигателя 55 кВт. Максимальный расход составляет 700 м³/ч, напор – 95 м. Корпус насоса из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и механические (торцо-



вые) уплотнения вала рассчитаны на рабочее давление до 16 бар. Фланцы всасывающего и напорного патрубков могут быть выполнены по стандартам EN1092 или ASME для всех материалов корпуса, рабочие колеса в зависимости от условий эксплуатации, типа системы и свойств перекачиваемой среды – из серого чугуна JL1040, оловянной бронзы CC480K -GS или нержавеющей стали 1.4408. Максимальная рабочая температура достигает 140 °С. Коническая конструкция камеры уплотнения предоставляет больше пространства для технического обслуживания. Сменные щелевые кольца на всасывающей и напорной сторонах крыльчатки делают обслуживание и ремонт насоса удобным даже после многих лет эксплуатации. Насосы Etaline комплектуются двигателями классов IE2, IE3 и IE4, могут оснащаться частотным преобразователем PumpDrive, который монтируется при помощи адаптеров-кронштейнов на

любом стандартном электродвигателе мощностью до 45 кВт.

Насосы серии Etaline установлены на объектах коммерческой и жилой недвижимости, промышленных системах циркуляции как в Европе, так и в России. Одним из самых ярких примеров и гордостью компании на сегодняшний день является то, что насосы Etaline обеспечивают работу инженерных систем таких олимпийских объектов, как ледовая арена «Шайба», керлинговый центр «Ледяной клуб», дворец зимних видов спорта «Айсберг», поэтому компания KSB по праву считает себя причастной к успешному проведению зимних Олимпийских игр 2014 в Сочи.

Девиз компании «Наши технологии. Ваш успех» подразумевает, что концерн KSB несет ответственность за каждую деталь своего оборудования и гарантирует их качество, надежность и долговечность, а рекордные сроки поставки, конкурентоспособная цена и высококачественный сервис делают продукцию KSB активным участником процесса строительства, модернизации и технического перевооружения объектов промышленности, ЖКХ, энергетики и гражданского строительства.

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

Концерн KSB – мировой производитель насосного оборудования и трубопроводной арматуры для различных отраслей промышленности, ЖКХ, гражданского строительства и энергетики. KSB является старейшим предприятием Германии по производству насосного оборудования, история компании насчитывает более 140 лет и неразрывно связана с развитием мирового технологического прогресса. ООО «КСБ», дочернее предприятие концерна KSB, имеет 11 филиалов во всех федеральных округах России и дочерние компании в Беларуси, Казахстане, Украине.



# Когенерационные установки Spark Energy



*Когенерационные установки Spark Energy – это высокоэффективное оборудование, позволяющее одновременно получить две формы энергии: электрическую и тепловую. Благодаря своим универсальным качествам, когенерационные установки получают все большее распространение в энергетике.*

Особое место среди ведущих европейских производителей когенерационных установок занимает компания Spark Energy s.r.l. (Италия), которая более 20-ти лет постоянно совершенствует и успешно реализует на мировом энергетическом рынке свою инновационную продукцию, также вызывающую все больший интерес среди российских потребителей.

В настоящее время компания предлагает широкий модельный ряд когенерационных установок Spark Energy, работающих как на природном и сжиженном газе, так и на биогазе. Диапазон электрической мощности установок составляет от 5 до 2000 кВт и тепловой от 10 до 2112 кВт.

Модельный ряд когенерационных установок Spark Energy представлен 14-ю моделями серии microSpark диапазоном электрической мощности от 5 до 63 кВт и тепловой мощности от 10 до 103 кВт, 13-ю моделями серии bioSpark электрической мощностью от 25 до 999 кВт и тепловой мощностью от 38 до 1044 кВт, а также 19-ю моделями серии blueSpark диапазоном электрической мощности от 65 до 2001 кВт и тепловой мощности от 119 до 1983 кВт.

Модели серии microSpark и blueSpark предназначены для работы на природном или сжиженном газе. При этом серия microSpark ориентирована на индивидуальные и бытовые нужды.

Серия установок blueSpark является более универсальной для применения в различных хозяйственно-бытовых и производственных целях.

Когенерационные установки серии bioSpark предназначены для работы на биогазе и наиболее популярны в агропромышленном секторе.

Основными конструктивными элементами когенерационных установок Spark Energy является двигатель вну-



тренного сгорания (производства компаний GM, MAN, MWM и YANMAR), работающий на природном или сжиженном газе, электрогенератор, система отбора тепла и автоматизированная система управления. Тепло отбирается из выхлопа масляного радиатора и охлаждающей жидкости двигателя. При этом на 100 кВт электрической мощности потребитель ориентировочно получает 150 кВт тепловой мощности в виде горячей воды для отопления и горячего водоснабжения.

Установки серии blueSpark и bioSpark могут поставляться как в открытом исполнении (на раме с шумоизолирующим кожухом), так и в закрытом исполнении (в теплоизолированном и шумопоглощающем контейнере).

Для увеличения диапазона использования мощности может использоваться одновременно несколько установок, объединенных каскадным подключением.

При этом диапазон электрической мощности может быть увеличен до 10,0 МВт, а тепловой – до 9,9 МВт.

Автономная работа установки позволяет обеспечить потребителей электроэнергией с более стабильными параметрами частоты, напряжения вырабатываемого переменного тока, а также температуры и расхода горячей воды.

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

Вся продукция Spark Energy s.r.l., представленная на российском рынке компанией ООО «ЭнергоГазИнжиниринг», сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории РФ.

**Ознакомиться с ассортиментом продукции компании Spark Energy s.r.l., получить полную техническую информацию и необходимые сведения о предоставляемых услугах можно на сайте компании [www.energogaz.su](http://www.energogaz.su), тел./факс (495) 980-61-77.**



# Зарубежные производители твердотопливных котлов в Интернете

На сайтах ведущих зарубежных производителей твердотопливных многотопливных котлов повышенной мощности можно найти подробную информацию о выпускаемой продукции (технические характеристики, виды сжигаемого топлива, руководства по монтажу и эксплуатации, сертификаты качества и т.д.), а также скачать прайс-листы и получить нужные контакты.

<http://www.atmoc.ru>



Сайт компании Atmos (Чехия) содержит каталог выпускаемой продукции, включающий пиролизные, угольно-древесные и пеллетные котлы, котлы на каменном угле, горелочные устройства, арматуру и др. В разделе «Документы» можно скачать инструкции и сертификаты на котельное оборудование Atmos, а на сайте – прочитать статьи о твердотопливных котлах, их монтаже и эксплуатации, найти контактные данные дилеров, скачать прайс-листы.

<http://www.eurotherm-technology.ru>

На сайте компании «Евротерм Технолоджи» (Чехия) представлена одна из основных линеек котельного оборудования этого производителя – водогрейные котлы с футерованой топкой мощностью 100–700 кВт. Данные котлы предназначены для отопления бытовых, производственных и других помещений с использованием в качестве топлива дров, древесных отходов, опилочных и торфяных брикетов, кускового торфа и каменного угля. Загрузка топлива осуществляется в ручном режиме. На сайте можно узнать контактные данные, скачать опросные листы, ознакомиться с перечнем услуг, производственными новинками и сертификатами соответствия.

[www.faci.su](http://www.faci.su)

На этом сайте представлена продукция одного из лидеров производства твердотопливных котлов – компании Faci (Италия). В серию одноименных котлов Faci входит 16 моделей номинальной мощностью до 1256 кВт, в том числе 13 моделей мощностью свыше 100 кВт. По желанию заказчика объем топливного бункера может быть увеличен с 200 до 600 л. В ассортименте также имеются две модели серии Eco мощностью более 100 кВт – Eco-7 (105 кВт) и Eco-10 (152 кВт). Непосредственно на сайте можно заказать необходимое оборудование и оплатить его. Кроме того, сайт содержит информацию о европейских стандартах пеллетного топлива и преимуществах от его применения. Также здесь можно узнать контактные данные, скачать буклеты с описанием котлов на щепе и биомассе, пеллетных котлов и термопечей, дровяных и промышленных твердотопливных котлов и пр.

<http://www.ferroli.ru>

Кроме технического описания котлов производства компании Ferroli (Италия), на ее официальном сайте можно найти адреса и контактные данные оптовых и розничных партнеров, работающих на территории России. Раздел «Сервис» содержит список сервис-центров, архив технических сообщений, информацию о семинарах и компенсации гарантийных случаев, детализировки различных агрегатов, требования к гарантийным центрам и др. В разделе «Маркетинг» можно скачать рекламные буклеты, фотографии оборудования, календари и газету компании. Серия водотрубных котлов Forest включает пять моделей мощностью от 116 до 700 кВт. Используемое топливо: пеллеты, необработанные отходы переработки дерева и пробки, растительные отходы сельского и лесного хозяйств, отходы первичной обработки сельскохозяйственной продукции. Также компания предлагает серию водотрубных котлов с механической топкой и неподвижной решеткой Woodmatic S. В линейке девять моделей мощностью от 175 до 2326 кВт. В качестве топлива могут использоваться пеллеты, отходы деревообрабатывающих и сельскохозяйственных производств, пробка и пр.

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

Сайт компании Grandeg (Латвия) включает исчерпывающую информацию относительно сервиса, обслуживания, установки, расценок, технических характеристик твердотопливных котлов, а также широкий спектр информации по всем видам твердого и жидкого топлива. Дополнительно выложены примеры инсталляции котельного оборудования, предназначенного для снабжения теплом крупных коммерческих и промышленных зданий. На сайте можно найти контактные данные и воспользоваться услугами интернет-магазина. Компания Grandeg представляет на российском рынке линейку котлов GD Turbo, включающую пять моделей мощностью от 70 до 500 кВт. В качестве топлива применяются пеллеты, также возможно сжигание дров. Кроме технических характеристик, на сайте представлен широкий выбор аксессуаров к котлам: от топливных бункеров до управляющей автоматики.



<http://www.heiztech.ru>



Ассортимент твердотопливных котлов Heiztechnik (Польша) занимает центральное место на сайте этого производителя, где представлено более 30-ти моделей котлов в диапазоне мощностей до 1000 кВт. Модельный ряд разделен на следующие группы: автоматические угольные котлы Q Eco, автоматические котлы на биомассе HT Bio и на пеллетах Q Comfort Pellet. Отдельная линейка продукции – котлы высокой мощности. Самые мощные из них (до 650 кВт) – угольные автоматические котлы Q Max Eko и автоматические пеллетные котлы Q Max Pellet Duo. На сайте можно узнать контактные данные и новости компании.

<http://www.herzarmaturen.ru>

На сайте компании Herz Armaturen (Австрия), входящей в промышленную группу Herz и являющейся официальным поставщиком оборудования Герц в Россию, можно скачать проспекты фирмы Herz Energietechnik (также входящей в группу компаний Herz) по твердотопливным котлам Biomatic Biocontrol, Biofire и Firematic. Также здесь можно ознакомиться с сертификатами, получить нужные контакты, подписаться на журнал Herz News. Дополнительную информацию по твердотопливным котлам Herz предоставляет сайт компании «Интерма» <http://www.interma.ru>

<http://www.kalvispb.ru/>

На сайте компании Kalvis (Литва) можно найти полную информацию о промышленных твердотопливных котлах этой марки, работающих на различных видах топлива. Мощность жаротрубных трехходовых моделей Kalvis-100...700 — от 95 до 700 кВт. Используемое топливо — дрова, древесные отходы, опилочные и торфяные брикеты, каменный уголь. Загрузка топлива производится вручную. Оборудование можно заказать непосредственно с сайта компании с доставкой в любой город России. Также здесь можно узнать новости компании и контактные данные в Москве и Санкт-Петербурге, ознакомиться с производственными новинками и сертификатами соответствия.

[www.kostrzewa-russia.ru](http://www.kostrzewa-russia.ru)

Сайт знакомит посетителей с продукцией компании Kostrzewa (Польша), выпускающей пеллетные и другие твердотопливные котлы, а также горелки, циркуляционные насосы и универсальные модули для обвязки твердотопливных котельных. На сайте можно узнать новости компании, контактные данные точек продаж и сервис-центров, а также ознакомиться с наградами и сертификатами.

<http://www.termodinamik.su>



На сайте компании Termodinamik (Турция) можно узнать о поставляемых на российский рынок твердотопливных котлах серии EKY/S, которые работают в автоматическом режиме как на пеллетах, так и на любом другом измельченном твердом топливе органического происхождения, имеющего размеры до 25 мм. В производственной серии Termodinamik трехходовые котлы EKY/S 100 – EKY/S 500 мощностью от 100 до 581 кВт. Заказ и оплата твердотопливных котлов Termodinamik доступны непосредственно на сайте.

<http://www.thermax-moscow.ru>

Сайт компании «Термакс Лимитед», представительства в России и странах СНГ одного из ведущих мировых производителей котельного оборудования – компании Thermax (Индия), известной в России более 30-ти лет (компания начала свою деятельность еще в период советско-индийского межгосударственного сотрудничества). На странице можно найти информацию о водогрейных и паровых котлах, термомасляных нагревателях, котлах-утилизаторах, биотопливных котлоагрегатах и абсорбционных холодильных установках производства Thermax. Также здесь можно ознакомиться с реализованными проектами и условиями поставки, найти контактные данные официального представительства и дилеров компании. Продукция компании «Термакс» имеет сертификат соответствия Госстандарта РФ и разрешение Ростехнадзора РФ, соответствует таким мировым стандартам, как ASME, DIN, BS, CE, ГОСТ и т.д.

<http://www.viadrus.cz>

Сайт компании Viadrus (Чехия) содержит русскоязычный раздел. В нем приведены сведения о продукции компании, в том числе о твердотопливных котлах повышенной мощности (серии Hekules U24 (до 72 кВт), Hekules U26 (до 75 кВт) и Hefastos P1 (до 100 кВт)). Система поиска региональных партнеров позволяет искать их в разных странах мира. Также на сайте можно скачать техническую документацию по оборудованию, прочитать отзывы потребителей на работу оборудования Viadrus в соответствующем разделе и найти контактные данные.



# Промышленный сегмент на выставке Aqua-Therm Moscow 2014

Д.Строганов

С 4 по 7 февраля 2014 г. в МВЦ «Крокус Экспо» (Москва) проходила 18-я Международная выставка бытового и промышленного оборудования для систем отопления, водоснабжения, кондиционирования и вентиляции Aqua-Therm Moscow 2014.

По данным организаторов выставки, в ней приняло участие 769 экспонентов из 34 стран, т.е. по сравнению с прошлым годом количество участников Aqua-Therm Moscow увеличилось на 4,7 %. За четыре дня выставку посетило более 27 500 человек, что на 3 % больше чем в 2013 г. Поскольку такие мероприятия достаточно хорошо отражают уровень деловой активности в стране, можно констатировать: строительная отрасль пусть и медленно, но все-таки продолжает развиваться в условиях затянувшегося кризиса.

В последние годы на выставке Aqua-Therm Moscow все больше начинают преобладать оборудование, материалы, инструменты и инсталляции, которые у нас принято называть бытовыми (сантехника, трубы и арматура для индивидуальных систем отопления, водоснабжения и канализации, маломощные котлы, кондиционеры, насосы, радиаторы, массажные ванны, небольшие бассейны и т. д.). В то же время значительную часть экспозиции по-прежнему занимает промышленное оборудование. Свои экспозиции на выставке были у таких лидеров отрасли, как De Dietrich, Ecoflam, ICI Caldaie, Unical, Viessmann, «Дорогобужкотломаш», «Ижевский котельный завод» и др.

Производственный холдинг Polykraft (Австрия) является стратегическим партнером ОАО «Вольф Энерджи Солюшен». Для тех пользователей, которым необходимы котлы с очень большой единичной мощностью, специалисты холдинга раз-

работали газомазутные агрегаты Megatherm (4 типоразмера тепловой мощностью от 58 до 140 МВт). На выставке Aqua-Therm Moscow 2014 компания представила (виртуально) новый котел из этой серии единичной мощностью 180 МВт. Все котлы Megatherm имеют диапазон регулирования мощности от 30 до 100 %. При работе на газе их КПД достигает 92 %, при работе на мазуте – 91 %. Входная температура воды должна составлять 70 °С, выходная – 150 °С. Расчетное давление воды на входе и выходе составляет 1,6 и 1,35 МПа, соответственно.

Компания Ferroli (Италия) представила на выставке трехходовые водогрейные котлы TP3 LN с пониженными выбросами оксидов азота и паровые котлы для выработки пара низкого давления Varoprex LVPq. Серия TP3 LN включает 20 моделей тепловой мощностью от 70 до 3200 кВт. КПД котла превышает 95 %, максимальная рабочая температура воды составляет 100 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар. Котел поставляется в готовом или разобранном виде. Опционально к нему могут быть подключены газовая или жидкотопливная горелка, различные панели управления, внешний датчик температуры, коллектор для подключения контрольно-измерительных приборов и автоматики, экономайзер и др. Серия Varoprex LVPq включает 6 моделей с



производительностью по пару от 150 до 1000 кг/ч. Расчетное рабочее давление составляет 0,98 бар. Опционально к котлу могут быть подключены газовая или жидкотопливная горелка, экономайзер, системы контроля солевого содержания и автоматического дренажа, бак сброса конденсата, охлаждаемый бак сброса дренажа, система очистки воды, паровой коллектор, различная автоматика и датчики, другие устройства.

Компания Buderus представила на выставке сразу несколько новинок, в том



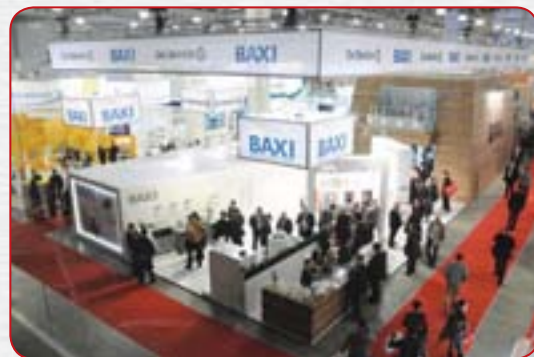
числе и две серии стальных водогрейных котлов Logano SK 655 и SK 755. Первая серия включает 5 моделей мощностью от 120 до 360 кВт, вторая – 9 моделей мощностью от 420 до 1850 кВт. Сезонная эффективность этих котлов достигает 93 %. Максимальная допустимая рабочая температура воды – 115 °С, максимальное рабочее давление – 6 бар. Котлы Logano SK 655 и SK 755 заменят стальные котлы SK745 и SK645, поставка которых в Россию была прекращена 27 февраля текущего года. Новое оборудование поставляется с полной теплоизоляцией, защитным кожухом, шумопоглощающей подставкой, арматурой для подключения группы безопасности, кронштейном для установки автоматической системы управления.

Российская компания «Модульные котельные системы» осуществляет проектирование и сборку модульных водогрейных и паровых котельных, а также мини-ТЭЦ. В этом году широкой публике впервые были представлены контейнерные котельные Alfa 200 и Alfa 210 (ранее они уже выставлялись на стенде Viessmann). Мощность этих котельных составляет от 0,8 до 4 МВт (Alfa 200) и от 4 до 8 МВт (Alfa 210). В качестве базы для их создания можно использовать газовые и жидкотопливные котлы и горелки разных производителей. Контейнеры этих котельных имеют антивандальное исполнение, их стенки сделаны из стальных листов большой толщины, что позволяет избежать повреждения контейнера при транспортировке и предотвратить проникновение посторонних на территорию котельной при длительной автономной эксплуатации.

В прошлом году компания начала выпуск новой аварийной котельной мощностью от 950 кВт, работающей на жидком топливе. Эта котельная имеет два независимых контура (для передачи тепла применяется теплообменник). Внутренний котловой контур приспособлен для использования в качестве теплоносителя этиленгликоля. Соответственно, котельную можно использовать при очень низких температурах наружного воздуха. Она оборудована отдельной топливной емкостью объемом 5 м<sup>3</sup>, и при необходимости ее можно легко пере-

возить. Управление котельной осуществляется с учетом температуры обратной воды или по показаниям датчика температуры наружного воздуха (погодозависимое управление). Также компания представила на выставке новую ферму для установки нескольких дымовых труб. В отличие от традиционных ферм с треугольными или прямоугольными сервисными площадками новая ферма имеет круглую площадку. Ее конструкция позволяет устанавливать дымовые трубы строго вертикально. Лестница для подъема на площадку располагается между трубами – при сильном ветре это значительно повышает безопасность рабочих, осуществляющих сервисное обслуживание труб. Новая ферма делится на секции длиной 6 м. Их конструкция позволяет установить трубу за 1–2 дня.

Несмотря на то что в настоящее время темпы роста российской экономики снизились, в нашей стране продолжают появляться новые предприятия, выпускающие оборудование для систем теплоснабжения. Одним из них стало ЗАО «Омский завод инновационных технологий», впервые принявший участие в выставке Aqua-Therm Moscow 2014. Как юридическое лицо предприятие было образовано 1 октября 2012 г., производство котельного оборудования началось 1 июля 2013 г. Сегодня завод выпускает более 10-ти серий стальных водогрейных жаротрубных и водотрубных котлов единичной мощностью от 100 кВт до 15 МВт под торговой маркой Lavart. Эти котлы предназначены для работы на разных видах газообразного, жидкого и твердого топлива. Также в ассортименте предприятия представлено большое количество оборудования для котельных: электронные системы автоматизации и диспетчеризации, дымовые трубы, устройства для подачи твердого топлива, топливные емкости, блочные тепловые пункты и узлы учета, газораспределительные станции и др. Под заказ специалисты завода изготавливают блочно-модульные котельные. В самом ближайшем будущем предприятие планирует начать выпуск котлов для получения перегретой воды (до 170 °С) и пара (до 25 т пара в час).



Когда речь заходит о зарубежных производителях оборудования для теплоснабжения, большинство российских специалистов, прежде всего, имеют в виду технику, которая поставляется нам из стран Европы: Германии, Италии, Швеции, Франции, Чехословакии и др. или из стран Азии – Турции, Южной Кореи, реже – из Китая. Однако в последнее время на отечественном рынке начинает появляться отопительное оборудование и из США. Интересно, что в большинстве случаев конструкция и функциональные возможности американских котлов значительно отличаются от аналогичных европейских устройств.

Фирма LAARS (США) является дочерним предприятием компании Bradford White Corporation. Одной из последних разработок этой фирмы стали котлы Magna Therm, с их техническими характеристиками можно было ознакомиться на выставке. Серия включает три конденсационных котла мощностью 586, 879 и 1172 кВт. При необходимости их можно объединять в каскады до восьми устройств. Все котлы укомплектованы горелкой предварительного смешения из нержавеющей стали. Устройства размещаются вертикально, что позволяет использовать их в помещениях с очень ограниченной площадью (например, ширина и длина основания котла мощностью 1172 кВт составляют 88 и 133 см, соответственно).

В выставке Aqua-Therm Moscow 2014 приняли участие российские и зарубежные производители оборудования, работающего на различных видах твердого биотоплива (дрова, пеллеты, щепы и т.д.). Среди них Baltterm (Латвия), ООО «Биокаитра» и ZOTA (Россия), Kaukora (Финляндия), D'Alessandro (Италия) и др.





мости могут быть объединены в каскад из двух, трех или четырех котлов. На базе перечисленных выше котлов компания собирает модульные котельные Energy Box мощностью от 105 до 1000 кВт.

Производителей горелочного оборудования на выставке Aqua-Therm Moscow 2014 было немного, однако и там были представлены новинки, заслуживающие внимания

Многие из этих предприятий постоянно расширяют свой ассортимент. Так, на выставке было представлено сразу несколько котлов, выпускаемых под торговой маркой Wirbel (Австрия). Стальной водогрейный котел ЕКО-СКС Р Unit в качестве топлива использует пеллеты. Он выпускается в семи типоразмерах максимальной мощностью от 140 до 560 кВт. В комплект поставки входят пеллетная горелка, шнек для подачи пеллет из бункера, бункер для пеллет, пульт управления. Котел может использоваться как в открытых, так и в закрытых системах отопления. Чугунные наддувные трехходовые котлы серии SR предназначены для работы со съемными газовыми или дизельными горелками. Серия включает 5 типоразмеров (от пяти до девяти секций) максимальной мощностью от 75,6 до 145,3 кВт. В комплект поставки входит двухступенчатая автоматика.

Впервые в выставке приняла участие компания Froling (Австрия). Это предприятие специализируется на разработке и производстве котлов, работающих на дровах, пеллетах, щепе и биомассе, универсальных систем подачи твердого топлива, тепловых аккумуляторов воды. Промышленное оборудование в ассортименте компании представлено котлами: P4 Pellete (тепловая мощность от 8 до 105 кВт), T4 (мощность от 24 до 110 кВт), TX (мощность от 150 до 250 кВт), Turbomat (мощность от 150 до 500 кВт) и Lambdamat (мощность от 300 до 1000 кВт). Котлы P4 Pellete в качестве топлива используют пеллеты, котлы серии T4, TX, Turbomat и Lambdamat – щепу. Все котлы оборудованы автоматическими системами управления. Агрегаты серии P4 Pellete, T4, TX и Turbomat при необходи-

специалистов. Компания Wieshaupt представила сразу несколько новых горелочных устройств. Комбинированные горелки WM-GL 50 мощностью до 11 МВт оснащены цифровым менеджером горения, обеспечивающим высокую стабильность пламени. Применение в горелках улучшенных вентиляторов позволяет снизить расход электроэнергии и уровень шума. Мощность серии комбинированных горелок WMG 40 составляет от 125 до 550 кВт. При работе на природном газе они могут иметь двухступенчатое или модуляционное регулирование, при работе на легком дизельном топливе – только двухступенчатое. Горелки оснащаются цифровым менеджером горения W-FM 24, сервоприводами газового дросселя и воздушной заслонки с микропроцессорным управлением, газовым мультиблоком. Точность настройки сервоприводов составляет 0,1°. При правильной настройке горелки это позволит добиться оптимального соотношения топлива/воздуха. Также компания начала поставлять в Россию горелки серий WM10 и WM 20 мощностью от 55 до 2600 кВт с новыми менеджерами горения W-FM 54, и серию горелок WM 30 мощностью от 350 до 6200 кВт, которая должна будет заменить горелки Monarch 8-11.

В экспозиции Aqua-Therm Moscow 2014 было представлено и несколько крупных компаний-производителей теплообменников: Alfa Laval Group и Tranter (Швеция), «ГЕА Машинпекс» (Россия), Funke (Германия), SIA Eko Air (Латвия), первый раз принявшая участие в выставке. Одной из наиболее интересных новинок в этом разделе стал однофазный паяный теплообменник B649, выпущенный компанией Swep (Швеция). Он пред-

назначен для работы в составе районных или производственных сетей теплоты или хладоснабжения. Максимальное рабочее давление для B649 составляет 25 бар, максимальная рабочая температура – 225 °С, максимальное количество пластин – 420. Наиболее эффективно теплообменник будет работать при разнице температур 0,5 °С. Прибор изготавливают из нержавеющей стали AISI 316L или AISI 304L (опция).

Компания Testo AG (Германия), специализирующаяся на создании переносных и стационарных измерительных приборов для различных отраслей промышленности, представила вниманию посетителей выставки новый тепловизор testo 870. Устройство оснащено детектором с разрешением 160×120 пикселей, объективом с фиксированным фокусом и полем зрения 34°, встроенной цифровой камерой (модель 870-2), USB-кабелем, литиево-ионной аккумуляторной батареей и т.д. Диапазон измерений testo 870 составляет от –20 до +280 °С, чувствительность <10 мк. Холодную/горячую точку прибор определяет автоматически.

Фирма MRU GmbH (Германия) занимается разработкой и производством газоанализаторов. Ее официальным представителем в России является ООО «МРУ Рус». На выставке Aqua-Therm Moscow 2014 компания представила несколько новых приборов для контроля производства биогаза. Газоанализаторы Optima7 Biogas и NovaPlus Biogas предназначены для измерения процентного содержания кислорода, метана, диоксида углерода, содержания сероводорода, давления биогаза. Первый прибор предназначен для экспресс измерений (до 30 мин), второй – для длительных измерений (до 2 ч). По словам производителя, данные приборы могут использоваться не только для анализа состава биогаза, но и для настройки, контроля работы горелок и газопоршневых двигателей внутреннего сгорания. MRU GmbH начала выпуск стационарного газоанализатора SWG 200 Biogas для поточных измерений процентного содержания в биогазе кислорода, метана и диоксида углерода. Опционально к прибору можно подключать датчики водорода и сероводорода.



ХII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



# КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

## BOILERS AND BURNERS

**7-10** октября **2014**  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ОРГАНИЗАТОР  
ВЫСТАВКИ:

**FarEXPO**



ПРИ  
ПОДДЕРЖКЕ:



Стратегический информационный партнер:

**КОТЕЛЬНЫЕ**  
МИН. ТЭК

Генеральный информационный партнер:



Генеральный интернет-партнер:

**TopClimat.ru**  
www.topclimat.ru



# Конференция «Энергетика XXI века»

Д. Строганов

6 февраля в МВЦ «Крокус-Экспо» в рамках выставки Aqua-Therm Moscow 2014 состоялась конференция «Энергетика XXI века», посвященная оборудованию, технологиям и основным тенденциям в промышленном и коммунальном теплоснабжении.

Вступительное слово взял генеральный директор МПНУ «Энерготехмонтаж» и президент Всероссийского клуба теплоэнергетиков «Флогистон» Руслан Ширяев. Вместе с редактором журнала «Аква-Терм» Сергеем Треховым он поприветствовал участников мероприятия, сформулировал его основные цели и задачи.

МПНУ «Энерготехмонтаж» существует уже более 60-ти лет. За это время сотрудниками предприятия было спроектировано, построено, смонтировано более 7 тыс. различных энергетических объектов: котельных, мини-ТЭЦ и др. В результате техническими специалистами МПНУ «Энерготехмонтаж» был накоплен очень большой опыт по созданию и реконструкции таких объектов.

Темой основного доклада Р. Ширяева стали блочно-модульные котельные и особенности их привязки к конкретному потребителю тепла. При выборе оборудования для монтажа или реконструкции тепловых сетей необходимо учитывать большое количество нюансов. Например, далеко не всегда в составе коммунальных тепловых сетей можно использовать котельное оборудование зарубежных производителей. Интенсивные потоки воды в таких котлах могут привести к разрушению отложений на стенках труб различных элементов сетей и их последующему загрязнению. В своем выступлении Р. Ширяев подчеркнул, что надежная работа котельной или мини-ТЭЦ возможна только при условии правильной эксплуатации. Для этого сотрудники эксплуатирующей организации должны

быть подробно проинструктированы и настроены на соблюдение всех необходимых требований. В противном случае дорогостоящее, высокоэффективное и надежное оборудование легко выйдет из строя. Такая ситуация может возникнуть, например, при несанкционированном отборе из теплосети воды – обычно это приводит к перегреву и разрушению рабочих поверхностей котла. Во время выступления руководитель МПНУ «Энерготехмонтаж» отметил, что в последнее время у нас в стране начали появляться производители котельного оборудования, которое по своим техническим характеристикам не уступает аналогичной продукции зарубежных компаний, в частности завод котельного оборудования в г. Туймазы (республика Башкортостан).

Специалисты МПНУ «Энерготехмонтаж» имеют большой практический опыт и по предупреждению аварийных ситуаций на энергетических объектах. Большой интерес у аудитории вызвал доклад технического директора предприятия Николая Смирнова, посвященный защите тепловых сетей от гидравлических ударов. В своем выступлении он кратко изложил историю возникновения теории гидравлического удара, привел статистику по авариям тепловых сетей, возникающим в результате гидравлических ударов, оценил их экономические последствия. Также Н. Смирнов сделал подробный обзор основных способов защиты трубопроводов от гидравлических ударов и колебаний давления, рас-



сказал собравшимся о мерах, которые необходимо принять для снижения аварийности тепловых сетей.

Генеральный директор ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» Алексей Шершуков в своем выступлении сделал акцент на использовании в промышленном и коммунальном теплоснабжении жаротрубных водогрейных и паровых котлов и подробно рассказал аудитории о технических возможностях такого оборудования. Также он высказал мнение, что в самом ближайшем будущем жаротрубные котлы могут стать основными устройствами, применяемыми для получения тепла в большой энергетике. В настоящее время ООО «ЭнергоГазИнжиниринг» занимается проектированием, строительством, монтажом и наладкой мини-ТЭЦ, промышленных котельных средней и большой мощностей, блочно-модульных котельных. Специалисты компании проводят работы по реконструкции и техническому перевооружению самых различных энергетических объектов: действующих



котельных, центральных и блочных тепловых пунктов, других теплоэнергетических объектов.

От компании «Дорогобужкотломаш» на конференции «Энергетика XXI века» выступил Геннадий Рузаев – заместитель генерального директора по перспективному развитию. В своем выступлении он сделал краткий обзор основных категорий оборудования, используемых сегодня для теплоснабжения в сфере жилищно-коммунального хозяйства, и рассказал о действующей производственной программе завода. ОАО «Дорогобужкотломаш» (ранее Дорогобужский котельный завод) существует уже более 50-ти лет и в настоящее время является одним из наиболее значимых отечественных производителей промышленного котельного оборудования. Сегодня завод производит котлы мощностью от 55 кВт до 209 МВт, газомазутные и инжекционные горелки, модульные и аварийные котельные. Оборудование может работать на нескольких видах газообразного, жидкого или твердого топлива. Недавно на модернизацию производства предприятие выделило 60 млн рублей.

Доклад руководителя технического отдела ООО «Еремиас РУС» Сергея Рудяшкина был посвящен современным техническим решениям для отвода продуктов сгорания на промышленных предприятиях, котельных и объектах с поквартирным теплоснабжением. Компания Jeremias (Германия) выпускает модульные дымоходы диаметром от 60 до 1250 мм для жилых домов и котельных, а также промышленные системы дымоудаления на базе самонесущих труб диаметром до 3000 мм. Оборудование для систем дымоудаления Jeremias изготавливается из нержавеющей стали. В России компания работает уже на протяжении 6-ти лет. Вместе с С. Рудяшкиным аудиторию приветствовали владелец Jeremias Штефан Энгельхарт и его немецкие коллеги.

С докладом о современном горелочном оборудовании выступил Тарас Голуб – руководитель проектов компании Oilon Energy (Финляндия). Он рассказал собравшимся о возможности

модернизации котельных, использующих котлы устаревших моделей, путем установки на них современного горелочного оборудования. Одним из направлений деятельности Oilon является выпуск моноблочных горелок мощностью от 40 до 29500 кВт и промышленных горелок мощностью до 80 МВт. Горелки могут работать как на восьми традиционных видах газообразного и жидкого топлив, так и на сложных топливах (мазут с высокой степенью вязкости, различные масла и др.). В этих случаях для распыления топлива может использоваться пар или сжатый воздух. Серии промышленных горелок Oilon имеют факел регулируемой длины, и ими можно оснащать котлы российского производства – например водогрейные и паровые котлы серий ДЕ, ДКВр, КВ-ГМ, ПТВМ. Это позволяет значительно увеличить производительность котельных, повысить их экономичность, надежность и степень автоматизации.

В настоящее время проведение энергоаудита является обязательным для очень большого количества строительных объектов (см. Федеральный закон РФ N 261 от 23.11.2009 г.). О современных способах исследования энергетической эффективности зданий участникам конференции «Энергетика XXI века» рассказал заместитель генерального директора ООО «Корпоративные Энергетические Решения» (российское представительство LLC Corporate Power Solutions CIS) Евгений Сидоров. Компания осуществляет энергоаудит бюджетных организаций, промышленных и коммунальных предприятий, проводит исследования сложных технических изделий. При этом специалисты компании широко используют специализированное программное обеспечение, пространственно-временное моделирование (4D-энергоаудит), другие информационные технологии. Принятие мер, выработанных в результате таких исследований, позволяет значительно снизить пиковые нагруз-



ки по охлаждению ограждающих конструкций и энергопотреблению зданий – от 18 до 30 % или более.

Конференция проходила в конструктивной дружественной обстановке. Доклады участников аудитория слушала с большим интересом.

После каждого выступления собравшиеся задавали выступавшим вопросы и оживленно обсуждали полученную информацию.



# Седьмой Международный водно-химический форум в Москве

И. Павлинова, д.т.н., проф.

*С 7 по 11 апреля 2014 г. в Москве на базе Национального исследовательского университета МЭИ (Московского энергетического института) проходил Седьмой Международный водно-химический форум, посвященный вопросам водоподготовки с использованием мембранных технологий. На нем были представлены последние достижения в данной области как в России, так и за рубежом с использованием новейших нанотехнологий.*

К этому событию было приурочено открытие совместного Центра водных технологий компании Dow и НИУ «МЭИ», оснащенного новейшим оборудованием для проведения исследований в области мембранных технологий.

Открыл форум ректор МЭИ Н.Д. Роголев, который выступил с приветственным словом, посвященным воде как неотъемлемой части современного промышленного производства.

В настоящее время в НИУ «МЭИ» много делается для развития тонких технологий. Для проведения исследований разработаны пилотная установка по интенсификации коагуляционной очистки воды, экспериментальная установка для изучения коррозионных процессов и процессов образования отложений при высоких параметрах, тренажер персонала водоподготовки на ТЭС, системы химического контроля и управления водными режимами в большой и малой энергетике, автоматические анализаторы и системы АКХ на базе измерений электропроводности и pH, определена организация водно-химических режимов испарительных установок, разработана компьютерная программа для изучения и проверки знаний технологических схем химического цеха.

За рубежом широкое применение обратного осмоса обеспечено массовым промышленным производством мембран различного типа (плоских, трубчатых и в виде полых волокон из ацетатов целлюлозы и ароматических полиамидов), а также фильтрующих элементов на их основе, в том числе рулонных.

В нашей стране мембранные технологии используются на ТЭЦ и ПГУ, а также начинают их применять при очистке воды.

О возможностях использования мембранных технологий в современной россий-

ской водоподготовке и водоочистке рассказал заведующий кафедрой технологии воды и топлива д. ф.-м. н. А. Пантелеев. Он неоднократно подчеркивал, что «качественное использование и контроль на каждом этапе гарантируют получение качественного продукта», и это сегодня востребовано как при производстве мембран, так и при их использовании.

Современным технологиям осветления воды и новым решениям в создании водооборотных систем на ТЭЦ с применением градиен посвятил свое выступление представитель НПК «Медиана-Фильтр» А. Жадан. Он рассказал о различных конструкциях фильтров для водоподготовки, указав на их преимущества и недостатки. В продолжении темы выступили представители этой же фирмы: В. Смирнов более детально остановился на выпускаемых насыпных фильтрах, о мембранных биореакторах на основе технологии микрофильтрации рассказала О. Амосова, о достижениях и проблемах современной технологии ультрафильтрации доложил М. Ковалев.

В настоящее время компания «Медиана – Фильтр» выпускает и успешно внедряет свое оборудование в промышленность и коммунальное хозяйство: установки обратного осмоса, засыпные фильтры для обезжелезивания, умягчения, механической очистки, деминерализации воды и сорбции, а также блочно-модульные установки очистки сточных вод «ЭКОМОБИЛ» производительностью от 10 до 1400 м<sup>3</sup>/сут. и предлагает полный комплекс услуг по реконструкции и модернизации существующих очистных сооружений предприятий с использованием современных методов и оборудования для очистки сточных вод.



Флотаторы

О технологии дисковой фильтрации нового поколения Spiklin® рассказал представитель компании Amiad Water Sistem А. Шпраер.

По проблемным вопросам реализации современных технологий водоподготовки выступил представитель фирмы «АКВАРЕКОН» Л. Громов.

Форум показал, что в последнее время мембранные технологии стали все чаще использоваться в очистке сточных вод.

Мембранные биореакторы имеют значительные преимущества перед типовыми технологиями биологической очистки сточных вод в аэротенках и вторичных отстойниках. Мембранные технологии стабильно обеспечивают высокое качество очистки за счет возможности поддержания повышенных доз активного ила в аэротенках, что позволяет достигать более высокого качества очистки на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения по органическим соединениям, биогенным элементам и взвешенным веществам.

В то же время применение мембранных технологий дает возможность исключить из схемы очистки ряд сооружений (вторичные отстойники и сооружения доочистки), что ведет к снижению капитальных и эксплуатационных затрат.



Использование мембранных технологий может быть лучшим решением при реконструкции существующих сооружений и строительстве новых канализационных станций, отвечающих современным нормативным требованиям. Мембранные биореакторы совмещают в себе процессы биологической очистки сточных вод со свободно плавающей биомассой, ило-разделения и третичную очистку воды. В отличие от традиционных схем очистки сточных вод в аэротенках и дальнейшего илоотделения во вторичных отстойниках (так называемые, CAS-технологии – Conventional Activated Sludge) использование мембран позволяет поддерживать рабочую дозу активного ила в аэротенках до 8–10 г/л, что позволяет уменьшить требуемые объемы сооружений.

О комплексном решении очистки и повторного использования сточных вод с помощью мембран рассказал представитель фирмы GE Water & Process Technologies П. Судиловский.

Компания GE Water & Process Technologies внедрила в производство новую аэрационную систему LEAPmbr, используемую для обдувки мембран, которая уже сегодня используется при реализации ряда новых проектов. Комплексный подход к совершенствованию мембранного блока позволил на 20 % сократить занимаемую площадь и на 15 % увеличить его производительность, и главное, затраты электроэнергии сократились более, чем на 30 % по сравнению с предыдущей аэрационной системой. Существенное снижение затрат электроэнергии на обдувку мембран обусловлено использованием принципиально новой системы их аэрации, которая позволяет при меньших затратах электроэнергии более эффективно очищать мембраны. При этом применение более эффективной системы аэрации LEAPmbr позволяет снизить на 25 % количество реагентов на очистку мембран.

О растущих потребностях в новых мембранных фильтрах и их производстве рассказали представители фирм Innovative Membrane Technologies BV, Inge, DOW Camical, LANXESS Deutschland GmbH, РМ «Нанотех».

Компания Rehau, являясь многопрофильной, производящей широкую гамму продукции, производит также высокоэффективные аэраторы.

Их трубчатая и дисковая системы аэрации RAUBIOXON Plus были специ-

ально разработаны для мелкопузырчатой аэрации городских и промышленных сточных вод в процессах биологической очистки. Силиконовые мембраны RAUSIK показали превосходные результаты при производстве пищевых продуктов, таких, как молоко, шоколад, крахмал и мясная продукция, безалкогольных напитков, обработке кожи, производстве бумаги, перегонке нефти и др.

О замкнутых циклах водопользования рассказали представители фирм ООО «НТЦ Татнефть», НПП «Медиана Эко», института «ТАТНИПнефть им. В.Д. Шашина», испанской компании TORO.

На конференции были предложены новые технические решения по электромембранной технологии. Представители фирмы ООО «МЕГА Профи Лайн» рассказали о своем положительном опыте внедрения электромембранной технологии «МЕГА» в области очистки воды и водных растворов. О гибридной технологии разделения водомасленных эмульсий доложили представители РХТУ им. Д. И. Менделеева. С докладом, посвященным электродеионизации, от компании АО «МЕГА» выступил ее представитель Ю. Попп. Очень интересные результаты исследований по влиянию импульсного магнитного поля в обратном осмосе были представлены В. Бугровым (НИУ «МЭИ»).

Необходимо также отметить выступления представителей российских ТЭЦ об опыте использования мембранных технологий и применения хеламина.

Форум пришел к выводу, что сегодня создана широкая гамма мембран разного назначения. Впервые организовано производство мембран в России предприятием РМ «Нанотех». Каждый потребитель, будь то промышленность или коммунальное хозяйство, может найти необходимый биореактор под свое производство. Мембранные технологии позволяют создать водооборотные системы, очистить сточные воды до жестких требований сброса в рыбохозяйственные водоемы, а также снизить напряженность в мире по дефициту воды – произвести обессоливание морских вод. Все это представляет преимущества мем-



*Аэротэнки*



*Мембранные баки*



*Сгустители ила*

бранных технологий и позволяет сделать оптимистические предположения о надежном и качественном водообеспечении населения не только России, но и всего мира.

Международный водно-химический форум проходит в Москве уже в седьмой раз и вызывает большой интерес у специалистов, позволяя им обменяться своим практическим и научным опытом, найти пути оптимального решения сложной задачи водоподготовки. Повышение надежности в водоочистке в оборотных системах зависит от правильности выбранной технологии и материала, используемого в мембранной технологии, а именно нанотехнологии последнего тысячелетия.



# 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 журнала», 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 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.



**ЗАКАЗАТЬ ЛИТЕРАТУРУ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ :**  
**(495) 751-39-66, 752-17-01, 751-39-66**  
**e-mail:book@aqua-therm.ru www.AQUA-THERM.RU**

### **Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы**

Рекомендовано в качестве учебного пособия для студентов вузов и колледжей по специальности «Тепловые электростанции».

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



### **Осветлители воды**

В книге рассмотрены технология работы осветлителей воды, закономерности происходящих в них процессов, методики расчета, проектирования и эксплуатации этих аппаратов. Приведены конструктивные решения и рассмотрены методы повышения эффективности работы осветлителей.



### **Диск водоподготовка «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ»**

На диске находятся статьи, посвященные водоподготовке в промышленных котельных и мини-ТЭЦ. Темы статей — борьба с коррозией и отложениями, химическая водоподготовка, нехимические методы обработки воды, баромембранная и ионообменная фильтрация. Кроме того, на диске есть раздел, в который вошли материалы о нормативах для сточных вод.



### **Русская отопительно-вентиляционная техника**

Современный человек привык к комфорту. За последние десятилетия в наш быт прочно вошло множество технических решений, обеспечивающих его везде, где бы мы ни находились: дома, в офисе, магазине или театре. На фоне «умных» приборов и сложных климатических систем XXI в. многие устройства предшествующих столетий кажутся примитивными. Но не следует забывать, что в основе сегодняшнего прогресса лежат сооружения и приспособления, которыми пользовались наши предки и которым посвящено это издание. Эта книга давно разошлась на цитаты, на нее ссылаются многие весьма уважаемые авторы в монографиях и учебниках.

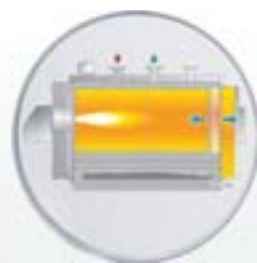




# Unical®

www.unicalag.ru

## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ



**Двухходовые  
водогрейные котлы**  
MODAL 64-291  
ELLPREX 170-7000

35 моделей  
Мощностью до 7,0 МВт  
КПД 91,6-93,4 %

**Трехходовые  
водогрейные котлы**  
TRIOPREX N 65-1900  
TERNOX 2500-15000

25 моделей  
Мощностью до 15,0 МВт  
КПД 92,0-93,0 %

**Двух и Трехходовые  
высокоэффективные  
водогрейные котлы**  
TRISTAR 2S 80-6100  
TRISTAR 3G 2S 65-3000

67 моделей  
Мощностью до 6,1 МВт  
КПД 93,9-96,2 %

**Трехходовые  
низкотемпературные  
водогрейные котлы**  
TERSEC 65-1200  
TERSEC DUO 360-1200

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

**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, www.energogaz.su